Міністерство екології та природних ресурсів України

Державна служба геології та надр України

Український державний геологорозвідувальний інститут

Державна комісія України по запасах корисних копалин

Державне регіональне геологічне підприємство "Донецькгеологія"

Державна комісія з експертизи геологічних проектів та кошторисів

Національна академія наук України

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова

ГеоФорум 2018

V МІЖНАРОДНИЙ ГЕОЛОГІЧНИЙ ФОРУМ

"Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука й виробництво"

18–23 червня 2018 року,
м. Одеса, Україна

Київ
УкрДГРІ
2018

УДК 553.061+550.8

Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука й виробництво. Матеріали V Міжнародного геологічного форуму (18 – 23 червня 2018 р., м. Одеса, Україна). – К.: УкрДГРІ, 2018. – 363 с.

Наукове видання містить матеріали з актуальних проблем геологічних досліджень, новітніх геолого-геофізичних технологій пошуків та розвідки родовищ корисних копалин, нетрадиційних джерел вуглеводнів й відновлюваної енергії. Розглянуто питання геолого-економічної оцінки родовищ корисних копалин, формування інвестиційної привабливості об'єктів мінерально-сировинної бази України. Наведено теоретичні й методичні напрацювання щодо перспектив удосконалення нормативно-правової бази надрокористування.

Для широкого кола наукових працівників і спеціалістів у галузі надрокористування.

Головний редактор: доктор технічних наук Гошовський Сергій Володимирович

Редакційна колегія:

Зур'ян Олег Володимирович

Зур'ян Олексій Володимирович

Костенко Микола Михайлович

Красножон Михайло Дмитрович

Лисенко Олександр Анатолійович

Лукін Олександр Юхимович

Люта Наталія Георгіївна

Лютий Георгій Григорович

Некрасова Світлана Олексіївна

Рудько Георгій Ілліч

Жикаляк Микола Васильович

Затверджено до друку вченою радою УкрДГРІ

Протокол № 3 від 15 травня 2018 р.

ISBN 978-966-7896-81-2

© Український державний геологорозвідувальний інститут, 2018

УДК 338.9:003.1:553.6.044

ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ОСВОЄНИХ І ПРОГНОЗНИХ РЕСУРСІВ НЕЕНЕРГЕТИЧНИХ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Г. В. Акуленко, ДРГП "Донецькгеологія", м. Бахмут, Україна, dongeo@ukr.net

Розглянуто питання щодо визначення реального промислового потенціалу освоєного і резервного фонду мінерально-сировинної бази неенергетичних корисних копалин відповідно до потреб промисловості та рівня рентабельності як чинника економічної безпеки та збалансованого розвитку економіки держави.

ON THE DEFINITION OF SOCIO-ECONOMIC POTENTIAL FOR PROFESSIONAL AND PROFESSIONAL RESOURCES OF NON-HYPERTENSIC USEFUL COMPOSITES

G. V. Akulenko, State Regional Geologic Enteprise "Donetskgeologiia", s. Bakhmut, Ukraine, dongeo@ukr.net

The question of determining the real industrial potential of the developed and reserve fund of the mineral raw material base of non-energy minerals in accordance with the needs of industry and the level of profitability as a factor of economic security and balanced development of the state's economy are considered.

Вступ

Зараз Державним балансом України обліковується близько 8200 родовищ корисних копалин. З них станом на 01.01.2017 рік в експлуатації 3709 родовищ горючих, металевих, неметалевих корисних копалин і підземних вод. Інша частина об'єктів обліку (які не розробляють) вважаються підготовленими до промислової розробки та є першочерговим резервом для освоєння розвіданих запасів.

На рис. 1 у вигляді порівняльної діаграми надано кількісні дані щодо всіх родовищ згідно з обліком Державного балансу України та таких, які розробляють, відповідно до розподілу за групами використання.

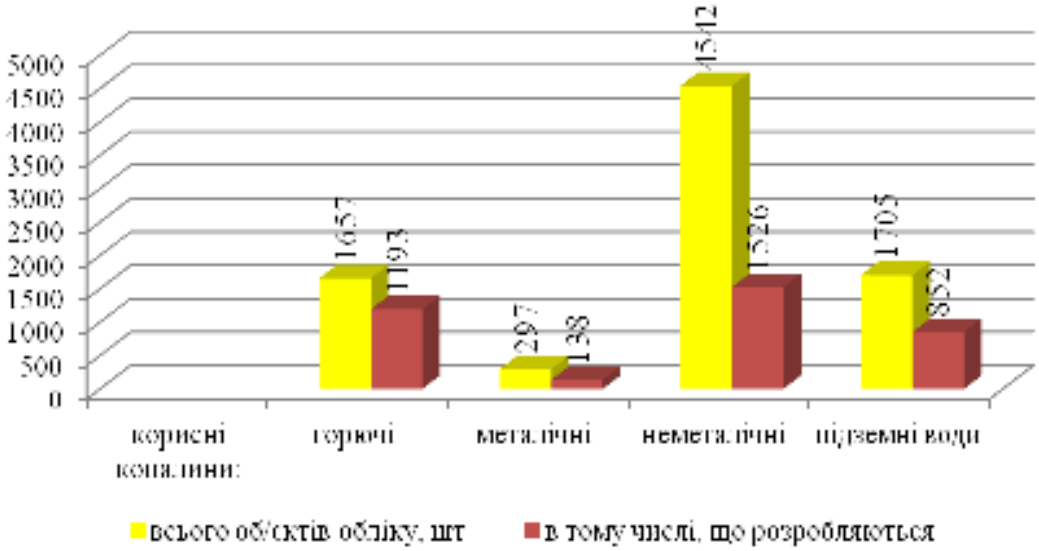


Рис. 1. Порівняльна діаграма об'єктів обліку Державного балансу корисних копалин України станом на 01.01.2017 рік усього та об'єктів, які розробляють

Обґрунтування проблеми

Якщо оцінити запаси мінерально-сировинного потенціалу країни з економічного погляду, то сумарна вартість запасів корисних копалин України становить, як один з варіантів, близько 7 трлн дол. США за оцінкою вітчизняних спеціалістів і 10 трлн дол. США – за посиланнями на іноземних спеціалістів. Ці оцінки враховано в матеріалах Верховної Ради України і профільних комітетів, а також у програмних документах і матеріалах Кабінету Міністрів України.

Вказані цифри демонструють розрахунок вартості потенційної товарної мінеральної продукції без урахування витрат на її отримання (капітальних і експлуатаційних витрат) та ураховують резервний фонд

родовищ корисних копалин країни, який здебільшого не відповідає сучасним вимогам і має низький рівень ліквідності ресурсного потенціалу. Тобто розвідано багато ресурсних об'єктів, які не витребувані промисловістю і не мають попиту в потенційних інвесторів. Причини криються в низькій якості вказаного капіталу і занижених кондиціях, за якими оцінено більшість родовищ у період "планової економіки". Основну частину (90 % резервного фонду корисних копалин) становлять родовища, розвідані за часів колишнього СРСР, коли стратегічно важливими були майже всі види сировини, а питання прибутку вважалося другорядним. Одночасно з багатими рудами у підрахунок запасів входили бідні, унаслідок чого сумарна рентабельність була мінімальною, але запаси сировини більшими, що вважалося важливішим і правильнішим з погляду повноти вилучення. Іноді запаси підраховували навіть під наявними населеними пунктами, не враховували: власність на землю, обмеження щодо надання певних категорій земельних ділянок, природоохоронні вимоги, санітарно-захисні та інші охоронні зони, підземні й наземні комунікації з їхніми охоронними зонами, думку територіальних громад тощо.

Таким чином, оперування не досить коректними оцінками мінерально-сировинного потенціалу країни може спричинити дезорієнтацію державної політики в питанні забезпеченості мінеральними ресурсами як чинника економічної безпеки і засобу страхування від глобальних кризових явищ.

Виклад основного матеріалу

У надрах нашої країни виявлено близько 98 видів мінеральної сировини, родовища якої диференціюють за ступенем готовності до використання. В уявленні геологів – це розвідані, попередньо оцінені родовища та прогнозні ресурси. Саме розвідані запаси є видимою і зафіксованою в усіх інстанціях частиною мінерально-сировинної бази. Декларування з року в рік високих цифр наявності розвіданих запасів призводить до помилкового сприйняття ресурсного потенціалу країни. Попередній аналіз стану основного резервного фонду родовищ ставить під сумнів придатність більшості об'єктів надрокористування як перспективних до відробки.

Розглянемо мінерально-сировинний потенціал деяких видів неметалевих корисних копалин на прикладі Донецької області. Дані обґрунтовано на результатах проведених геолого-економічних оцінок родовищ, які містяться в резервному фонді Державного балансу корисних копалин Донецької області, та на ефективному використанні сучасних комп'ютерних технологій, вихідних геологічних, інженерно-гідрогеологічних даних, що є напрацюванням ДРГП "Донецькгеологія".

Крейда. Держбаланс України Донецької області враховує 11 родовищ крейди будівельної, що не розробляють, з яких сім родовищ не можуть бути залучені до промислової розробки з причин: розміщення в охоронних зонах водозаборів (два родовища: Білокузьминівське та Красненське), ділянка № 1 Білокузьминівського родовища, крім того, межує з пам'ятником природи загальнодержавного значення "Крейдові стовпи", в охоронній зоні водоканалу Сіверський Донець-Донбас (два родовища: Григоренківське та Курдюмівське), запаси крейди родовищ Билбасівське, Слов'янське містяться під багаторічним листяним лісом і занесено до кадастру лісових угідь, родовище Біленьке під лісом, в охоронній зоні нафтопроводу та частково с. Біленьке, Андріївське родовище потрапляє в зону дії зсуву на схилі с. Андріївки (громада не узгоджує експлуатацію Андріївського родовища крейди будівельної та Голосняківського родовища крейди для хімічної промисловості із запасами 12,6 млн т). Таким чином, реальні до відробки запаси крейди будівельної чотирьох родовищ становлять 22,1 млн т, замість 124,7 млн т, що враховує резерв Державного балансу України в Донецькій області.

Пісок будівельний. Із 29 родовищ будівельного піску, що враховує Держбаланс, не розробляють 23, з яких можуть попередньо розглядатися як перспективні до відробки тільки дев'ять родовищ, які так само потребують перезатвердження запасів в оновлених межах (контурах). Так, несанкціоновано вироблено родовища: Водяне-2 повністю, Зовненське, Розсохуватське, Кутейниківське на 80–90 %. Славгресівське родовище розміщується в межах садового кооперативу, з моменту консервації родовища (1971 рік) місцеве населення використовуєть пісок для власних потреб. Ямпільське та Ямське родовища перебувають під багаторічними сосновими насадженнями та увійшли до Національного природного парку "Святі гори". Білосарайське родовище розміщується в межах Регіонального ландшафтного парку "Меотида", Каракубське – частково віддали під звалище м. Комсомольського, сім родовищ перебувають у зоні проведення АТО. Таким чином, потенційні до відробки запаси піску будівельного становлять 17,2 млн м^3, замість 164,6 млн м^3, що враховує Державний баланс України як резервні та підготовлені до промислового видобутку.

Камінь будівельний. Із 35 родовищ будівельного каменю, які враховує Держбаланс, 30 родовищ не розробляють. З них сім можуть попередньо розглядатися як перспективні до відробки. Запаси каменю будівельного цих семи родовищ без переоцінки становлять 327,4 млн м^3, замість 618,4 млн м^3, що враховує Державний баланс України.

Доломіт (сировина для металургії). Із шести родовищ, що обліковує Держбаланс, зараз розробляють одне Новотроїцьке родовище, чотири родовища розміщуються в зоні АТО, Ямське родовище з його трьома ділянками: Кам'янською, Дальньо-Серебрянською і Ближньо-Серебрянською, загальні запаси по яких становлять 7 477,2 тис. т, не може бути задіяне до розроблення в сучасних умовах. Запаси доломіту Ямського родовища в межах затверджених контурів для відкритої розробки відпрацьовано повністю, запаси доломіту для підземної розробки (від кількості, що обліковуються Держбалансом), що міститься в бар'єрних ціликах шахт

становлять близько 0,3 %, у ціликах під стовбурами шахт і панельних ціликах – близько 53 %, запобіжних ціликах під ставки-накопичувачі близько 29 %. Залишки промислових запасів (17,7 %, у кількості 1 323 тис. т) знаходяться на нижніх горизонтах, які характеризуються складними гідрогеологічними процесами і карстоутворенням та викликають сумнів щодо доцільності їхнього рентабельного видобутку. Отже, реальні експлуатаційні запаси доломіту становлять 12,6 млн т, замість 256,3 млн т, що враховує Державний баланс України.

Перелік можна продовжити, за кожним видом сировини будуть зміни в бік корегування як переліку родовищ, так і кількості та якості запасів стосовно окремих об’єктів і сировини загалом.

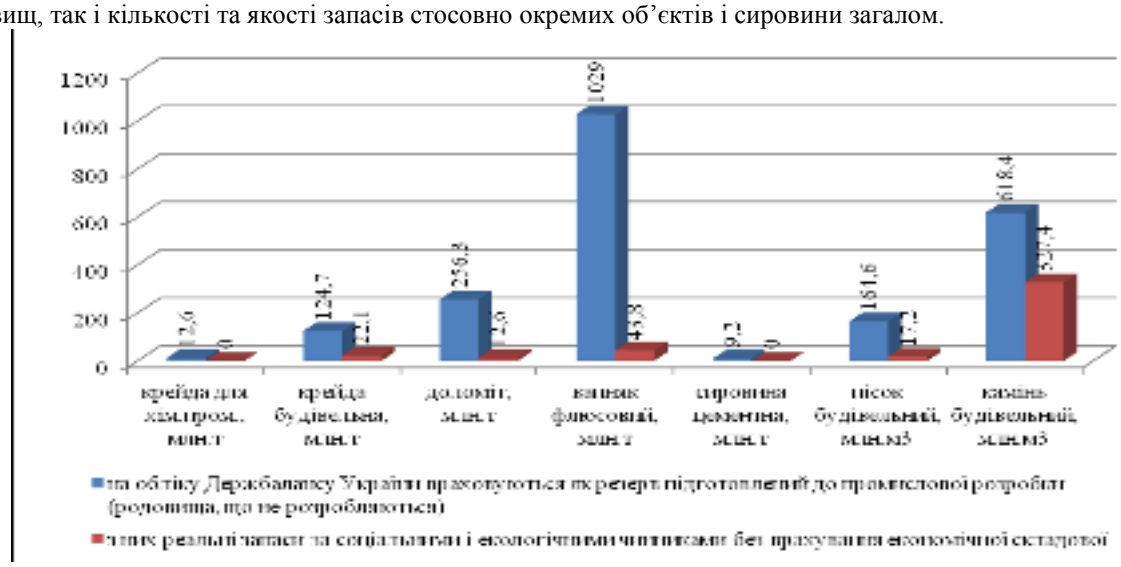


Рис. 2. Порівняльна діаграма кількості балансових запасів родовищ, які обліковує Державний баланс України та реальними експлуатаційними запасами за видами неметалевої сировини

Визначення реального мінерально-сировинного потенціалу України, підтримання та розвиток видобутку мінеральної сировини залежать від низки проблем, пов’язаних зі станом мінерально-сировинної бази загалом:

1. Надлишкова кількість об’єктів, що числиться на Державному балансі, є проблемою в плані реальної оцінки (стану) мінерально-сировинної бази України.

2. Низька якість ресурсного капіталу і занижені кондиції на корисні копалини зумовлюють неконкурентоспроможність мінеральної сировини і виснаження запасів з високим умістом корисних компонентів.

3. Нерентабельність освоєння розвіданих родовищ (запасів) в умовах ринкової економіки, недоцільність видобутку у зв’язку з погіршенням гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов розроблення, несприятливим географічним розміщенням і відсутністю розвинутої інфраструктури потребує істотних додаткових капітальних вкладень.

З урахуванням цих чинників реальні до відробки запаси потрібно скорегувати в бік зменшення шляхом Генерального перерахунку за видами мінеральної сировини.

Однак це будуть абсолютно оновлені показники ліквідності значного об’єму запасів. Тільки такі запаси мають увійти до складу об’єктів оцінки вартості мінерально-ресурсного потенціалу країни в сучасних соціально-економічних умовах. Усі інші запаси можливо перевести до резервного галузевого довгострокового фонду корисних копалин для майбутніх поколінь.

Своєрідна “розчистка” балансу визначить чіткість задач державної геологічної служби, визначеність пріоритетів і послідовність політики “ліквідації дефіцитності” окремих видів сировини, надасть можливість доробки довгострокових програмних документів з розвитку мінерально-сировинної бази України.

Виконання “розчистки” балансу за умов сучасних комп’ютерних технологій не є дуже витратною. Побудовані інтерактивні карти родовищ корисних копалин України і в межах регіонів, публічні кадастрові карти земельних ділянок, напрацьовані інформаційні матеріали по більшості родовищ підприємствами Держгеонадра, наявність родовищ-аналогів та інше сприятимуть мінімізації витрат на виконання цих робіт.

Висновки

Державним балансовим обліком ураховуються родовища, які не відповідають ринковим умовам і соціально-економічним перспективам України. Актуальним залишається питання з переоцінки наявного фонду та розподілу за ступенем ліквідності об’єктів у сучасних умовах з переведення в резервний галузевий баланс об’єктів, які не можуть зараз впливати на ефективну мінерально-сировинну політику країни.

Державна політика в мінерально-сировинній сфері має опиратися на реальні оцінки ліквідності як наявного, так і прогнозного ресурсного потенціалу надр. Саме в цьому сенс економічних (вартісних) підходів

до оцінки державної скарбниці надр. Поза зазначеним контекстом оцінки, вони можуть сприяти дезорієнтації державної політики на середньо-довгострокову перспективу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державний баланс запасів корисних копалин України на 01.01.2017 р. – Київ: ДНВП "Геоінформ України", 2018.
2. Сайт Державної служби геології та надр України.
3. *Акуленко Г. В.* Геолого-промислова оцінка детально розвіданих раніше родовищ неметалевих корисних копалин Донецької області, що не використовуються промисловістю… – ДРГП "Донецькгеологія", 2001, 2004, 2014.
4. *Акуленко Г. В.* Стан і динаміка сировинної бази Донецької області твердих корисних копалин у сучасних геолого-економічних умовах. – ДРГП "Донецькгеологія", 2018.
5. *Міщенко В. С.* Стаття в інтернеті. Доктор економічних наук ДУ "Інститут економіки природовикористання та стійкого розвитку Національної академії наук України". – Київ, 2011.

УДК 553.98.042 (477)

ВИЯВЛЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ ДРЕНОВАНИХ ЗАПАСІВ ГАЗУ ВІД ФІЛЬТРАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРІД-КОЛЕКТОРІВ

М. Багнюк, канд. геол. наук, Львівський КНДЦ УкрНДІгазу, м. Львів, Україна, bagnyuk.unga@i.ua

Досліджено залежність дренованих запасів газу "середньої" свердловини від фільтраційних властивостей порід-колекторів покладів виявлених у відкладах візейського ярусу Дніпровсько-Донецької западини. За їхніми результатами визначено задовільний кореляційний зв'язок між дренованими запасами газу та абсолютною газопровідністю порід-колекторів указаних відкладів.

DETERMINATION OF OPTIMAL DEPENDENCE OF DRAINED GAS SPARES FROM FILTRATION PROPERTIES OF ROCKS RESERVOIRS

M. Bahniuk, PhD (Geology), Lviv IRC Ukrainian Research Institute of Natural Gas, Lviv, Ukraine, bagnyuk.unga@i.ua

In this work there have been investigated the dependence of drainage gas reserves of the "middle" on the filtration properties of rocks reservoirs that was found in the deposits of the Visean of the Dnipro-Donets depression. According to their results, was established a satisfactory correlation connection between the drainage gas reserves and the absolute gas conductivity of the rocks reservoirs of these deposits.

Вибрана тема досліджень є актуальною в плані використання її результатів для складання початкової геолого-економічної оцінки перспективних щодо газоносності площ. Доцільність постановки пошукового буріння на таких площах визначають на основі техніко-економічних показників розробки прогнозованого покладу газу чи родовища. Для цього потрібне виконання газодинамічних розрахунків для визначення обсягів видобутку газу у функції часу. Їх проводять на основі відомостей про дреновані запаси газу, які може розробляти "середня" свердловина [1]. На сьогодні останні оцінюють методом аналогій з покладами чи родовищами газу, які перебувають в активній розробці. Проте, через конфіденційність інформації щодо розроблення покладу чи родовища виникають труднощі з використанням цього методу. Для спрощення їхнього визначення зроблено спробу пошуку залежностей дренованих запасів газу "середньої" свердловини від фільтраційних властивостей порід-колекторів.

У процесі видобутку газу свердловинами навколо них формується депресійна лійка, форма і розміри якої залежать від мінливості фільтраційно-ємнісних параметрів по площі і товщині продуктивних пластів. Залежно від ємності депресійної лійки в розробку залучаються певні об'єми запасів вуглеводнів, які прийнято називати дренованими. Тобто величина останніх є функцією фільтраційних властивостей породи-колектора.

Ефективність природного фільтраційного процесу у пластах залежить від їхньої геолого-фізичної характеристики, фізико-хімічних властивостей газу і технологічних умов вилучення. Як засвідчує досвід розроблення родовищ, на величину дренованих запасів газу найсуттєвіший вплив мають такі геолого-фізичні чинники: ємнісно-фільтраційні властивості породи-колектора; газонасичена товщина продуктивного пласта; термобаричні умови залягання покладу; компонентний склад пластового газу; тиск на початку конденсації фракції C_{5+}. У нафтогазовій галузі найбільш уживаними параметрами, які враховують вищеназвані чинники впливу, є фазова проникність, газопровідність і п'єзопровідність. Отже, саме з їхніми величинами варто зосередити пошук кореляційного зв'язку для дренованих запасів газу.

Перераховані фільтраційні властивості порід-колекторів визначають за результатами дослідження свердловин методами усталених і неусталених припливів. Величини фазової проникності (К), газопровідності (Kh/μ) та п'єзопровідності (χ) пов'язані між собою. Фазова проникність входить в аналітичні вирази, з яких визначають газопровідність і п'єзопровідність порід-колекторів. Загалом до структури згаданих виразів належать такі параметри [2]:

– газопровідність $\frac{Kh}{\mu}$, (1)

– п'єзопровідність $\frac{\hat{E} \cdot \eth_{\text{ï ë}}}{\mu \cdot m}$, (2)

де К – фазова проникність; h – ефективна газонасичена товщина; μ – в'язкість пластового газу; $p_{пл}$ – пластовий тиск; m – відкрита пористість.

Проте, на нових площах для прогнозування покладів газу такий метод встановлення перерахованих параметрів, через відсутність свердловин, є неприйнятним. Разом з тим фазова проникність порід-колекторів, розрахована за первинними дослідженнями свердловин, добре корелюється з абсолютною газопроникністю ($К_{пр}$). Останню визначають за результатами досліджень кернового матеріалу методом стаціонарної фільтрації за різних середніх тисків і екстраполюють до нескінченного середнього тиску. Як правило, значення фазової проникності на координатній площині $К_{пр}$ – $К_п$ знаходяться нижче лінійної залежності абсолютної газопроникності від відкритої пористості. Величини фазової проникності, визначені за умови однакового

перепаду тиску і фільтрації аналогічного флюїду для різних за пористістю порід-колекторів, також апроксимуються прямою лінією, яка є паралельною до залежності абсолютна газопроникність → відкрита пористість. Останню широко використовують для встановлення граничних значень фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів під час підрахунку загальних запасів газу.

Для оцінювання перспективних ресурсів вуглеводнів у пастках виявлених структур обґрунтовують середні для ймовірних покладів величини відкритої пористості та ефективної газонасиченої товщини, компонентний склад пластового газу та його властивості за прогнозованих термобаричних умов залягання. Перераховані параметри можна використати для визначення абсолютної газопроникності, газопровідності та п'єзопровідності перспективної у відношенні нафтогазоносності товщі порід-колекторів. Абсолютну газопроникність оцінюють за залежністю $К_{пр}$ – f ($К_п$), яка характерна для відповідного літотипу порід, взявши за основу середню величину відкритої пористості об'єкта досліджень. Газопровідність та п'єзопровідність розраховують за вже визначеною абсолютною газопроникністю, середньою ефективною газонасиченою товщиною і відповідними баричними умовами залягання та встановленими для них параметрами пластового газу (в'язкість, коефіцієнт стисливості) з використанням виразів (1) і (2). Оскільки фільтраційні властивості розраховано на основі абсолютної газопроникності та за початкових термобаричних умов, пропонуємо називати їх абсолютними.

Дослідження зв'язку між фільтраційними властивостями порід-колекторів і дренованими запасами газу проведено для об'єктів, які розміщуються в теригенних відкладах візейського ярусу Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Для цього опрацьовано результати розроблення покладів і дослідження кернового матеріалу Семиренківського газоконденсатного і Харківцівського та Юліївського нафтогазоконденсатних родовищ. Нижче наведено стислу характеристику вказаних об'єктів.

Семиренківське газоконденсатне родовище стосовно тектоніки розміщується в межах приосьової частини центрального грабена і приурочено до смуги північно-східного глибинного облягання Лубенсько-Білоцерківського мисоподібного виступу фундаменту. За верхньовізейськими структурними планами Семиренківське підняття є чітко вираженою антикліналлю. Продуктивними виявилися пісковики горизонтів В-16, В-17, В-18 і В-19. Поклади здебільшого за морфогенетичними ознаками резервуарів склепінні, пластового типу, літологічно екрановані.

Харківцівське нафтогазоконденсатне родовище знаходиться в центральній частині приосьової зони ДДЗ і входить до складу Глинсько-Розбишівського структурного валу. Промислово-газонасиченими виявилися горизонти від В-16 до В-23, які складені пісковиками, алевролітами глинистими породами і вапняками. Поклади пластові склепінні. Основні запаси вуглеводнів містяться в горизонті В-19.

Юліївське нафтогазоконденсатне родовище в тектонічному відношенні знаходиться в межах північного борту ДДЗ. Відкриті поклади вуглеводнів пов'язані з невеликими брахіантикліналями та тектонічними блоками, які простягаються низкою із заходу на схід уздовж субширотного скиду: Мерчиківською, Юліївською, Добропільською, Золочівською та Караванівською структурами. Промислові скупчення вуглеводнів виявлено в породах кристалічного фундаменту (горизонти РЄ-І, РЄ-ІІ), кам'яновугільних відкладів візейського (гор. В-25-26, В-20-21, В-16÷В-19) та серпуховського (гор. С-5 – С-4) ярусів. Поклади пластові, тектонічно екрановані, літологічно обмежені.

Породи-колектори газоконденсатних покладів вибраних родовищ представлені пісковиками, їхня відкрита пористість змінюється від 8 до 18 %. Наведені значення характерні для інтервалів перфорації свердловин, тобто є зважені за величинами ефективних товщин окремих пластів. Абсолютну газопроникність для порід-колекторів визначено з використанням графічних залежностей, зображених на рис. 1, які запозичені зі звітів підрахунку загальних запасів газу вказаних родовищ. Її величина змінюється в межах від $5{,}5\cdot10^{-3}$ до $80{,}1\cdot10^{-3}$ мкм^2. Геолого-промислова характеристика об'єктів дослідження та визначені фільтраційні властивості порід-колекторів і дренованих запасів газу наведено в таблиці.

Таблиця. Фільтраційно-ємнісні властивості порід-колекторів і геолого-промислова характеристика покладів газу у візейських відкладах

№ свердловини	Продуктивний горизонт	Інтервал перфорації, м	Пластовий тиск (початковий) $p_{пл.0}$, МПа	Пластова температура, К	Ефективна газонасичена товщина, м	Коефіцієнт пористості, зважений за ефективною товщиною, %	Абсолютна газопроникність, 10^{-3} мкм^2	В'язкість газу μ, мПа·с	Абсолютна газопровідність Kh/μ, $\frac{мкм^2 \cdot м}{мПа \cdot с}$	Абсолютна п'єзопровідності χ, м^2/с	Коефіцієнт стиснення пластового газу Z, част. одн.	Дреновані запаси газу, млн м^3
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*
Юліївське НГКР												
3	В-19-В-19н	3455–3476	37,71	360,9	6,0	16,2	48,2	0,0264	10,95	4249,96	1,037	480
4	В-19+В-19н	3630–3634; 3647–3655	37,40	362,2	8,0	17,5	83,6	0,028	23,89	6380,90	1,033	1003

50	В-16-19 В-26н	3376–3378; 3500–3574	37,18	360,6	10,6	11,3	6	0,0256	2,48	771,16	1,029	184
56	В-16-19	3391–3408; 3427–3433	37,18	360,6	9,6	13,2	13,5	0,0254	5,10	1497,05	1,029	252
57	В-16+В-19	3418–3452	37,47	362,5	4,8	17,4	80,1	0,0264	14,56	6533,76	1,036	920
60	В-19н	3534–3561; 3552–3578	37,71	360,9	5,0	14,8	26,6	0,0259	5,14	2623,93	1,037	460
61	В-16-19	3460–3495	37,71	360,9	4,8	12,8	11,4	0,026	2,10	1291,75	1,037	290
70	В-19	3451–3551	37,71	360,9	3,2	17,0	67,6	0,0259	8,35	5789,68	1,037	292
107	В-16+В-19	3527–3568	32,37	360,0	6,0	14,9	27,7	0,0261	6,37	2305,66	0,967	328
63	В-20	3635–3643	36,12	363,0	5,6	15,0	28,9	0,0273	5,93	2549,13	1,011	480
Харківцівське НГКР												
15	В-18-21	5000–5008; 5020–5033; 5036–5041	54,47	406	9,4	9,6	10,8	0,0258	3,93	2375,15	1,030	257
16	В-19	4911–4918	49,04	403	4,0	8,0	2,7	0,0258	0,42	641,51	1,170	18
409	В-19	4831–4880	48,83	402	11,7	9,5	9,9	0,0316	3,67	1610,32	1,165	248
58	В-21	5035–5039; 5045–5052	47,86	407	6,6	9,6	12,0	0,0321	2,47	1863,71	1,155	165
57	В-21	5018–5024; 5032–5034	53,16	406	7,0	11,3	27,6	0,0258	7,49	5032,64	1,120	395
63	В-21	5011,6–5016,2; 5017–5026,5	54,02	406	12,7	11,4	28,0	0,0257	13,84	5162,67	1,230	721,6
Семиренківське ГКР												
2	В-16б$_2$	5035-5046	53,32	392	8,2	10	13,3	0,0312	3,5	2272,94	1,224	87

Побудовані залежності дренованих запасів газу від абсолютних газопроникності, газопровідності та п’єзопровідності зображено на рис. 2–4 відповідно. Їхній аналіз засвідчує, що найкращим кореляційним зв’язком характеризується залежність дренованих запасів від абсолютної газопровідності. Для неї властиві лінійне рівняння регресії та найменша похибка визначення дренованих запасів газу. Інші залежності апроксимуються кривими лініями, які описуються степеневими рівняннями. Візуальне спостереження показує, що вони характеризуються істотно слабшим кореляційним зв’язком між аргументом і функцією.

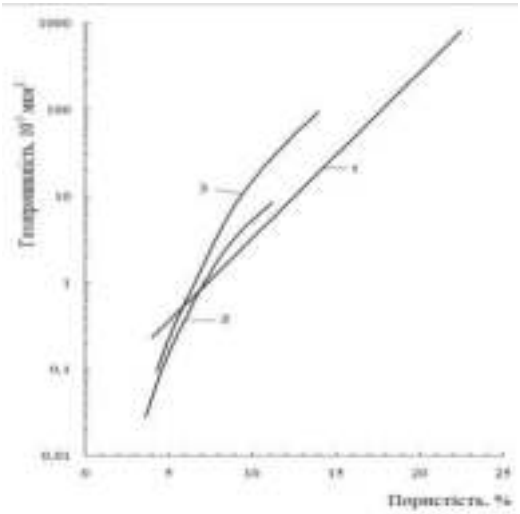


Рис. 1. Залежність абсолютної газопроникності від пористості для теригенних порід-колекторів візейського ярусу: 1 – Юліївського НГКР; 2 – Семиренківського ГКР; 3 – Харківцівського НГКР

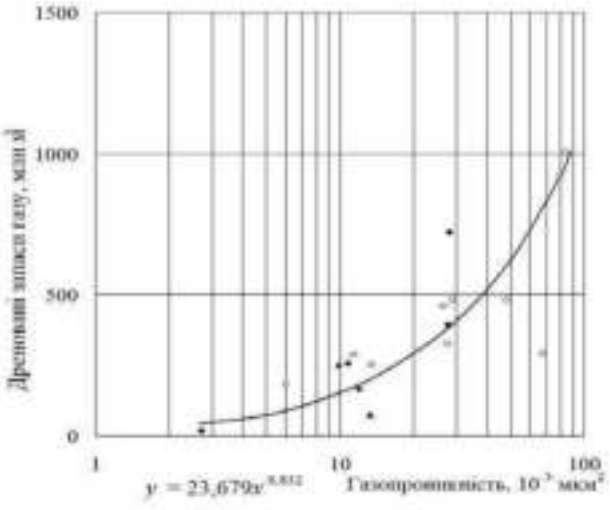


Рис. 2. Залежність дренованих запасів газу від абсолютної газопроникності порід-колекторів візейського ярусу: ○ – Юліївське НГКР; ♦ – Харківцівське НГКР; ▲ – Семиренківське ГКР

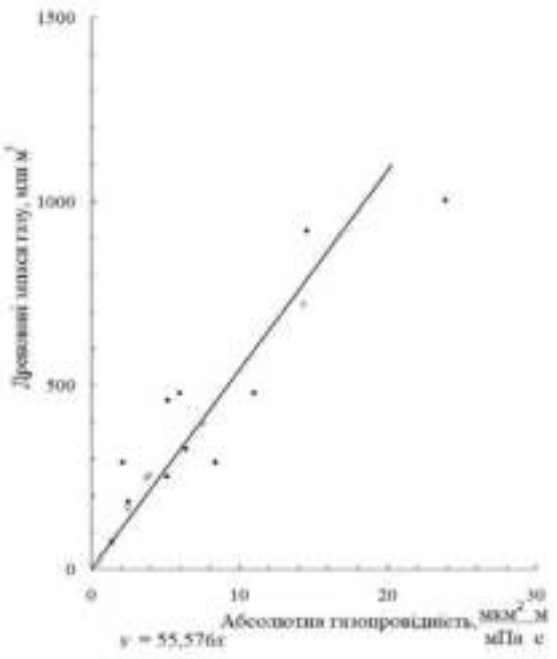


Рис. 3. Залежність дренованих запасів газу від абсолютної газопровідності порід-колекторів візейського ярусу:
♦ – Юліївське НГКР; ◊ – Харківцівське НГКР; ▲ – Семиренківське ГКР

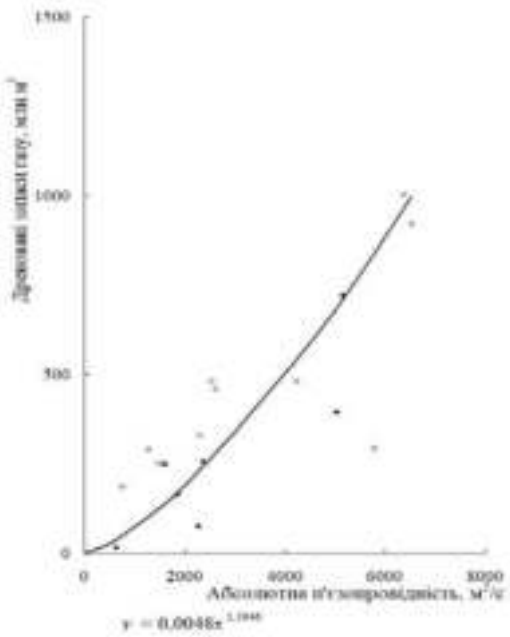


Рис. 4. Залежність дренованих запасів газу від абсолютної п'єзопровідності порід-колекторів візейського ярусу:
○ – Юліївське НГКР; ♦ – Харківцівське НГКР
▲ – Семиренківське ГКР

За результатами виконаних досліджень можна вважати, що між абсолютною газопровідністю порід-колекторів і дренованими запасами газу є задовільний кореляційний зв'язок. Це дає змогу зробити висновок про доцільність продовження досліджень у цьому напрямі. В перспективі для отримання надійнішої залежності між зазначеними параметрами доцільно залучити більший масив інформації.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Коротаев Ю. П., Закиров С. Н.* Теория и проектирование разработки газовых и газоконденсатных месторождений. – М.: Недра, 1981. – 294 с.

2. Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных пластов и скважин//Под ред. Г. А. Зотова, З. С. Алиева. – М.: Недра, 1980. – 301 с.

УДК 552.1:551.14 (477)

ЗОНЫ РАЗУПЛОТНЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ ПО МАТЕРИАЛАМ PT-ПЕТРОФИЗИКИ, ГСЗ И ГРАВИМЕТРИИ

П. А. Буртный[1], В. А. Корчин[2], Е. Е. Карнаухова[3]
1 – научный сотрудник,
2 – канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник,
3 – канд. геол. наук, Институт геофизики им. С. И. Субботина Национальной Академии наук Украины, Киев, Украина, korchin@igph.kiev.ua

В условиях больших глубин существенную роль на зависимости Vp=f(H) и ρ=f(H) оказывает температура, влияние которой необходимо учитывать при уточнении связи Vp=f(ρ) на различных глубинах. Упруго-плотностные характеристики с глубиной в земной коре изменяются по сложным нелинейным законам. На зависимостях V_P=f(H) и ρ=f(H) проявляются зоны инверсии плотности и скорости, что является следствием разуплотнения пород в неравномерных и переменных полях глубинных давлений и температур. По данным термобарического петрофизического сейсмогравитационного моделирования получен уточненный вещественный разрез участка земной коры центральной части Украинского щита, где предполагаются локальные области понижения плотности (зона разуплотнения пород <0,01 г/см^3), которые, как правило, совпадают с ЗНС и зависят от глубинных PT-условий.

ZONES OF LOW DENSITY OF THE EARTH'S CRUST ON MATERIALS OF PT-PETROPHYSICS, DSS DATA AND GRAVIMETRY

Petro Burtnyi[1], Valery Korchin[2], Elena Karnaukhova[3],
1 – scientific worker,
2 – candidate in physical – mathematical sciences, senior scientific worker,
3 – candidate of geological sciences S. I. Subbotin Institute of Geophysics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine, korchin@igph.kiev.ua

In conditions of large depths, a significant role in dependences V_P=f(H) and ρ=f(H) is exerted by a temperature, the influence of which must be taken into account when the coupling V_P=f (ρ) is refined at different depths. Elastic-density characteristics with a depth in the Earth's cryst change on nonlinear laws. The experiments show that the V_P=f(H) and ρ=f(H) dependences have complicated regularities: on the curves velocity and density inversion zones with maxima and minima manifestation are marked. According to the data of thermobaric petrophysical seismic-gravity modeling, a refined material section of the Earth's crust of the investigated region has been obtained, where local low density zones are assumed (the low density zone of rocks <0,01 g/cm^3), which, as a rule, coincide with low velocity zones and by deep PT-conditions are formed.

Особенности строения глубинных горизонтов земной коры, не доступных бурению, основываются на анализе материалов геофизических исследований, которые фактически отражают глубинное состояние пород. От качества интерпретации геофизических данных зависит прогноз скопления и местоположения полезных ископаемых. В этом плане успешным является предложенный нами метод петрофизического термобарического моделирования (ПТМ), который базируется на сопоставлении экспериментальных данных об изменении физических параметров горных пород (в частности скорости упругих продольных волн (V_P) и плотности (ρ)) в *PT*-условиях, соответствующих термобарическим режимам земной коры исследуемых регионов, с материалами ГСЗ и гравиметрии с учетом поверхностной геологии, что позволяет построить, в первом приближении, или уточнить и дополнить уже существующую глубинную геологическую модель. Важной особенностью изучения упругих характеристик пород при высоких *PT*-параметрах является одновременное изменение давления (*P*) и температуры (*T*) по специальным программам. В их основу положены данные о распределении *P* с глубиной, рассчитанного по средним значениям ρ пород в глубинных зонах земной коры и возможного строения конкретных геологических провинций. Распределения *T* на различных глубинах рассчитываются по материалам геотермического изучения соответствующих районов. В экспериментах образец породы как бы постепенно "погружается" с дневной поверхности на необходимую глубину (до 40 км), при этом измеряются $V_{P,S}$ в образце. В опытах определяется также декремент объема, по которому рассчитываются значения плотности [1, 4].

Одной из задач комплексной интерпретации геофизических данных с использованием связей "скорость-плотность" для различных геологических объектов является построение согласованной модели глубинных горизонтов Земли, в которой расчетные волновые и гравитационные поля совпадают с наблюденными. Чисто формальное количественное совпадение наблюденного и расчетного полей еще не может служить критерием единственности решения поставленной задачи. Это совпадение лишь значит, что найдено одно из множества эквивалентных решений. Поэтому любое полученное решение обязательно должно наилучшим образом соответствовать совокупности известных (из сейсмометрии, гравиметрии, изучения физических свойств, геотермии, петрологии, геологии и др.) данных. Поскольку параметры регрессий для определения плотности пород при атмосферном давлении существенно иные, чем наблюдаемые при давлениях, характерных для глубин земной коры, то для определения плотностных параметров пород консолидированной земной коры

следует пользоваться только теми зависимостями, которые получены именно для этих образований при высоких давлениях и температурах. Нашими многолетними исследованиями убедительно показано, что в условиях больших глубин существенную роль на зависимости $V_P=f(H)$ и $\rho=f(H)$ оказывает температура, влияние которой необходимо учитывать при уточнении связи $V_P=f(\rho)$ на различных глубинах. В большинстве случаев эта связь далека от линейной для большинства разновидностей пород на различных глубинах [2]. В первую очередь, это связано со сложными зависимостями упругих и плотностных характеристик горных пород с глубиной, которые, как показали соответствующие эксперименты, изменяются по нелинейным законам с проявлением на зависимостях этих параметров максимумов и минимумов, т. е. при определенных одновременнодействующих на минеральное вещество *P* и *T* выявляются зоны низких скоростей (ЗНС) в интервале глубин 5–15 км [2, 3] (рис. 1). При *P* и *T*, которые изменяются по программам, соответствующим термобарическим параметрам ЗНС (P=1,5÷3 кбар, T=150÷250 °C, H=3÷15 км), в горных породах в ходе экспериментов были обнаружены микроструктурные преобразования, которые свидетельствует о низкотемпературном упругом упрочнении и хрупком микроразрушении минерального вещества в ЗНС. В таких зонах влияние минерального состава на упругие параметры пород невысокое, и оказывается значительно меньше, чем структурные преобразования пород под воздействием давлений и температур. Нашими экспериментальными исследованиями и сопоставлением этих данных с материалами ГСЗ обосновано положение о термобарической природе ЗНС в земной коре. Сделанные предположения о механизме возникновения ЗНС подтверждаются данными изучения под влиянием программного воздействия *PT* на плотности пород. Как и ожидалось, при *PT*, соответствующих глубинам ЗНС (5–15 км), плотности также уменьшаются, а иногда градиент роста плотности пород приобретает отрицательные значения (–0,01–0,03 г/см^3), подтверждая тем самым интенсивное разуплотнение пород в этих горизонтах, образуя области пониженной плотности в коре (рис. 1б).

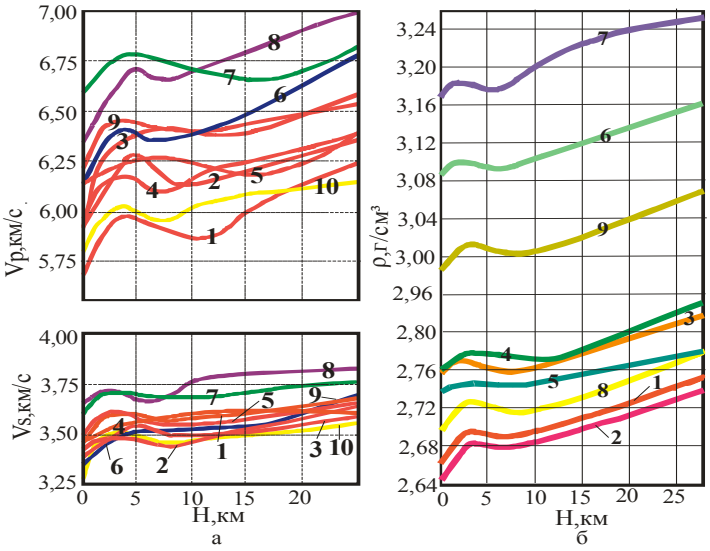


Рис. 1. а – Изменение с глубиной средних значений скоростей V_P и V_S ($V_{P,S}=f(PT)=f(H)$) для различных групп пород; б – Изменение с глубиной средних значений плотности $\rho=f(H)$. 1 – граниты равномернозернистые, 2 – граниты порфировидные, 3 – чарнокитоиды, 4 – анортозиты, 5 – лабрадориты, 6 – габбро, 7 – пироксениты, 8–10 – гнейсы

Очевидно, изменение скорости и плотности пород на глубинах 3–20 км с проявлением зон инверсий V_P и ρ существенно изменит зависимости $V_P=f(\rho)$ от принятых линейных среднестатистических. Это дает возможность уточнить связь $V_P=f(\rho)$ на различных глубинах. Сопоставляя статистические зависимости $V_P=f(\rho)$ с таковыми для отдельных образцов пород, очевидно несовпадение данных. Для породы конкретного минерального состава зависимости $V_P=f(\rho)$ имеют сложную форму (образование петель) (рис. 2).

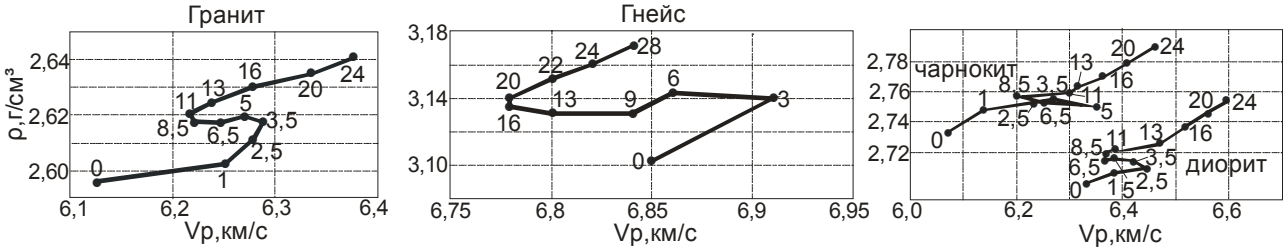


Рис. 2. Зависимости $V_P=f(\rho)$ для отдельных пород на различных глубинах (цифры на кривых соответствуют глубинам H в км)

Именно в зоне инверсии скорости и плотности традиционная зависимость $V_P=f(\rho)$ нарушается. Нет соответствия корреляционной зависимости: большей плотности пород соответствует большая скорость. На этом участке глубин необходим подбор плотностей корового минерального вещества, непосредственно по отдельным образцам пород, имеющим определенные скорости и конкретные плотности. В этом случае не будут пропущены аномальные области разуплотнения минерального вещества от действующих на определенных глубинах P и T. Полученные данные были использованы нами при ПТМ и дали возможность уточнить и дополнить существующие модели распределения пород с глубиной.

По данным совпадения экспериментальных и наблюденных (ГСЗ) скоростей на первом этапе была построена модель распределения минерального вещества с глубиной для исследуемого региона, далее подбирались плотностные зависимости $\rho=f(PT)=f(H)$, соответствующие конкретным породам [1, 4]. Для петрофизического моделирования была выбрана центральная часть Украинского щита (УЩ). Этот район довольно хорошо изучен в геологическом отношении в связи с поисками и открытием месторождений полезных ископаемых. Имеющаяся геологическая информация [5, 6] дает довольно четкое представление о тектоническом положении, структурных элементах, составе и возрасте минеральных образований, слагающих верхние горизонты коры района. Участок исследований находится в субмеридиональной осевой зоне Ингульского мегаблока, и включает в себя такие основные структуры как Корсунь-Новомиргородский и Новоукраинский массивы, а также расположенную восточнее Приингульскую синклиналь (рис. 3). Исходя из данных о поверхностной геологии была подобрана коллекция пород, получена необходимая информация и проведено обобщение материалов экспериментальных исследований о V_P и ρ пород, участвующих в строении Кировоградского рудного района. В коллекцию вошли граниты (порфировидные кировоградского комплекса, равномернозернистые, рапакиви, новоукраинские), основные породы габбро-анортозитового состава, гнейсы ингуло-ингулецкой серии. Рассмотрены также породы гранулитового комплекса, в частности эндербиты и основные гранулиты. Полученные в результате петроскоростного моделирования данные о составе коры Корсунь-Новомиргородского и Новоукраинского блоков были использованы при построении прогнозного вещественного разреза вдоль профиля ГСЗ XXIV, который пересекает осевую зону Кировоградского района в субмеридиональном направлении (рис. 3).

Следующим этапом ПТМ было построение скоростного и плотностного разрезов вдоль рассматриваемого профиля, которые позволяют подчеркнуть особенности распределения V_P и ρ в земной коре исследуемого района (рис. 4).

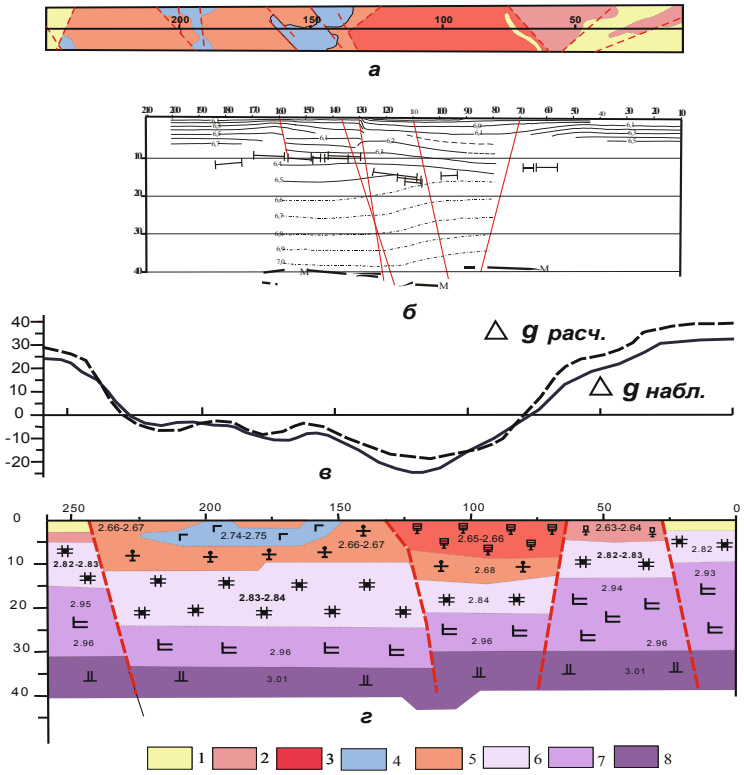
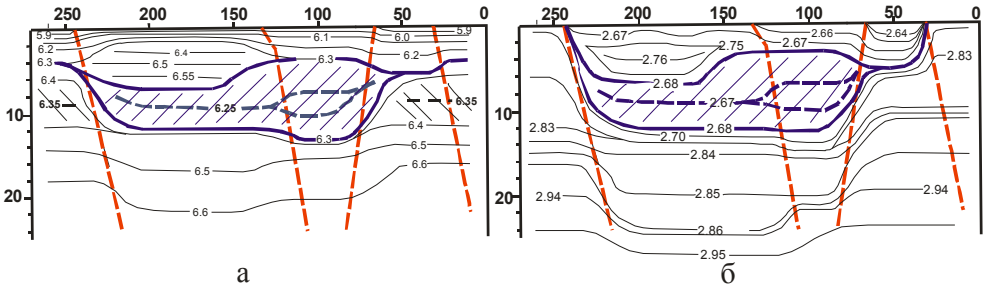


Рис. 3. Геологическая обстановка (а), скоростной разрез (б), данные гравиметрических наблюдений (в) и модель распределения пород в земной коре по профилю ГСЗ XXIV: 1 – гнейсовые комплексы ингуло-ингулецкой серии, 2 – гранитоиды кировоградского комплекса, 3 – граниты новоукраинские, 4 – габбро-анортозиты, 5 – габбро-анортозиты; 6 – эндербиты; 7 – основные гранулиты, 8 – гнейсы пироксенового состава

На разрезах четко выделяются ЗНС (заштрихованные области) (рис. 4а) и соответствующие им зоны разуплотнения (рис. 4б). Как видно из рис. 4, в коре Корсунь-Ноовомиргородскго блока такие зоны слабо выражены вследствие того, что верхние их части перекрыты более высокоскоростными и высокоплотностными

породами габбро-анартозитового состава. В коре Новоукраинского блока указанные зоны проявляются четче. Здесь они занимают более широкий интервал глубин вследствие того, что зоны, выявленные в новоукраинских гранитах, плавно переходят в зоны низких скоростей и плотностей, выделенные в залегающих ниже гранитах рапакиви.



а б

Рис. 4. Скоростной (а) и плотностной (б) разрезы земной коры вдоль профиля ГСЗ XXIV, построенные по данным экспериментальных исследований изменения скорости и плотности горных пород с глубиной

ЗНС в силу своей природы (области разуплотненных пород) могут служить критерием поиска полезных ископаемых, поскольку они наиболее проницаемы для мигрирующих минеральных сред в земной коре: восходящих гидротермальных растворов и флюидов мантийного происхождения. В них с наибольшей интенсивностью могли проходить различные процессы метасоматоза, образования и локализации полезных ископаемых. Наиболее перспективны в данном аспекте горизонты палеообластей ЗНС, которые, возможно, в настоящее время находятся вблизи поверхности в результате эрозии коры. В этих областях наиболее вероятны образование и локализация твердофазных полезных ископаемых, газово-жидких углеводородов, например, неорганического происхождения. Приобретая характер широкомасштабной системы сквозных глубинных нарушений в коре, указанные зоны в период активизации тектономагматических процессов являются наиболее проницаемыми. С ними связывается повышение интенсивности теплового потока, поступление продуктов магматизма (в том числе в виде гидротермальных растворов) и активизация процессов метасоматоза, т. е. здесь наблюдается современное формирование локализаций полезных ископаемых. Если учитывать тот факт, что во время формирования и становления коры Ингуло-Ингулецкого района в протерозое температурный градиент был значительно выше современного, то наиболее широко проявленная зона повышенной проницаемости, существующая в коре Новоукраинского блока, являлась наиболее благоприятной для образования и локализации полезных ископаемых, вследствие чего, как показывают материалы исследований последних лет [6], большая часть месторождений расположена в пределах Новоукраинского блока. Зоны низких скоростей и плотностей из известных глубинных аномалий физических полей наиболее доступны для изучения различными геолого-геофизическими методами, в том числе сверхглубоким бурением, что способствует их наиболее детальному и перспективному изучению с целью поисков полезного минерального сырья и уточнения глубинного строения Земли. Таким образом, такие зоны могут являться поисковыми критериями полезных ископаемых.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Корчин В. А., Буртный П. А., Коболев В. П.* Термобарическое петрофизическое моделирование в геофизике. – Киев: Наукова думка, 2013. – 312 с.
2. *Корчин В. А., Буртный П. А., Карнаухова Е. Е.* Термодинамическое нарушение линейной связи “скорость-плотность” горных пород в земной коре//Материалы XIV Международной конференции “Физико-химические и петрофизические исследования в науках о Земле”. – Москва: ИГЕМ РАН, 2014. – С. 107–110.
3. *Корчин В. А.* Термодинамика коровых зон низких сейсмических скоростей (новая научная гипотеза). – Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, 2013. – 280 с.
4. *Буртный П. А., Корчин В. А., Карнаухова Е. Е.* Моделирование вещественного состава глубинных горизонтов земной коры (новая концепция интерпретации геофизических данных). – Saarbrücken: LAP Lambert Akademic Publishing, 2013. – 188 с.
5. Геологическая карта кристаллического основания Украинского щита м-ба 1:500 000. Объяснительная записка. – Киев, 1983. – 101 с.
6. Кировоградский рудный район. Глубинное строение. Тектонофизический анализ. Месторождения рудных полезных ископаемых. – Киев: Прастыи луды, 2013. – 500 с.

УДК 553.041+552.322.2:553.493.5/.6 (477)

ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВ ЗАХІДНОЇ ТА ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИН УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА НА РІДКІСНОМЕТАЛЕВО-РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНЕ ЗРУДЕНІННЯ, ПОВ'ЯЗАНЕ З ПЕГМАТИТАМИ

А. П. Василенко[1], Л. В. Ісаков[2]
1 – УкрДГРІ, Київ,Україна, alla_vas@ukr.net, 2 – ДНУ, Дніпро, Україна, isakov_I@ukr.net

Визначено закономірності поширення рідкіснометалевих і рідкісноземельних пегматитів у межах Західної та Центральної частин УЩ. Розроблено нові та удосконалено уже наявні прогнозні критерії й пошукові ознаки рідкіснометалево-рідкісноземельного зруденіння.
Оцінено перспективи та надано рекомендації на проведення подальших робіт, спрямованих на виявлення нових родовищ рідкісних і рідкісноземельних металів у межах пегматитоносних полів.

ASSESSMENT OF THE PROSPECTS FOR WESTERN AND CENTRAL PARTS OF THE UKRAINIAN SHIELD ON THE RARE METAL-RARE EARTH MINERALIZATION, ASSOCIATED WITH PEGMATITES

A. P. Vasylenko[1], L. V. Isakov[2]
1 – UkrSGRI, Kyiv, Ukraine, alla_vas@ukr.net, 2 – DNU, Dnipro, Ukraine, isakov_I@ukr.net

Regularities in the distribution of rare-metal and rare-earth pegmatites within the Western and Central parts of the US are determined. New and improved prediction criteria and search criteria for rare-earth rare-earth mineralization have been developed. Prospects and recommendations for further work aimed at identifying new rare and rare-earth metal deposits within pegmatite-bearing fields are estimated.

1. На підставі виявлених і систематизованих чинників формування, розвитку й поширення пегматитових асоціацій Західної та Центральної частин УЩ установлено три пегматитові райони (Волинський, Подільський, Інгульський), пегматитові пояси (Братський, Південноволинський). Ураховуючи власні дослідження та матеріали попередників, у межах пегматитових поясів оконтурено пегматитові поля та з'ясовано геолого-труктурні особливості їхнього формування.

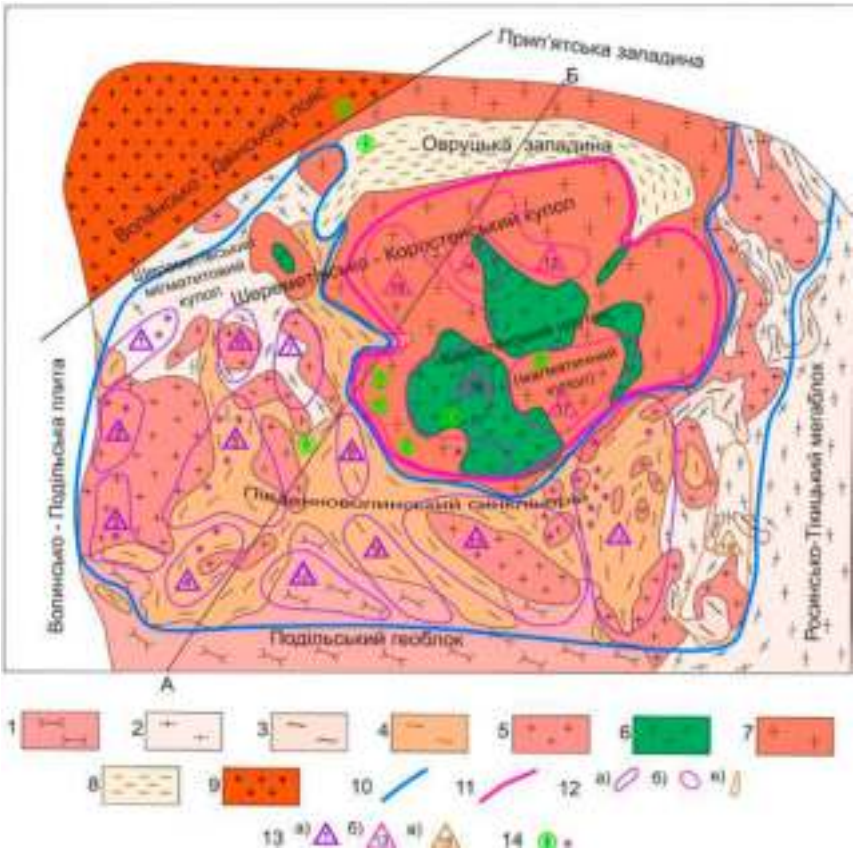


Рис. 1. Схематична карта Волинського пегматитового району
1 – Мігматити та граніти побузького комплексу; 2 – мігматити шереметівського та тетіївського комплексів; 3 – породні комплекси росинсько-тікицької серії; 4 – породи комплексу тетерівської серії; 5 – граніти житомирського комплексу; інтрузивні утворення комплексу (6 – габро, 7 – граніти); 8 – породи комплексу овруцької серії; 9 – граніти пержанського комплексу; 10 – умовний контур Південноволинського пегматитового поясу; 11 – умовний контур Коростенського штокверку камерних пегматитів. 12 – Умовні границі пегматитових полів: а – рідкіснометалевих і рідкісноземельних; б – камерних; в – керамічних. 13 – Пегматитові поля: а – рідкіснометалевих пегматитів: 1 – Городницьке; 2 – Корецьке; 3 – Шепетівське; 4 – Баранівське; 5 – Новоград-Волинське; 6 – Сербівське; 7 – Барашівське; 8 – Теснівське; 9 – Кодининське; 10 – Бердичівське; 11 – Коростишівське; 12 – Кочерівське; б – камерних пегматитів: 13 – Ігнатпільське; 14 – Бехівське; 15 – Володарсько-Волинське; 16 – Іршанське; 17 – Малинське; в – керамічних пегматитів: 18 – Яблунівсько-Володимирське. 14 – Родовища і прояви, пов'язані з пегматитами

У межах Південно-волинського пегматитового поясу оконтурено 12 пегматитових полів, які майже покривають усю площу поясу (рис. 1). Але відсутність істотних проявів рідкісних металів; незначна потужність пегматитових жил; відсутність жильних зон або пучків пегматитів; відсутність потенційних рудних об'єктів у геохімічних і геофізичних полях свідчить про незначну перспективність цієї території на виявлення рідкіснометалево-рідкісноземельного зруденіння.

У межах Подільського пегматитового району оконтурено вісім пегматитових полів з рідкісноземельною цирконій-торієвою мінералізацією. Але відсутність “материнських” гранітів; значних проявів рідкісних земель; наявність спорадичних пегматитових жил також свідчить про незначну перспективність цієї території на виявлення рідкісноземельного зруденіння.

У межах Братського пегматитового поясу оконтурено чотири пегматитових поля (рис. 2). Це Петроострівське – з рудопроявами Мостове, Вись, Копанки; Липнязьке (Станкуватське) – родовище – Станкуватське, рудопрояви: Надія, Новостанкуватський, Ташлицький, Новоодеський; Полохівське пегматитове поле – родовище Полохівське. Усі вищеперераховані об’єкти несуть рідкіснометалеве зруденіння літію, танталу та супутніх компонентів і належать до ГПТ рідкіснометалеві пегматити. Крім того, у межах цього пегматитового поясу міститься Братсько-Олексіївське пегматитове поле з родовищами Південне, Калинівське, Лозуватське, яке належить до іншого ГПТ, рідкісноземельно-торій-уранових пегматитів.

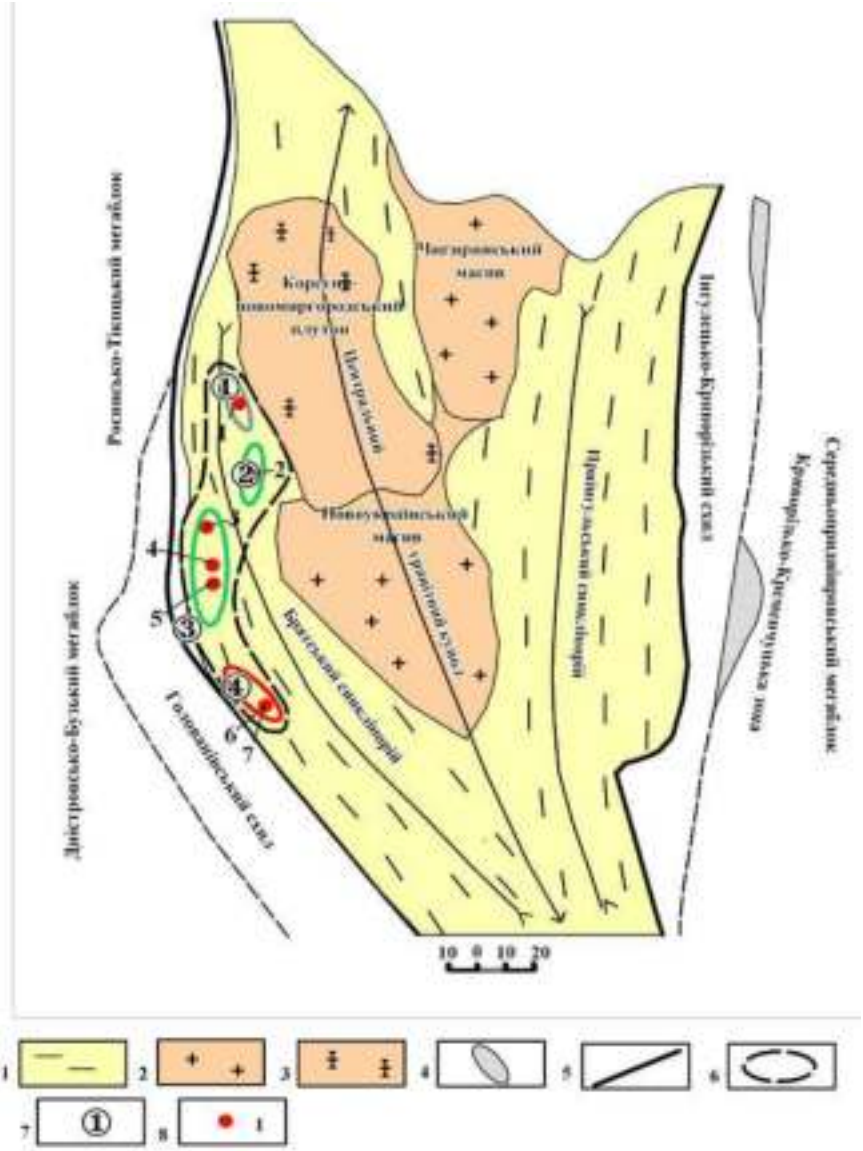


Рис. 2. Схематична карта Інгульського пегматитового району

1 – Дрібнокупольні структури Братського і Приінгульського синклінорії, сформовані породними утвореннями інгуло-інгулецької серії та гранітами кіровоградського комплексу. 2 – Інтрузивні утворення новоукраїнського комплексу. 3 – Інтрузивні утворення корсунь-новомиргородського комплексу. 4 – Метатеригенні утворення криворізької серії. 5 – Геологічні границі. 6 – Умовний контур Братського пегматитового поясу. 7 – Умовні контури полів рідкіснометалевих пегматитів: 1 – Петроострівське; 2 – Полохівське; 3 – Липнязьке та 4 – Братсько-Олексіївське (рідкісноземельно-уранових пегматитів). 8 – Рудопрояви та родовища рідкіснометалевих пегматитів: 1 – Мостове, 2 – Полохівське, 3 – Липнязьке, 4 – Станкуватське, 5 – Надія, 6 – Калинівське, 7 – Лозуватське

2. Для подальшого системного вивчення рідкіснометалевого зруденіння на цій території розроблено нові та вдосконалено вже наявні прогнозні критерії та пошукові ознаки, які поділено на чотири групи і систематизовано за принципом поступового наближення до розшукуваного об’єкта: від визначення перспектив на пегматити мегаструктур до з’ясування перспектив окремих пегматитових полів, вузлів і пучків.

До першої групи належать критерії прогнозування, пов’язані із загальними закономірностями розміщення пегматитів у часі (геохронологічні) і просторі (мегаструктурні). Саме ці критерії визначають головні структурні одиниці (пегматитові провінції, області та райони) та їхню металогенічну спеціалізацію.

Друга група об’єднує регіональні критерії, серед яких виділено тектоноструктурні, магматичні і метаморфічні, які визначають формування, локалізацію та становлення пегматитових поясів і полів.

Критерії третьої групи – прогнозні критерії формування, локалізації та становлення пегматитових вузлів і пучків. Це критерії рівня ерозійного зрізу, критерії геолого-структурних особливостей структур і порід, які містять пегматити, критерії структури пегматитових полів і пучків.

Критерії четвертої групи – це критерії прогнозу пегматитових тіл, які можна виявити під час безпосереднього вивчення їхньої внутрішньої будови. Це такі критерії, як мінералого-геохімічні, структурно-текстурні, петрохімічні, термобарогеохімічні, термолюмінесцентні та ін.

І нарешті, важливу роль для визначення ступеня перспективності пегматитових утворень мають пошукові ознаки. На прикладі Станкуватського родовища та рудопрояву Мостове розроблено пошукові ознаки літієвих і танталових руд.

3. За прогнозними критеріями та пошуковими ознаками визначено перспективи на рідкіснометалево-рідкісноземельну сировину, пов'язану з пегматитами в межах площі дослідження.

Прогнозні критерії першої і частково другої групи перспективними на рідкіснометалеву сировину визначають Інгульський (Кіровоградська металогенічна область) і Волинський (Волинська металогенічна область) пегматитові райони. В їхніх межах чітко картують гранітні батоліти і низку диференційованих гранітних масивів, котрі є генераторами пегматитової речовини рідкіснометалевої спеціалізації.

Подільсько-Бузька пегматитова область за оцінними критеріями другої групи є неперспективною на рідкіснометалеві пегматити, але в межах Подільського пегматитового району можливо виявлення рідкісноземельного зруденіння.

Білоцерківська металогенічна область за теперішнім розумінням її геолого-структурної позиції і розвитку є неперспективною на рідкіснометалеві пегматити за винятком ендоконтактних зон з Волинським і Інгульським пегматитовими районами в зонах впливу гранітних інтрузій.

За прогнозними критеріями другої та третьої групи в межах Волинського й Інгульського пегматитових районів найперспективнішими на рідкіснометалеву сировину визначено синклінорні структури облямування гранітних батолітів і гранітогнейсових куполів. Це насамперед Братський пематитовий пояс у межах Інгульського мегаблока та Південноволинський у межах Волинського.

За третьою та четвертою групою критеріїв і визначеними прямими та опосередкованими пошуковими ознаками рідкіснометалевого зруденіння найперспективнішими є Липнязьке та Петроострівське пегматитові поля, де рекомендовано дослідження таких конкретних пегматитових ділянок та окремих пегматитових тіл.

У межах Липнязького пегматитового поля рекомендується провести пошуково-оцінювальні роботи на комплексні літій-танталові та танталові руди на ділянках: Липнязька, Новоодеська, Станкуватська та ділянці Надія. Варто врахувати, що Новостанкуватський прояв танталових руд є північним флангом Станкуватського родовища літієвих руд, а Ташлицький рудопрояв – південним флангом рудопрояву літієвих руд Надія. У межах цих танталових рудопроявів переважають мікроклін – альбітові та альбітові різновиди заміщених пегматитів з тантало-ніобатами. Про спільне походження цих літієвих і танталових проявів свідчить їхня належність до одних і тих самих пегматитових пучків, а різний склад пегматитів зумовлений їхньою зональністю та процесами заміщення первинних пегматитів.

У межах Петроострівського пегматитового поля рекомендується також провести пошуково-оцінювальні роботи на танталові руди в межах рудопрояву Мостове, де промислове значення та економічна доцільність подальших пошуково-оцінювальних робіт, починаючи з рудної зони 3, підтверджено наявністю ТЕМ.

Отже, у результаті проведених робіт, виконано оцінку на пегматити в докембрійських породних комплексах Західної та Центральної частин УЩ. Визначено перспективи щодо подальшого вивчення території на рідкісне та рідкісноземельне зруденіння. Надано конкретні рекомендації щодо постановки геологорозвідувальних робіт у межах перспективних пегматитових полів. За ступенем геологічної вивченості, наявністю родовищ і рудопроявів рідкіснометалевого зруденіння одним з найперспективніших об'єктів є Братський пегматитовий пояс, який потребує негайного інвестування, ураховуючи стратегічну важливість і високі вартісні показники літієвої сировини.

УДК 550.8.011

ИЗУЧЕНИЕ СОСТОЯНИЯ НЕДР НА ОБЪЕКТАХ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

***И. В. Васильева*[1]**
1 – аспирант, ведущий инженер-геолог ГНМЦСМ, УкрГГРИ, г. Киев, Украина, vasilieva1982@ukr.net
Под изучением состояния недр на объектах горнодобывающей промышленности понимается система регулярных наблюдений, сбора, накопления, обработки и анализа информации, оценки состояния геологической среды и прогноза ее изменений под влиянием естественных природных факторов, пользования недрами и другой антропогенной деятельности. В статье рассмотрены основные задачи и методы исследования состояния геологической среды.

STUDYING THE CONDITION OF BOWELS ON THE OBJECTS OF THE MINING INDUSTRY

***I. Vasileva*[1]**
1 – graduate student, leading geological engineer MSMCMS, UkrSGRI, Kyiv, Ukraine, vasilieva1982@ukr.net
The study of the state of the subsoil on the objects of the mining industry consists of a system of regular observations, the collection, accumulation, processing and analysis of information, assessing the state of the geological environment and forecasting its changes under the influence of natural factors, subsoil use and other anthropogenic activities. The main problems and methods of studying the state of the geological environment are considered in the article.

Урбанизация значительных по площади территорий приводит к необратимому изменению естественного состояния геологической среды. В результате катастрофических природных событий за последние 30 лет в мире ежегодно погибает около 100 тыс. человек. Поэтому проблема изучения состояния недр и прогноз его изменения имеет не только научно-техническое, но и социальное значение.

Техногенная нагрузка на геологическую среду постоянно увеличивается и это приводит к активизации многих природных процессов, к формированию нового специфического класса природно-техногенных процессов. Сегодня их роль особенно велика в крупных городах, развитых промышленных районах, в местах расположения экологически опасных объектов. В научном отношении это привело к становлению новой отрасли в геологической науке – к экологической геологии, изучающей закономерности пространственно-временных изменений литосферы под действием естественных и техногенных факторов.

Под изучением состояния недр (геологической среды) понимается система регулярных наблюдений, сбора, накопления, обработки и анализа информации, оценки состояния геологической среды и прогноза ее изменений под влиянием естественных природных и антропогенных факторов. Многомерный мониторинг геологической среды, регистрирующий изменение ее свойств во времени и пространстве, осуществляется с помощью экологической геофизики. Этот раздел геофизики включает в себя следующее:

– наблюдения сейсмических волн, геомагнитного поля и его вариаций:
– изучение геоэлектрических разрезов;
– изучение современных динамических процессов в земной коре;
– изучение тепловых полей и радиогенных газов;
– магнитометрические исследования в скважинах;
– построение комплексной геолого-геофизической модели отрабатываемых месторождений.

В качестве объектов изучения состояния недр рассматриваются геологические, гидрогеологические, инженерно-геологические системы, а также приуроченные к ним проявления экзогенных геологических процессов.

Основными задачами изучения объектов геологической среды являются:

– получение, обработка и анализ информации о состоянии недр;
– оценка состояния недр и прогноз его изменений;
– своевременное выявление и прогнозирование развития природных и техногенных процессов, влияющих на состояние недр;
– учет состояния запасов подземных вод и их движения;
– разработка и контроль эффективности мероприятий по обеспечению экологически безопасного недропользования и охраны недр, а также по предотвращению или снижению негативного воздействия опасных геологических процессов.

Основной целью изучения геологической среды является информационное обеспечение государства и недропользователей для своевременного принятия решений и организации эффективной и безопасной системы отработки месторождений, а также выявление и прогнозирование негативных процессов, влияющих на состояние геологической среды и водных объектов, разработка мер по предотвращению вредных последствий.

Изучение природно-техногенных систем, геологических и инженерно-геологических процессов при разработке месторождений твердых полезных ископаемых требует постоянного совершенствования

технологий, а это возможно при наличии соответствующих методик, использования автоматизированных средств наблюдения, дистанционного зондирования и рационального размещения сетей наблюдений.

Этапы изучения состояния недр на объектах горнодобывающей промышленности следующие:

1. Разработка программы работ по изучению геологической среды на объектах горнодобывающей промышленности.
2. Утверждение проекта работ и создание сети пунктов наблюдений, подготовка к проведению наблюдений, организация баз данных.
3. Проведение наблюдений, ведение банка данных, оценка состояния геологической среды месторождения и примыкающей к нему территории; прогнозирование его изменений.

Изучение состояния недр на объектах недропользования с учетом всех определяющих факторов позволит разработать мероприятия по обеспечению экологически безопасного ведения горнодобывающих работ, снижению наносимого ущерба на окружающую природную среду, рациональному использованию недр и природных ресурсов.

Факторы, определяющие процесс изучения объектов недропользования:

– характер залегания горных пород, степень изменчивости их состава и свойств, особенности тектонического строения, наличие тектонических нарушений;

– характер залегания и условия распространения водоносных горизонтов, изменчивость мощностей и фильтрационных свойств водовмещающих пород, величина водопритока в горные выработки, сложность гидрохимической обстановки;

– наличие водозаборов подземных вод в пределах площади влияния осушения месторождения твёрдых полезных ископаемых;

– глубина и характер залегания полезного ископаемого;

– технологическая схема вскрытия, система и технология отработки месторождения, скорость ведения горных работ и их развития по площади и глубине;

– наличие сооружений по хранению, переработке и транспортировке полезных ископаемых и отходов горнодобывающего производства;

– необходимость проведения специальных мероприятий по инженерной защите от опасных геологических процессов.

Горнопромышленный комплекс в настоящее время является одним из основных источников геолого-экологической опасности, поскольку ежегодно в мире добываются миллиарды тонн минерального сырья и пустых пород. Темпы роста потребления минерально-сырьевых ресурсов увеличиваются с каждым годом, и альтернативы им пока нет. Последствия от воздействий хозяйственной деятельности в горнодобывающей отрасли имеют необратимый характер и ведут к катастрофическим экологическим и геологическим проблемам. Ситуация может измениться, если деятельность горнопромышленного комплекса будет ориентирована не только на достижение определенного уровня экономической эффективности, но и обеспечение экологической безопасности.

УДК 551.79::550.8:528 (477)::551.311.3

КАРТА МЕХАНІЧНОГО СКЛАДУ ЧЕТВЕРТИННОГО ПОКРИВУ УКРАЇНИ

Ю. М. Веклич, УкрДГРІ, ORCID-0000-0002-7448-9342

У статті розглянуто карту механічного складу четвертинного покриву України, яку створено в межах робіт зі складання карти четвертинних відкладів України масштабу 1:2 500 000. Новостворена карта відображує зміну механічного складу (переважно гранулометричного) верхнього шару четвертинного покриву і створена на основі картографування окремих складників карти сучасних ґрунтів України масштабу 1:1 500 000. Карта механічного складу поверхневих порід України, серед іншого, наочно демонструє геоеолову природу формування (морфо-літогенезу) субаерального четвертинного покриву. Аналіз цієї карти також дає змогу простежити декілька закономірностей просторової диференціації механічного складу ґрунтів. Частину цих закономірностей встановили попередні дослідники внаслідок узагальнень численних аналітичних досліджень четвертинного покриву, тоді як на цій карті їх простежують наочно.

Карта є важливою не тільки як проміжний складник для геологічного картування й пізнання історії формування субаерального четвертинного покриву, але й має самостійне значення як картографічне узагальнення для інших наукових напрямів - ландшафтознавства, геоморфології, землезнавства, кліматології, ґрунтознавства тощо.

Map of the mechanical composition of the quarterly cover of Ukraine

Yu. M. Veklych, Ukrainian State Geological Research Institute (UkrSGRI), ORCID-0000-0002-7448-9342

The paper considers the map of the mechanical composition of the Quaternary cover of Ukraine, which was compiled in the framework of the work on creating a map of Quaternary deposits of Ukraine at a scale of 1:2 500 000. The map shows the change in the mechanical (mainly granulometric) composition of the upper layer of the Quaternary cover and it which was created on the basis of mapping of individual parts of the map of modern soils of Ukraine at a scale of 1:1 500 000. The map of the mechanical composition of the surface rocks of Ukraine, including graphically demonstrates of the geoeolian nature of the formation of the subaerial Quaternary cover. Analysis of this map also allows us to trace several regularities of spatial differentiation of soil mechanical composition. Some of these regularity were established by previous researchers through generalizations of numerous analytical studies of the Quaternary cover, whereas on this map they can be traced obviously. The map is important not only as an intermediate component for geological mapping and cognition of the history of the formation of the subaerial quaternary cover, but also have as an independent value for other scientific directions of landscape, geomorphology, geography, climatology, soil science, etc.

У межах підтеми “Складання карти четвертинних відкладів України масштабу 1:2 500 000” створено одну з її основ – карту механічного складу приповерхневого шару четвертинного покриву України (КМС). Щоправда, на карті зображено і деякі інші породні властивості, проте така назва виражає важливу сутність четвертинного покриву в контексті геоеолового чинника його формування.

Потребу складання КМС визначено новим підходом картування четвертинних відкладів (ЧВ), який ґрунтується на нових поглядах щодо походження лесів, стратиграфічної повноти лесово-ґрунтових товщ та дефляційної природи піщаного підґрунтя Українського Полісся [1].

Джерелом складання КМС була карта сучасних ґрунтів України масштабу 1:1 500 000 [2], яку *“... складено за матеріалами крупномасштабних обслідувань ґрунтів у колгоспах і радгоспах республіки, проведених у 1957–1961 рр. і на основі карт ґрунтів у масштабі 1:25 000 та 1:50 000 ...”*. По суті, наведена карта є новою формою візуалізації ґрунтової карти, проте така форма дає змогу набагато глибше пізнати природу сучасного підґрунтя.

Унаслідок багаторічних зусиль сотень фахівців з картування сучасних ґрунтів для території України тоді була складена “лінійка” карт більшості вживаних масштабів – від 1:25 000 та 1:50 000 (місце зберігання наразі не встановлено), 1:200 000 (два різновиди – пообласні та поаркушні), 1:1 750 000, 1:1 500 000 і 1:2 500 000. Є також карти і дрібнішого масштабу, проте на них механічний склад не показаний. Потрібно зазначити, що Україна є чи не єдиною країною, ґрунтовий покрив якої закартовано на всій території і представлено таким широким спектром масштабів карт.

Карти сучасних ґрунтів, і особливо інформація щодо їхнього механічного (гранулометричного) складу – надзвичайно цінний інформаційний ресурс, який і дотепер недооцінено з-поміж фахівців з дослідження й картування четвертинних відкладів, а також інших наукових напрямів – ландшафтознавства, геоморфології, гідрогеології, землезнавства, кліматології, ґрунтознавства тощо. Причина цього, ймовірно, криється в тому, що більшість з цих карт тривалий час мали гриф “для службового користування” (ДСК), а механічний склад на цих картах закартографовано невиразним крапом.

Прикрою обставиною також є те, що деякі ґрунтові карти (пообласні та дрібніших масштабів) видано в спотворених проекціях. У ті часи за правилами до карт ДСК їх “перескладали” з несистемними топографічними викривленнями. Це призвело до неабияких витрат зусиль на їхнє топографічне “переприв’язування”. Потреба топографічної коректності новостворюваних карт зумовлена тим, що і ця карта, і КЧВУ складаються водночас як картографічна геоінформаційна система, де точність топографічного розміщення картографічних об’єктів є обов’язковою умовою.

Палеогеографічні аспекти літологічної карти. З огляду на специфічність розглядуваного питання потрібно зупинитися на головних палеогеографічних аспектах формування четвертинного покриву. Доцільність

використання карт сучасних ґрунтів у картуванні четвертинних відкладів зумовлена не тільки новими поглядами на формування лесів та інших субаеральних фацій четвертинного покриву, але й тим, що четвертинні відклади суцільним чохлом покривають територію України і є неабияким її народногосподарським ресурсом.

Зокрема, загальновідома родючість ґрунтів України завдячує насамперед підґрунтю, яке на більш ніж 2\3 її території складене лесами, точніше лесово-ґрунтовим покривом, уособленим суглинками, що сформувалися за останні 2,5 млн років. Варто також зазначити, що і суглинки, і субаеральні четвертинні піски здебільшого по суті є родовищами цегельно-черепичної сировини для низки галузей виробництва, об'ємна частка яких і дотепер становить чималу частку у видобутку корисних копалин.

Треба зауважити, що за правилами картографування четвертинних відкладів сучасні ґрунти на карті не показують ("знімають") попри те, що вони є їхньою невід'ємною частиною. Одного часу геологічна служба ініціювала новий для України напрям з геологічного картографування голоценових утворень (усіх фацій, зокрема й ґрунтових), проте втілення цієї програми нині перебуває на етапі складання проектів нормативно-правового забезпечення цього нового для геології напряму картування.

Походження лесово-ґрунтового покриву, так широко представленого не тільки на території України, і дотепер є загадковим. За результатами наукових досліджень субаерального четвертинного покриву встановлено, що лесово-ґрунтові покриви формувалися під впливом двох головних чинників – осадження атмосферного пилу та змін кліматичних умов.

Проте причина й закономірності поширення лесово-ґрунтових товщ та їхнього стратиграфічного розмаїття була незрозумілою до останніх років [1 та ін.]. Стратиграфія четвертинних відкладів в Україні ґрунтується на засадах палеокліматичної етапності – чергування теплих і холодних етапів, яка в розрізах лесово-ґрунтових покривів проявляється у вигляді чергування лесів (холодні етапи) і палеоґрунтів (теплі етапи). На ділянках, де атмосферний пил не осідав на певну кількість палеокліматичних етапів, палеоґрунти й леси відповідних палеокліматичних етапів не формувалися і в лесово-ґрунтових розрізах таких ділянок спостерігається стратиграфічна перерва якраз на віковий діапазон відсутності акумуляції пилуватого еолового матеріалу.

Яскравим прикладом такої перерви є Полісся, де впродовж усього плейстоцену не накопичувався пилуватий матеріал, натомість тут відбувалися дефляційні процеси, які супроводжувалися винесенням пилуватого складника та збагаченням поверхневого шару піщаними часточками, постійним їхнім перевіюванням та подекуди формуванням локальних акумулятивних форм рельєфу піщаного складу (дюн, барханів, піщаних пасом, кучугур тощо).

Проте і в межах лесово-ґрунтового покриву інтенсивність акумуляції пилу з часом зазнавала змін, а подекуди припинялася на певний віковий діапазон (декілька палеокліматичних етапів). Дослідження змін за латераллю стратиграфічної будови лесово-ґрунтового покриву дало підтвердження існування таких ділянок, де лесова товща мала власний типовий "стратиграфічний" спектр (тобто наявність та відсутність окремих палеоґрунтів і лесів або їхніх комплексів). Унаслідок польових досліджень у різних регіонах України встановлено понад двадцять таких "типорозрізів", деякі з яких охоплюють цілі регіони площею в сотні квадратних кілометрів. Прикладом такого типорозрізу може слугувати "одеський" типорозріз.

І в такому контексті стає зрозумілою важливість карти механічного складу сучасних ґрунтів. Як виявилося, кожен з таких типорозрізів відображується в покриві сучасних ґрунтів відмітним механічним складом. Дослідження четвертинного покриву в контексті закартованих сучасних ґрунтів засвідчують, що ділянки з різним гранулометричним складом сучасних ґрунтів належать до різних типорозрізів четвертинного покриву, тобто мають власний спектр лесів і палеоґрунтів та співвідношення їхніх потужностей. Наприклад, у разі "випадіння" молодих четвертинних стратиграфічних комплексів сучасні ґрунти мають глинистіший механічний склад (згаданий "одеський" типорозріз). На Поліссі "випадають" усі четвертинні палеокліматичні етапи і за цей час тут формується малопотужний грубозернистий (піщаний) покрив з ознаками його вітрового перевіювання. Польові дослідження також засвідчують, що межі між ділянками з різним на поверхні гранулометричним складом, так само як і між різними типорозрізами, є дуже різкими і зазвичай не перевищують перших метрів.

Така відповідність контурів меж ділянок з різним гранулометричним складом за сучасними ґрунтами та ділянок з різною стратиграфічною буровою (віковими наборами лесів і палеоґрунтів) передбачає можливість використання контурів літологічних (гранулометричних) виділень карт сучасних ґрунтів як основи контурів виділень для карт четвертинних відкладів. Звичайно, це стосується лише контурів таких виділень, а от їхнє "наповнення" стратиграфо-генетичним змістом є вже завданням фахівця-четвертинника, який за фактичними даними будови четвертинного покриву (польовими дослідженнями, аналізом геологічних баз даних, рельєфу тощо) встановлює відповідність виокремленої за гранулометричним складом сучасних ґрунтів ділянки певному типорозрізу.

Закономірності просторових змін механічного складу представленої карти. За просторовими змінами механічного складу карти простежено відразу декілька закономірностей – 1) геоеолово-структурний поділ земної поверхні на ділянки з різною стратиграфічною будовою лесово-ґрунтового покриву та дефляційних територій (Полісся та ін., див. рис. 1); 2) на території України чітко простежено квазізональний характер зміни механічного складу з більш грубозернистого (піщаного) на півночі до тонкозернистого (глинистого) у південному напрямку; 3) просторова зміна механічного складу від більш грубозернистого до тонкозернистого простежується від тальвегів долин річок до вододілів; 4) різке поважчення механічного складу також пов'язане з близькістю

солоноводних водойм та експозиції засолених дочетвертинних порід; 5) для територій з надмірною кількістю атмосферних опадів (лісових зон), спостерігається полегшення механічного складу сучасних ґрунтів.

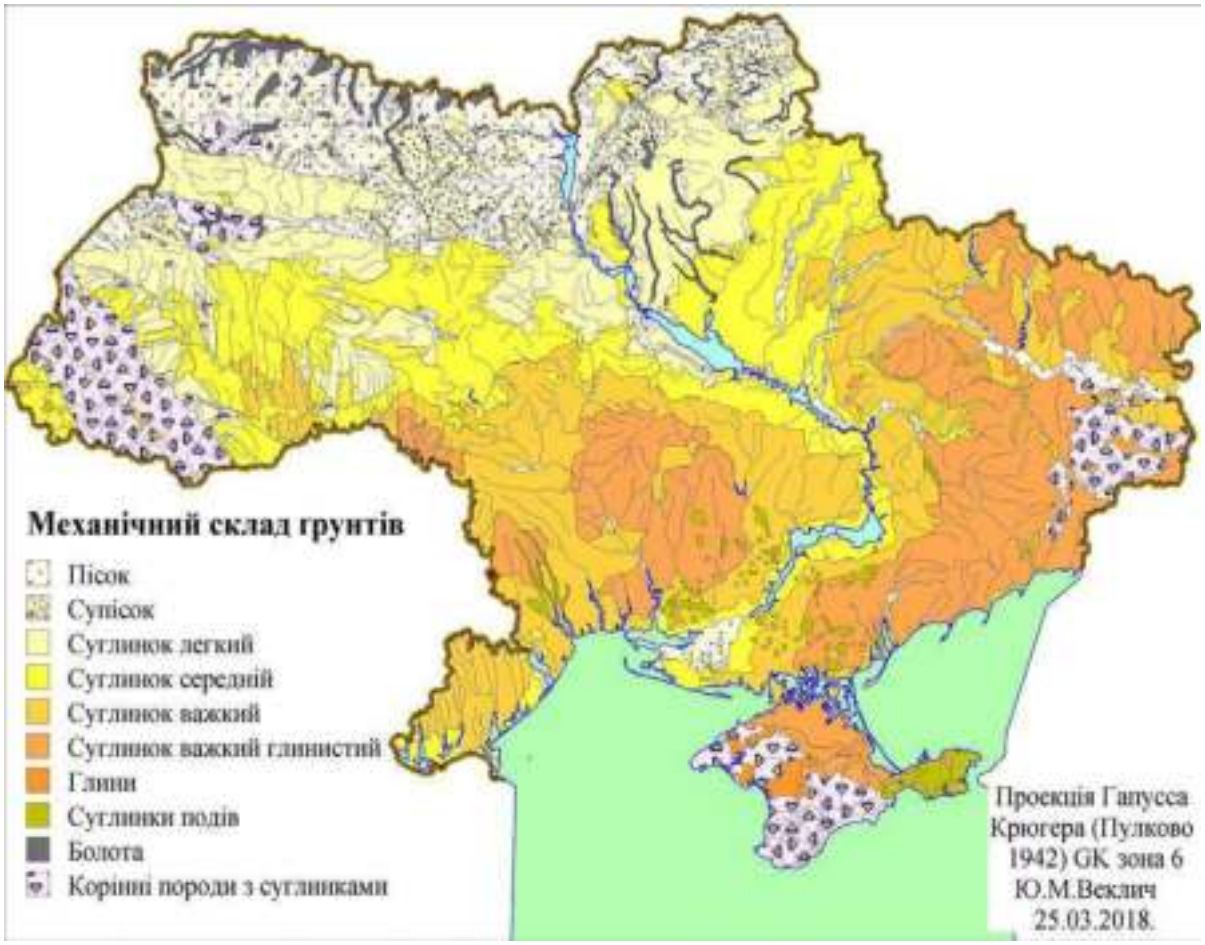


Рис. 1. Карта механічного складу четвертинного покриву України

1. Просторовий поділ четвертинного покриву на різко обмежені ділянки з різним "спектром" стратонів зумовлений різними режимами притягування або відштовхування атмосферного пилу земною поверхнею впродовж плейстоцену. Найочевидніше це явище спостерігається на прикладі Полісся, де впродовж усього плейстоцену існували умови дефляції пилуватих частинок, що зумовило тут майже суцільну відсутність лесово-ґрунтових покривів. Накопичення лесів відзначено лише для "лесових островів" – окремих ділянок (геоеолових структур), поверхня яких характеризувалася притяганням атмосферного пилу в окремі палеокліматичні етапи. Яскравим прикладом таких ділянок є відомий Овруцький лесовий острів, а також лесовий "мегаострів" – Волинська лесова височина. Антиподами лесових островів є піщані ділянки серед лесового регіону, найяскравішим прикладом з яких є Олешківські піски, а також серія територій з піщаним підґрунтям у долинах Сіверського Дінця та лівобережних приток Дніпра.

2. За даними дослідження четвертинного покриву закономірне "поважчання" складу четвертинного покриву з півночі на південь зумовлене двома явищами – 1) наявністю глобальної зональності геоеолових процесів, а також 2) зональним збільшенням температури клімату з півночі до екватора та пов'язаним з ним збільшенням інтенсивності вивітрювання суглинистих порід і, як наслідок, збільшенням їхньої глинистості.

3. Оважнення механічного складу ("стоншення" гранулометричного складу або підвищення глинистості) суглинистого покриву від річок до вододілів пов'язане з тим, що водотоки тяжіють до меж неотектонічних структур, де зазвичай спостерігається різка зміна геоеолових процесів.

4. Близькість моря, точніше солоних вод, а також дефляція засолених корінних порід призводять до збільшення частки солі в атмосферному пилі під час накопичення лесово-ґрунтових товщ. Це також зумовлює підвищення хімічного звітрювання і, як наслідок, збільшення глинистості лесово-ґрунтових покривів. Прикладом такого явища є лесово-ґрунтові покриви окремих територій Причорномор'я та Рівнинного Криму (завдяки солі чорноморських вод) та п-ва Керч (унаслідок засолених майкопських порід).

5. За умов переважання атмосферних опадів над випаровуваністю і в умовах лісової рослинності з приповерхневого шару вимивається (униз за ґрунтовим профілем) тонкозернистий матеріал, і цей шар таким чином збагачується присипкою SiO_2 – кремнеземом дрібно-піщаної розмірності. Завдяки цьому приповерхневий шар стає загалом більш грубозернистим. Таке явище властиве для регіонів з надмірною вологістю – Карпатського регіону, Гірського Криму, лісової зони на півночі України.

Висновки. Карта механічного складу поверхневого шару четвертинного покриву України виявилася не тільки найважливішим складником картографування четвертинних відкладів. Вона містить інформацію, яка робить її самодостатньою картою, важливою для потреб наукових досліджень різних напрямів – географії, ландшафтознавства, геології, корисних копалин тощо.

Зокрема, ця карта наочно підтверджує існування просторових закономірностей зміни гранулометричного складу лесово-ґрунтового покриву, яке виявили попередні дослідники через узагальнення аналітичних досліджень четвертинного покриву.

Як самостійна карта вона може слугувати інформаційним джерелом нових наукових напрямів. Так, зокрема, ця карта виявилася яскравим наочним підтвердженням існування явища геоеолового морфо-літогенезу, яке автор розкрив та обґрунтував у окремій праці раніше [1].

І врешті, карта механічного складу ґрунтів виявилася корисною для розроблення картування четвертинних відкладів України (КЧВУ) на нових засадах, зокрема за принципом картування типорозрізів як однорідних комплексів. Складена на таких засадах КЧВУ дає змогу принципово підвищити інформативність таких карт, оскільки відтворений у легенді кожний закартований типорозріз розкриває інформацію не тільки про верхню (заключну) частину такого виділення, але і четвертинний покрив на всю його потужність. Власне такий принцип картографування автор намагається втілити в межах теми зі складання КЧВУ масштабу 1:2 500 000.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Веклич Ю.* Геоеоловий морфо-літогенез та методологічні аспекти його дослідження. – Київ: УкрДГРІ, 2018. (у видавництві).
2. Ґрунти Української РСР. Масштаб 1:1 500 000/Ред. проф. М. К. Крупський. – Київ, 1967. (1 аркуш).

УДК 551.782+551.7.022 (47+57)

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМИНОВ “ГОРИЗОНТ”, “СЛОИ” ПРИ РАСЧЛЕНЕНИИ НЕОГЕНА ВОСТОЧНОГО ПАРАТЕТИСА

Ю. В. Вернигорова, канд. геол. наук, старший научный сотрудник, Институт геологических наук НАН Украины, г. Киев, Украина, july.vern@gmail.com

Проанализировано использование терминов “горизонт” и “слои” при расчленении неогена Восточного Паратетиса в разные периоды времени. Установлено, что смысл термина “горизонт” незначительно изменялся и он всегда находился в категории региональных стратиграфических подразделений. Термин “слои” подвергался значительной смысловой трансформации. Первоначально установленные в неогеновых отложениях “слои с фауной” как местные стратиграфические подразделения обозначающие различные фации, на определенном этапе исследования неогена были переведены в категорию региональных слоев без изменения критериев для их распознавания в разрезах.

PECULIARITIES OF APPLICATION OF TERMS “HORIZON”, “BEDS WITH FAUNA” IN THE STRATIFICATION OF THE EASTERN PARATETHYS NEOGENE

Yu. V. Vernyhorova, candidate of geological sciences, Senior Research Scientist, Institute of Geological sciences of NAS of Ukraine, july.vern@gmail.com

The use at different periods of time of the terms “horizon” and “beds with fauna” in the stratification of the Eastern Paratethys Neogene were analyzed. It was established that the meaning of the “horizon” was changed insignificantly. “Horizon” was always in the category of regional stratigraphic units. The term “beds with fauna” was changed significantly. “Beds with fauna” were established originally in the Neogene deposits as local stratigraphic units that are different facies. Part of them were transferred to the category of regional units at a certain time of Neogene study. However, the criteria for their determination in the sections were not changed which was the reason for the terminological confusion.

Вступление

При расчленении неогеновых отложений Восточного Паратетиса назначение терминов “горизонт” и “слои” трансформируется по мере развития во времени трех направлений стратиграфических исследований: становление общей стратиграфической классификации и номенклатуры, создание региональной стратиграфической схемы неогена Восточного Паратетиса, формирование представлений о местных стратиграфических подразделениях данных отложений.

Особенности использования терминов “горизонт” и “слои” в разные периоды времени

Первая целостная стратиграфическая схема неогена Понто-Каспийской области (бассейны Черного и Каспийского морей) была разработана Н. И. Андрусовым (1884–1927) [1]. В ней в миоцене выделяются: верхняя часть майкопских отложений (нет отдельного яруса), виндобонский, сарматский, мэотический ярусы; в плиоцене – понтический, киммерийский, куяльницкий ярусы, чаудинские слои. В свою очередь, нижний миоцен и ярусы среднего миоцена подразделяются на горизонты: нижний миоцен – тарханский горизонт, виндобонский ярус – чокракский, караганский, конкский горизонты. Ярусы верхнего миоцена и понтический ярус плиоцена подразделяются на подъярусы. В этой схеме слои с определенными видами моллюсков используются для характеристики горизонтов и подъярусов сарматского яруса. Во времена Н. И. Андрусова “слои” – термин свободного пользования и обозначает чаще всего отложения, содержащие определенный комплекс фауны (главным образом, моллюсков) [1]. В случае, если такие слои распространяются на большие территории или имеют большую мощность, они могут называться пластами [там же].

В 30–40-х годах прошлого века исследователи неогена Понто-Каспия (например, в работе [2]) используют термин “слои” для определенных фаций (мелководных, глубоководных и т. д.) с определенными комплексами фауны (чаще – моллюсков), называя их по определяющей фауне (например, слои с фоладами).

Л. Ш. Давиташвили (1930) впервые использует термин “слои” для обозначения нижнего подразделения конкского горизонта и выделяет картвельские слои [4].

Б. П. Жижченко (1937) [5] на основе литолого-палеонтологического анализа выделяет фации, характерные для определенных глубин тарханского – конского бассейнов. Он дает им собственные названия с применением термина “слои” (например, терские и аргунские слои тархана, тюбкараганские слои карагана и др.) [там же]. Для тарханского бассейна он предполагает, что аргунские слои – это глубоководная фация терских слоев. При этом Б. П. Жижченко допускает, что терские слои развивались только в первую половину, а аргунские слои откладывались на протяжении всего тарханского времени и в некоторых разрезах перекрывали терские слои [там же]. Картвельские слои Л. Ш. Давиташвили он помещает в нижнюю часть конского горизонта. Кроме этих слоев, исследователь выделяет тульские слои – отложения с фоладами караганского возраста и помещает их в верхнюю часть караганского горизонта [там же]. Особую фацию “со стеногалинными

моллюсками конкского возраста, которые широко распространены в Закаспийской области" он предлагает выделять под названием сартаганские слои [там же, стр. 192].

Н. Н. Карлов (1937) [8] для отложений Керченского полуострова предлагает схему, в которой подъярусы сармата, мэотиса и понта делятся на горизонты и приводит для них синонимы – слои с моллюсками (например, слои с *Mactra eichwaldi* – синоним верхнего, или ставропольского горизонта волынского подъяруса сармата).

Уже в 1940 г. при описании среднемиоценовых отложений Б. П. Жижченко, как определенные этапы тарханского горизонта, выделяет терские и аргунские слои; картвельские слои рассматривает как фацию, которая отлагалась на заключительном этапе развития уже караганского бассейна. Для остальных отложений среднего миоцена выделяет одновозрастные мелководные и глубоководные фации, но не обозначает их собственными именами [13]. В этой же работе он приводит схему, на которой показывает основные этапы развития среднемиоценовых бассейнов на юге СССР и в разных районах, выделяет фации, называя их соответственно принадлежностями к определенным горизонтам: например, "слои с типичной чокракской фауной", "фоладовые слои", "слои с *Spaniodontella pulchella*" и др. Такие же обозначения для отложений тархан-конкского горизонтов крымского яруса и подъярусов сарматского яруса он использует позже в своей унифицированной стратиграфической схеме неогеновых отложений Северного Кавказа и Крыма (1958) [6].

В. П. Колесников (1940), подводя итоги изучения сарматских отложений, подчеркивает, что выделенные им слои – это исключительно фации определенных подъярусов сармата, которые "не являются стратиграфическими единицами. Это скорее группа фаций, характеризующая некоторую батиальную зону" [13, стр. 231].

Р. Л. Мерклин (1953) [9], на основании анализа моллюсковых комплексов, выделяет три этапа развития конкского горизонта на юге СССР и дает им имена собственные: картвельские, сартаганские, веселянские слои. Однако он указывает, что проследить одновременно все подразделения конки возможно только в разрезах на востоке бассейна, а трудности распознавания на остальной территории этих этапов и частое "выпадение" из разрезов одного или нескольких из них объясняет перерывами в осадконакоплении.

Следующая унифицированная стратиграфическая схема (1966), (например, в работе [14]), унаследовала соподчинение стратиграфических подразделений схемы Н. И. Андрусова – ярусы подразделяются или на горизонты, или на подъярусы, которые, в свою очередь, являются равноранговыми стратонами. Виндобонский ярус переименовывается в тортонский. В схему вводятся бурдигальский и гельветский ярусы, которым соответствуют сакараульский и коцахурский горизонты. Плиоцен разделяется на нижний, средний, верхний. К верхнему плиоцену относятся акчагыльский и апшеронский ярусы, которых не было ранее в схеме.

Б. П. Жижченко (1968) в своей унифицированной стратиграфической схеме неоген-антропогеновых отложений южных областей Советского Союза [7] выделяет подэтапы: в тарханском горизонте крымского яруса – кувинские-буйнакские, терские и аргунские слои; в конкском ярусе – сартаганский и веселянский горизонты.

Формирование единой стратиграфической классификации и номенклатуры проходит параллельно с изучением фанерозойских отложений. В 1952 г. формируется специальная Стратиграфическая комиссия (ВСЕГЕИ, Ленинград) для создания общей единообразной системы стратиграфических подразделений, их терминологии и номенклатуры [17]. Вырабатываются единые принципы и критерии стратиграфических подразделений, которые становятся обязательными для геологических и научных организаций СССР. В одном из проектов "Правил стратиграфической номенклатуры" (1965) [15] предлагаются "слои (с собственным географическим названием), как вспомогательные единицы регионального значения, составляющие часть горизонта и выделяемые на тех же основаниях. Без географического названия "слои" могут употребляться как обозначения свободного пользования" [15, стр. 33]. Однако уже в первом Стратиграфическом кодексе СССР (1977) вместо слоев с географическим названием предлагается использовать термин "подгоризонт" [15]. При этом в категорию вспомогательных литостратиграфических подразделений вводится пласт/слой, а в категорию вспомогательных биостратиграфических подразделений – слои с фауной/флорой. Также в этом кодексе указывается, что термин "регионярус" применяется как синоним горизонта, выделенного исключительно на биостратиграфической основе и для употребления не рекомендуется.

На VI Конгрессе по стратиграфии Средиземноморского неогена (1975) принимаются три отдельные стратиграфические схемы для Западного, Центрального и Восточного Паратетиса [11]. Региональная стратиграфическая схема неогена Восточного Паратетиса утверждается в 1983 г. на заседании бюро МСК [12]. Эта схема разрабатывается на основании положений Стратиграфического кодекса (1977) [18]. В ней, в отличии от предыдущих схем, горизонты нижнего и среднего миоцена (сакараульский – конкский) переводятся в ранг регионярусов, добавляется первое региональное подразделение неогена и аналог аквитанского яруса – кавказский регионярус, последним регионярусом неогена становится апшерон. Кавказский, сарматский – апшеронский регионярусы разделяются на подъярусы. В первом варианте этой стратиграфической схемы, изданной в 1975 г. [10], большинство ярусов не подразделяются на региональные стратоны "слои". Отмечается, что разделение карагана на горизонты или слои с моллюсками недостаточно обосновано; конкский ярус явственно подразделяется на картвельские, сартаганские и веселянские слои только в некоторых районах, а в остальных местонахождениях – это одновозрастные фации; только подъярусы сармата по моллюскам, согласно работе [3], разделяются на дополнительные этапы – горизонты. Однако уже в издании 1986 г. [12] в схеме выделяются региональные слои для тарханского, караганского – киммерийского регионярусов, которые состоят как из слоев выделяемых ранее как

одновозрастные фации (например, в среднемиоценовых отложениях), так и из горизонтов, выделенных как подэтапы развития (например, сармата).

Необходимо отметить, что дальнейшее широкое обсуждение положений Стратиграфического кодекса (1977) [18] приводит к созданию новой его редакции (1992) [19], в которую вносятся изменения. Горизонты, географическое распространение которых охватывает палеобиогеографическую область (провинцию) или палеобассейн седиментации, могут назваться регионярусами. В категорию основных региональных стратиграфических подразделений вводятся слои с географическим названием, подчиненные горизонту или подгоризонту, которые выделяются по особенностям литологического состава и (или) на биостратиграфической основе. В то же время как специальные биостратиграфические подразделения выделяются "слои с фауной/флорой" [19]. Содержание и структура местных стратиграфических схем в Стратиграфических кодексах (1977, 1992) [18, 19] отдельно не рассматриваются. Однако, в разделах "корреляция местных стратиграфических разрезов" описываются правила составления характеристики подразделений местных стратиграфических разрезов. Правила составления местных стратиграфических схем и разъяснения их назначения впервые появляются в "Стратиграфічному кодексі України (1997)" [21] и позже в "Стратиграфическом кодексе России (2006)" [20] и "Стратиграфічному кодексі України (2012)" [22].

Стратиграфические схемы неогеновых отложений Южной Украины: схема 1993 г. – коллектив авторов [16], схема 1995 г. – автор М. Ф. Носовский (рукопись), схема неогена Крымского полуострова 1996 г. – автор С. В. Белецкий (рукопись) – разрабатываются уже на основании положений Стратиграфического кодекса (1992) [19]. В схеме 1993 г. в нижнем миоцене выделяется батисифоновый горизонт; регионодъярусы сармата разделяются на региональные слои; выделенные ранее региональные слои тархана и конки переводятся в биостратиграфические слои с фауной и указываются в колонках для Керченского полуострова и Северного Причерноморья соответственно. В схеме 1995 г. регионодъярусы отсутствуют, каждый неогеновый регионярус разделяется на горизонты. В стратиграфической схеме неогена 1996 г. регионярусы делятся на подъярусы или горизонты, некоторые из них дополнительно разделяются на подгоризонты морского ряда. Часть региональных слоев из стратиграфической схемы Восточного Паратетиса [12] выделяется в схемах (1995, 1996) как биостратиграфические слои с фауной в соответствующих колонках корреляции местных стратиграфических разрезов.

Выводы

Изучив особенности применения терминов "горизонт" и "слои" за более чем столетний период изучения неогена, становится понятным их стратиграфическая трансформация.

Термин "горизонт" при расчленении неогеновых отложений Восточного Паратетиса первоначально используется как вспомогательная стратиграфическая единица регионального значения, которая выделяется на палеонтологической основе и подчиняется ярусу. Позднее, "горизонт" трансформируется в основной региональный стратон – регионярус. Также этот термин используется для обозначения отдельных сарматских подэтапов в составе его подъярусов или вводится в схемы как подэтапы регионярусов вместо их подъярусов. Во всех случаях термином "горизонт" обозначаются определенные этапы развития неогеновых бассейнов (разного порядка, но одной категории), выделенные на основании нахождения определенных комплексов фауны (чаще всего моллюсков).

Термин "слои" больше подвергается смысловой трансформации. Первоначально – это термин свободного пользования, который объединяет отложения по литолого-палеонтологическим особенностям. Далее им обозначаются отдельные одновозрастные фации, также выделенные по этим признакам. Позже, слоям придают региональное значение и они рассматриваются как этапы развития соответствующих бассейнов. Далее, в стратиграфических схемах неогена Южной Украины некоторые слои остаются как региональные стратоны, подчиненные регионодъярусам, или часть из них переводится в горизонты и подгоризонты, подчиненные регионярусам. При этом некоторые слои вновь переводятся в специальные биостратиграфические стратоны "слои с фауной". К сожалению, при переводе данных слоев из одного стратиграфического ранга в другой не изменялись ни их названия, ни первоначальные принципы их выделения и прослеживания в разрезах. Это привело к терминологической путанице (особенно для слоев среднемиоценовых отложений), поскольку критерии для выделения и распознавания местных стратиграфических подразделений не подходят для использования их при распознавании отдельных этапов развития бассейнов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Андрусов Н. И.* Избранные труды. – Москва: Изд-во АН СССР, 1961. – Т. 1. – 712 с; Т. 2. – 644 с.
2. *Архангельский А. Д.* и др. Краткий очерк геологического строения и нефтяных месторождений Керченского полуострова//Тр. Глав. геол.-развед. упр. ВСНХ СССР. – 1930. – Вып. 13. – 142 с.
3. *Парамонова Н. П., Белокрыс Л. С.* Об объеме сарматского яруса//Бюл. МОИП, отд. геол. – Т. XLVII (3). – 1972. – С. 35–46.
4. *Давиташвили Л. Ш.* О конкском горизонте Грузии//Азерб. нефт. хоз-во. – 1930. – № 10. – С. 55–57.
5. *Жижченко Б. П.* К изучению фаций 2-го средиземноморского яруса//Материалы по миоцену Северного Кавказа. – Тр. Геол. службы Грознефти. – Грозный, 1937. Вып. 6 (I) – С. 133–200.

6. *Жижченко Б. П.* Принципы стратиграфии и унифицированная схема деления кайнозойских отложений Северного Кавказа и смежных областей. – Москва: Гос. науч.-техническое из-во нефтяной и горно-топливной литературы, 1958. –312 с.

7. *Жижченко Б. П.* Проект унифицированной схемы деления геоген-антропогеновых отложений южных областей Советского Союза. – Москва: ВНИИГАЗ, 1968. – 30 с.

8. *Карлов Н. Н.* О возрасте и условиях образования мембранопоровых рифов Керченского полуострова//Изв. АН СССР. Отд. матем. и естеств. наук. – 1937. – С. 1003–1036.

9. *Мерклин Р. Л.* Этапы развития конкского бассейна в миоцене юга СССР//Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. – 1953. – Т. 28. – Вып. 3. – С. 89–91.

10. *Невесская Л. А., Богданович А. К., Вялов О. С.* и др. Ярусная шкала неогеновых отложений юга СССР//Известия Академии наук СССР. Сер. геол. – 1975. – № 2. – С. 104–120.

11. *Невесская Л. А., Богданович А. К., Вялов О. С.* и др. Ярусная шкала неогеновых отложений юга СССР (Восточный Паратетис)//Труды VI Конгресса. – Братислава, 1975. – № 2. – С. 104–120.

12. Стратиграфия СССР. Неогеновая система/Отв. ред. М. В. Муратов, Л. А. Невесская. – Москва: Недра. – 1986. –Т. 1. – 418 с.

13. Стратиграфия СССР. –Неоген СССР/Отв. ред. А. Д. Архангельский. – Москва; Ленинград: Из-во АН СССР, 1940. – Т. 12. – 687 с.

14. Стратиграфія УРСР. – Неоген/Відп. ред. В. Я. Дідковський, В. Г. Куліченко. – Київ: Наукова думка, 1975. – Т. 10. – 270 с.

15. Стратиграфическая классификация, терминология и номенклатура/Науч. ред. А. И. Жамойда. – Москва: Недра, 1965. – 70 с.

16. Стратиграфическая схема фанерозойских образований Украины для геологических карт нового поколения: графические приложения. – Киев, 1993.

17. Стратиграфические и геохронологические подразделения/Общ. ред. Л. С. Либровича. – Москва: Гос. научно-техническое изд-во литературы по геологии и охране недр, 1954. – 87 с.

18. Стратиграфический кодекс СССР/Отв. ред. А. И. Жамойда. – Москва, 1977. – 79 с.

19. Стратиграфический кодекс/Отв. ред. А. И. Жамойда. – Москва, 1992. – 120 с.

20. Стратиграфический кодекс России/Отв. ред. А. И. Жамойда. – Москва, 2006. – 95 с.

21. Стратиграфічний кодекс України/Гол. ред. Ю. В. Тесленко. – Київ, 1997. – 39 с.

22. Стратиграфічний кодекс України/Гол. ред. П. Ф. Гожик. – 2-е вид. – Київ, 2012. – 66 с.

ДАТСЬКИЙ ЦЕНТРАЛЬНИЙ ГРАБЕН ЯК ОБ'ЄКТ ПОШУКУ ТРАДИЦІЙНИХ РЕЗЕРВУАРІВ ВУГЛЕВОДНІВ

І. В. Віршило[1], К. П. Ягорлицька[2], Б. О. Рудник[2], Є. Г. Кравченко[2], Ю. В. Білоус[2], Л. Ю. Подоляко[2]
1 – канд. геол. наук, доцент кафедри геоінформатики, ННІ "Інститут геології" Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ivirshylo@gmail.com 2 – ННІ "Інститут геології" Київський національний університет ім. Тараса Шевченка

У цій роботі розглядається можливість визначити основні резервуари та перспективні на вуглеводні ділянки на території басейну Датського Північного Грабену з використанням площинної 3D сейсміки з 2-ма розширеними 2D профілями, каротажними даними за чотирма свердловинами та звітом про буріння однієї свердловини на території інтересу. Інформація була надана організаторами Imperial Barrel Award 2018 для команди від Інституту геології (Київський Національний Університет імені Тараса Шевченка) для участі у міжнародному півфінальному конкурсі IBA 2018. На підставі отриманої інформації було детально проаналізовано історію розвитку та потенціал басейну, пов'язаний з зрілістю юрських материнських порід, перспективних на нафту. Основним результатом роботи є геологічна модель, на основі якої було виділено літолого-стратиграфічні та тектонічні пастки з розрахованими ймовірними запасами.

DANISH CENTRAL GRABEN AS AN OBJECT FOR SEARCH TRADITIONAL RESERVOIRS OF HYDROCARBONS

Ivan Virshylo, Insitute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, ivirshylo@gmail.com,
Kseniia Yahorlytska, Insitute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, yahorlytska@gmail.com,
Bohdan Rydnyk, Insitute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, bogdanrudnyk@gmail.com,
Yevheniia Kravchenko, Insitute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, janekravchenko09071996@gmail.com, Yurii Bilous , Insitute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, u.bilous@gmail.com, Liana Podoliako, Insitute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, lia.geoit@gmail.com

In this papers is considered the possibility to define plays and prospects using 3D seismic data with 2 extended 2D lines, 4 wells with associated data and report about drilling well. All the information were provided by organizers to the team from Institute of Geology (Taras Shevchenko National University of Kyiv) to participation in semifinal competition Imperial Barrel Award 2018. Based on this information we consider this basin perspective due to fair maturation of Lower Jurassic and Upper Jurassic high quality source rock – predominately in oil window. In this work were defined 4 plays with the moderate-to-good chance of success. In this area were identified 5 prospects and 1 lead with calculation of risked reserves.

Вступ

Північне море залишається одним з найважливіших джерел енергоресурсів для Норвегії, а також Великобританії, Нідерландів та в ряді інших країн Європейського Союзу Це один з найважливіших у світі нафтогазоносних районів. В останні роки значна частина Датського Центрального Грабену, що знаходиться на території Північного моря, була покрита площинною 3D сейсмікою та 2D сейсмічними профілями з високою роздільною здатністю, що надало змогу детально вивчити різні тектонічні елементи та частково прослідкувати їх еволюцію в часі та можливість утримання вуглеводнів. Програма IBA (Imperial Barrel Award) сприяє місії AAPG (American Association of Petroleum Geologist) в сфері підтримки навчання студентів геологічних спеціальностей та надає змогу дослідити історію розвитку басейну за даними, що зазвичай надаються організаторам спонсорами змагання.

Загальна характеристика області дослідження

Датський Центральний Грабен є частиною переважно пізньоюрського комплексу грабенів у центральній та південній частині Північного моря. У структурному плані він складається з системи нахилених з північного заходу на південний схід напівграбенів, обмежених порушенням Coffee Soil Fault, на схід від опущеного блоку East North Sea Block, а також обмежених Mid North Sea High на заході. Рифтова стадія, що включала високі темпи розтягування земної кори, розпочалася в середній юрі, у байоському віці. Син–рифтова фаза характеризується переважно осадовими відкладами з великою кількістю глинистих домішок, з прошарками, що надзвичайно багаті на органічну речовину. Рання фаза розвитку рифту характеризувалася прогинанням вздовж напрямку розломних порушень та накопиченням осадового матеріалу в східній частині, особливо уздовж сегментів з північно-південним трендом в області розлому Coffee Soil Fault. Під час кімериджського віку домінуюча тектонічна тенденція змістилася з північно-південного напрямку рифтогенезу, що сформувався ще до початку юри, до домінуючого з північно-західного на південно-східний тренду; депоцентри поступово змістилися на захід, а процеси осадконакопичення поступово розвивалися на більшій площі. Тимчасовий тектонічний режим пізньоюрського віку продовжувався в раньокрейдовому періоді, хоча і з значно нижчими темпами осадконакопичення. Незважаючи на те, що в деякій мірі простежувалося просідання, спадковане з пізньоюрського періоду, відбувся зсув з новими депоцентрами, тому нижньокрейдяні відклади, накопичені в локальних депоцентрах. У північно-західній Європі,відклади періоду верхньої крейди характерні для Крейдяної

групи (Chalk group), що є основною групою колекторів для деяких частин Північного моря. У цей період спостерігається підвищення рівня моря через спрединг морського дна та зниження температур літосфери. У пост-кредовий період на території дослідження накопичувалися тільки пост-рифтові відклади. Завершення формування берегової лінії Північного моря і підводного рельєфу відбулося в кайнозойську еру.

Враховуючи літологію та геологічну історію розвитку території інтересу, створюючи геологічну модель, було виділено три типи відкладів трансгресивно-регресифного циклу осадконакопичення: пре-рифтовий, син-рифтовий та пост-рифтовий (рис. 1).

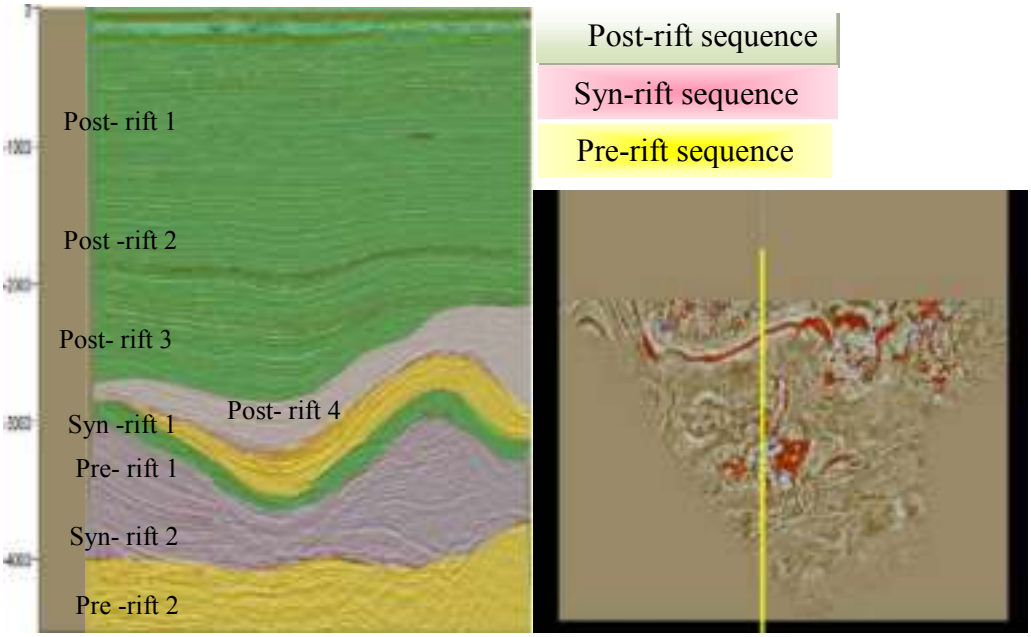


Рис. 1. Сейсмічна стратиграфія басейну Датського Центрального Грабену з виділенням трансгресивно-регресивних рифтових відкладів

Аналіз нафтогазоносних комплексів у межах Датського Центрального Грабену

Чотири відомі нафтогазоносні системи були виділені в процесі аналізу літератури та на основі даних про буріння свердловин у досліджуваній частині басейну Центрального Грабена Данії, (рис. 2). Вони коротко описані нижче, від наймолодших до найстарших. Молоді нафтогазоносні системи є відносно добре витримані

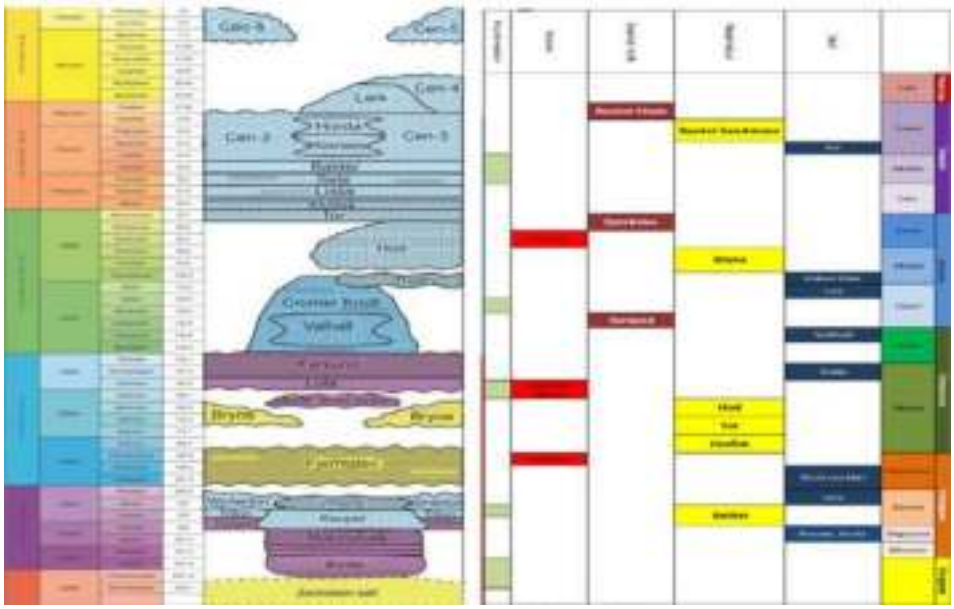


Рис. 2. Літостратиграфічна діаграма (Litostratigraphic chart) та діаграма подій (Event chart), побудовані за даними розвідувальних сверловин в області дослідження, та містять інформацію про регіональний розподіл основних відкладів та існуючі нафтогазоносні комплекси

по площі та краще вивчені. Найдревніша нафтогазоносна система залишається найменш зрозумілою та недостатньо дослідженою, будучи знайомою дослідникам лише з декількох площ у Датському Центральному Грабені.

Еоценовий нафтогазоносний комплекс

Материнськими у даному комплексі виступають породи нижньої крейди, темно-сірі глинисті аргіліти формації Фарсунд (Farsund formation). Відклади багаті на морську органічну речовину, характеризуються керогеном II типу та загальним вмістом органічного вуглецю 2,5 % зі значенням HI 270 mg HC/g TOC. Основними породами колекторами є маргінальні морські пісковики формації Балдер (Balder formation). Його потужність коливається від менш ніж 2 м до більш ніж 10 м, зміна пористості становить від 24 до 50 %. Формація поширена практично на всій площі Північного моря.

Потужну регіональну покришку забезпечують відклади Cen-3, що накопичувалися у батіальному середовищі і літологічно представлені глинами та алевролітами потужністю близько 200–300 м. Основні типи пасток – слабкі рельєфні антикліналі, що утворилися під час палеогену (рис. 3).

Верхньокрейдовий нафтогазоносний комплекс

Для даного комплексу материнськими породами виступають аналогічні породи, що і для еоценового – породи формації Фарсунд (Farsund). Проте існує суттєвий ризик – наявність недостатньої зрілості для даної формації на всій території поширення у басейні, як у занурених частинах, так і більш припіднятих. Колектором для даного комплексу виступає Крейдяна група (Chalk group, включає Tor, Hod, Ekofisk formations). Група складається цілком з морських відкладів. Глибина осадконакопичення становила від 40 до 300 метрів. Пористість колектору змінюється з більш ніж 9 до 22 %. Морські глинисті відклади формацій Sele та Lista утворюють покришку для даної нафтогазоносної системи. Пастки структурно-тектонічного типу сформувалися під час соляної тектоніки у пізньому палеоцені.

Середньоюрський нафтогазоносний комплекс

Материнськими породами у даному комплексі виступають темно-сірі, злегка карбонатні арлігіти формації Феритслев (Fjerritslev) з умістом TOC 2,6 % з середніми значеннями HI 290 mg HC/g TOC. Ці морські породи характеризуються II типом керогену.

Колектором виступає формація Брін (Bryne formation), накопичена у флювіо-дельтових умовах, складена з пісковиків та глинистих фацій потужністю 100–150 метрів з пористістю, що змінюється від 2 до 37 %. Покришкою виступають верхньоюрські морські глини формаціїї Лола (Lola formation) з потужністю 160–250 метрів. Основні типи пасток для даного нафтогазоносного комплексу структурні (амплітудні антикліналі), прирозломні, літологічні, сформовані у пізньоюрський час.

Нижньотріасовий нафтогазоносний комплекс

Колектором виступає Bunter Sandstone Member, що накопичувався у мілководних умовах і фактично складається з перешарування глини та пісковику. Пористість колектора варіюється у межах від 2 до 19 %. Покришкою виступають глинисті відклади тріасу Haisborough Group та Rot Formation. Основними пастками є соляні куполи Zechstein, що навіть можуть вмішувати прошарки нафти і газу між витягнутими соляними тілами. Проте, у зв’язку з соляною тектонікою існує порушеність покришки розломами, що впливає на оцінку статичного стану пластових флюїдів. Ймовірними материнськими породами виступають підстилаючі породи Bunter Shale Member.

Виділення та аналіз перспективних на вуглеводні пасток

Першу перспективну ділянки в еоцені визначено за сейсмічною аномалією RMS, що вказує на накопичення вільних вуглеводнів у цій зоні. Тип даної пастки – низько-амплітудна антикліналь (рис. 3). З рисунку можна побачити, що верхня частина Balder Formation перекрита масивною покришкою, а також має міграційний шлях по розлому від Farsund Formation. Проте дана ділянка має ризик пов'язаний із недоведеною замкненістю структури потенційних карбонатних колекторів (Ekofisk, Tor, Hod) з подібним структурним положенням і низько-амплітудним типом пасток (рис. 4). Через наявні розломні зони ймовірність міграції вуглеводнів з материнської породи до колектора.

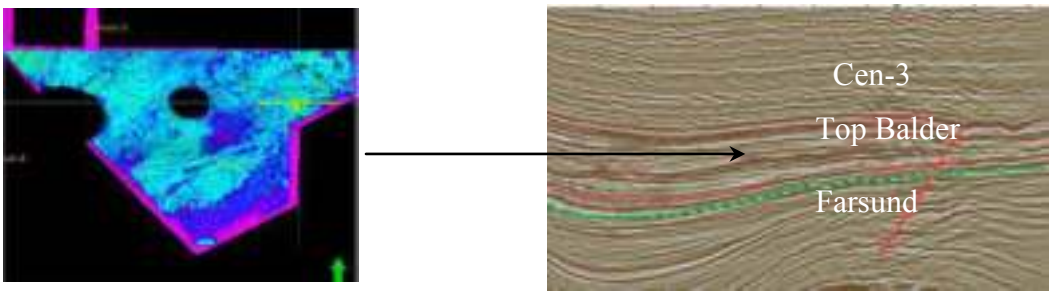
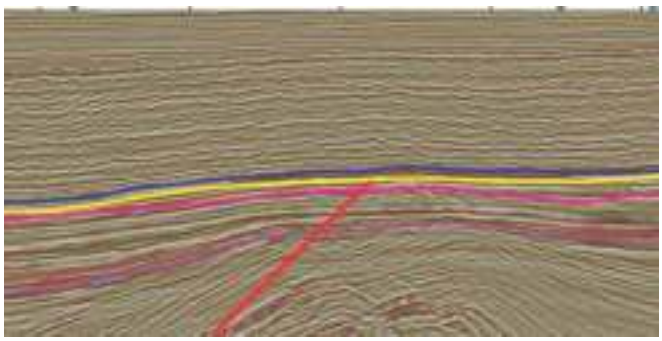


Рис. 3. Перспективна ділянка в еоценовому нафтогазоносному комплексі (низько-амплітуна антикліналь)



У верхньокрейдовій групі містяться 3 потенційних карбонатних колектори (Ekofisk, Tor, Hod) з подібним структурним положеннями та низько-амплітудним типом пасток (рис. 4). Через існуючі розломні зони присутня ймовірність міграції вуглеводнів із материнської породи до колектора.

Рис. 4 Перспективна низько-амплітудна структура у верхньокрейдовому нафтогазоносному комплексі

Наступним було оціненено ділянку у середньоюрському нафтогазоносному комплексі (рис. 5), що вважається найбільш перспективною та має найвищий шанс успіху. Проте колектор складається з перешарування пісковиків, алевролітів, сланців та вугілля, тому існує ризик втрати якості колектора.

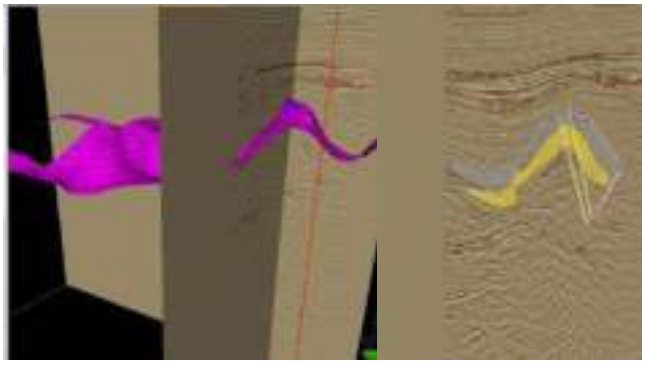
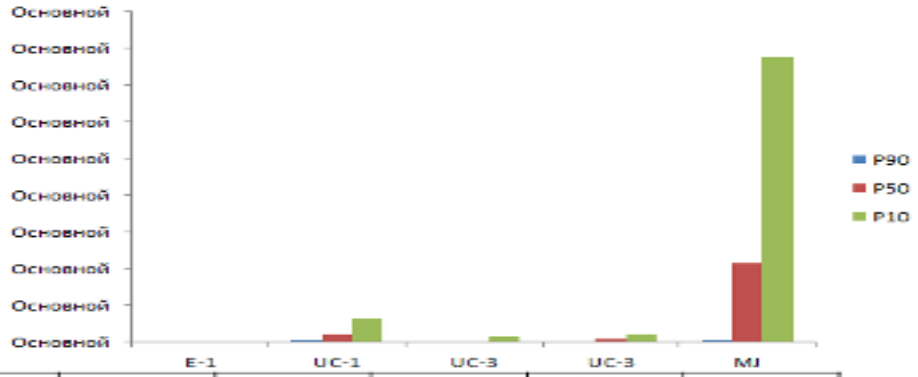


Рис. 5 Перспективна високо-амплітудна структура у середньоюрському нафтогазоносному комплексі

Висновок

Цей басейн є перспективним завдяки зрілості нижньоюрських та переважній зрілості верхньоюрських материнських порід, продукуючих переважно нафту. У покритому сейсмікою районі були виявлені перспективні ділянки з високим шансом успіху та оцінені їх ймовірні запаси (рис. 6).



Prospect	E-1	UC-1	UC-3	UC-3	MJ
PoS	0.21	0.54	0.45	0.42	0.72

Рис. 6. Оцінка шансів успіху виділених перспективних ділянок з розподілом ймовірних

У межах басейну командою було надано рекомендації розширити площу сейсмічних досліджень, а також оцінити економічний потенціал для видобування нетрадиційних вуглеводневих у формації Фарсунд. В якості основної мети для буріння рекомендується північний схил перспективи MJ-1 (пісковики формації Брін).

ЛІТЕРАТУРА

1. *Andersen C., Olsen J. C., Michelsen O. & Nygaard E.* 1982: Structural outline and development. In: Michelsen, O. (ed.): Geology of the Danish Central Graben. Danmarks Geologiske Undersøgelse Serie. B 8. – P. 9–26.
2. *Benthama M. S., Greenb A. and Gammerb D.* The occurrence of faults in the Bunter Sandstone Formation of the UK sector of the Southern North Sea and the potential impact on storage capacity.
3. Peter Japsen, Peter Britze and Claus Andersen Upper Jurassic. – Lower Cretaceous of the Danish Central Graben: structural framework and nomenclature.

УДК 622.235:553.98+67.017

НОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ В ГЕОЛОГІЇ ТА МАШИНОБУДУВАННІ

Ю. І. Войтенко, д-р техн. наук, головний науковий співробітник, (Український державний геологорозвідувальний інститут) voytenkoui@gmail.com, ORCID-0000-0003-3077-2207

Запропоновано клас нових композитних матеріалів, що дасть змогу підвищити ефективність вибухових технологій і роботи кумулятивних пристроїв в геологічній та інших галузях промисловості.

NEW SMART MATERIALS IN GEOLOGY AND ENGINEERING

Yu. I. Voitenko, Doctor of Technical Sciences, Ukrainian State Geological Research Institute voytenkoui@gmail.com, ORCID-0000-0003-3077-2207

A new class of composite materials that can increase the effectiveness of technologies and of shaped charges for geologic exploration and other industries.

В останні декілька десятиріч поряд з розумними пристроями, розумними технологіями в сучасному науково-технічному прогресі помітне місце займають інтелектуальні матеріали, в англомовній літературі – smart materials.

Інтелектуальними називають такі матеріали, які контрольовано змінюють свої властивості у відповідь на зміни навколишнього середовища. Їхньою головною властивістю є здатність перетворювати один вид енергії в інший. З погляду практичної цінності найбільш цікавими є матеріали, які перетворюють механічну енергію в теплову, хімічну, електричну, магнітну і навпаки. Класичними прикладами інтелектуальних матеріалів є п'єзоелектрики; матеріали з пам'яттю форми (нікелід титану та ін.); хімічно активні матеріали, які, наприклад, набухають в умовах підвищеної вологості; рідини з магнітореологічними властивостями; матеріали, які здатні самозаліковуватись в умовах розвитку в них деструкційних процесів (тріщин та мікротріщин) [1].

Ураховуючи їхні унікальні властивості, вартість зазвичай не має значення. В геології та геофізиці використовують цемент, здатний самозаліковувати тріщини; пакери, які набухають в умовах свердловинної рідини. Крім того, пристрої, виготовлені з п'єзоелектричних керамічних матеріалів є основними компонентами сейсмічного, акустичного й ультразвукового каротажного обладнання компанії "Shlumberger" та інших розробників. До таких пристроїв належать джерела акустичних імпульсів і гідрофони системи морської сейсмічної розвідки тощо. Досить повний перелік можна знайти в праці [1].

З 6.03.2018 р. по 8.03.2018 р. у м. Осака (Японія) проходив Всесвітній конгрес по інтелектуальних матеріалах, куди автора запросили з пропозицією зробити усну доповідь. Через відсутність гранту на поїздку автору довелось відмовитись, проте це стимулювало до написання цього повідомлення.

Варто зазначити, що ми випадково потрапили в цю цікаву галузь науки і техніки, експериментуючи з порошками матеріалів Cu, W, Pb, Ni, Al в умовах ударно- хвильових навантажень і дії кумулятивних струминних течій на крихкі і пластичні матеріали [2, 3].

Уже після заміни лайнера кумулятивного заряду із суцільного Al на пористий ми отримали збільшення об'єму кратера приблизно у 2 рази [2]. Такий самий ефект, але не такий значний в кількісному виразі отримано для суцільного і пористого лайнерів з міді [3]. Тобто фактично введення пористості в суцільний металічний лайнер заряду є одним із шляхів створення інтелектуальних матеріалів. Іншим додатковим шляхом є введення в склад композитного матеріалу лайнера компонентів, які реагують між собою, перетворюючи енергію механічного ударно-хвильового навантаження в енергію теплоти хімічних перетворень.

В експериментах було встановлено, що застосування пористих композитів Cu-Al, Cu-Pb-Al, Ni-Al, W-Cu-Pb-Al дає змогу отримувати канали об'ємом більшим, ніж базові (без Al) на 60–90 % [3]. Це свідчить про перетворення частини (≈15…20 %) механічної енергії ударної взаємодії в хімічну та теплову в реакціях взаємодії Al з іншими компонентами композитів [3]. Варто зазначити, що застосування Al, B, Mg та їх сполук у складі вибухових і горючих (високоенергетичних) матеріалів досить відоме [4, 5].

Взаємодія Al з Cu, Ni, Nb, Co, Pd у режимі теплового вибуху досліджувалась у багатьох роботах, причому найповніше в праці [6]. Режими нагрівання та швидкості горіння металів в екзотермічних реакціях взаємодії можна охарактеризувати як квазістатичні. Водночас у низці робіт досліджувалась поведінка, зокрема теплові ефекти хімічних реакцій за фронтом ударної хвилі при ударно-хвильових навантаженнях [7–9]. У них та інших роботах було показано, що при певних критичних параметрах за фронтом ударної хвилі (ФУХ) починається хімічна взаємодія компонентів у суміші з утворенням нових речовин і виділенням додаткової енергії. Так, згідно з працею [7] взаємодія компонентів піротехнічної суміші CuO-Al починається за тиску на ФУХ ~10 ГПа. Температура при цьому підвищується до ~3 000 ^{0}C з виділенням додаткової енергії ~4 кДж/г. Аналогічний ефект спостерігається в суміші S+Al (0,45+0,55 мас.) при ударі по зразку стальним ударником діаметром 40 мм і заввишки 15 мм, швидкістю 2 000 м/с і вище. При цьому виконуються критерії початку хімічних перетворень як по тиску, так і по температурі. Аналогічні перетворення відбуваються при ударі

кумулятивного струменя (КС) або ударного ядра в ділянці між ФУХ у КС і контактною поверхнею. Температура при ударі КС із Cu-Al досягає не менше 3 000 °С. Продукти реакцій між компонентами КС – $CuAl_2$, Cu_4Al_9 та інші неідентифіковані сполуки Cu і Al [3].

Отже, підвищена ефективність кумулятивних зарядів з пористими композитними облицюваннями пояснюється тим, що композити, що містять Al і метали з температурою плавлення ≤3000 °С взаємодіють в умовах високих тисків і температури з утворенням алюмінідів і виділенням додаткового тепла аналогічно тепловому вибуху [6]. Імовірно він (тепловий вибух) і ініціюється при ударно-хвильових навантаженнях. Аналогічні процеси відбуваються при взаємодії деяких металів, наприклад, Al і Cu з полімером, що містить фтор – політетрафлюоретилен (PTFE), що має хімічну формулу $[C_2F_4]_n$ [10]. У праці [10] проведено порівняння дії кумулятивного заряду з облицюваннями з чистого PTFE і модифікованого PTFE: Cu-PTFE (38,5–61,5 мас. %) на перепону. Калібр заряду – 40 мм, кут в основі конуса – 55°. Діаметр вхідного отвору збільшувався на 18,5 %, вихідного отвору в тильній пластині перепони – на 12,6 %. При цьому швидкість лідируючої частини струменя 5363 м/с, діаметр – 3,2 мм. Глибина проникнення в сталеву мішень Ст45–30,3 мм. Для порівняння струмінь з PTFE діаметром 2,7 мм зі швидкістю головної частини 5575 м/с пробив канал глибиною 22,1 мм. Збільшення діаметра каналу по всій довжині вказує на виділення додаткової енергії під час пробиття перепони. Автори [11] звертають увагу на механізм підвищення енергії такої ж природи під час пробиття перепон, що містять алюміній, магній, титан, ударниками з PTFE в результаті хімічної екзотермічної реакції металів з PTFE. Цілком можливо, що КС із пористого Al також частково взаємодіють з матеріалами мішені: залізом (сталь ст. 3) і марганцем, міддю та цинком у сплаві АМЦ-н [3]. Виділення додаткового тепла сприяє збільшенню ступеня пластичної деформації і більшому викиду матеріалу з кратера на гідродинамічній стадії проникнення.

Якщо наявність таких хімічних перетворень прямо, або опосередковано доведено в експериментах з композитними КС із Cu-Al, Ni-Al, W-Cu-Pb-Al [3], то питання про можливість таких перетворень у разі застосування інших сумішей та металів або їхніх сполук, наприклад, Mo+B, Mo+2Si, або деяких сполук високоенергетичних металів і неметалів MgB_2, AlB_2 залишається відкритим.

Водночас перспективність деяких композицій не викликає сумніву, тому що масова теплота горіння Al у кисні становить 7,4 ккал/г, B – 14,1 ккал/г, MgB_2 – 9,18 ккал/г, AlB_2 – 9,1 ккал/г [13].

Варто зазначити, що теплоти утворення алюмінідів міді, нікелю, титану становлять відповідно 40–, 145–162, 25–42 кДж/моль [6], що свідчить на користь композиту Ni-Al. Проте кращі результати було отримано в дослідах з композитом Cu-Al. Можливо це пов’язано з вищою температурою плавлення Ni, ніж міді, а можливо – з невдалим вибором кількості складових у композиті Ni-Al. Єдиним шляхом оптимізації складу цього та інших можливих композитів є отримання залежностей V([Al]), як це було зроблено для композитів Cu-Al та W-Cu-Pb-Al у праці [3].

Ураховуючи, що в режимі теплового вибуху з Al взаємодіють тугоплавкі метали (Nb), є підстави сподіватися на аналогічний ефект між композитами композитів Mo+Al, Mo+B при ударно-хвильових навантаженнях [12].

Одне з практичних застосувань кумулятивних вибухів – це збудження детонації у ВР за допомогою КС або компактного ударника. Воно інколи використовується у вибуховій і гірничій справі, але переважно у військовій справі для підривання вибухових матеріалів в автотранспорті, на складах та арсеналах супротивника. Наявність або відсутність детонації в кожній ВР при ударі КС, або компактного елемента визначається критерієм: $G=dv^2>G_{cr}$ (d, v – діаметр КС та його швидкість, G_{cr} – критичне значення параметра, за якого ймовірність детонації дорівнює одиниці; M. Held) [11]. Зрозуміло, що в разі хімічно активних КС величина G_{cr} матиме дещо менше значення для кожної ВР, ніж наведено в праці [11]. При певних схемах ударно-хвильового навантаження вихідних порошкових сумішей можна отримувати нові конструкційні матеріали в капсулах збереження, наприклад, алюмінід нікелю [14].

Висновок

1. Встановлено клас нових інтелектуальних матеріалів для вибухових пристроїв кумулятивної дії і сформульовано вимоги до них:

– висока щільність компонентів та їхня оптимальна пористість;

– максимальний тепловий ефект хімічних реакцій між компонентами в умовах ударно-хвильового навантаження матеріалу струменя або компактного елемента під час проникнення.

2. Перспективними енергетичними домішками до відомих металів, які використовують у пристроях кумулятивної дії (Cu, Ni, Mo, W, Ta), окрім Al, можуть бути B, MgB_2, AlB_2.

ЛІТЕРАТУРА

1. Новые интеллектуальные материалы/Р. Бхавсар, Н. И. Войдья, П. Гангули и др.//Нефтегазовое обозрение. – 2008. – Вып. 4. – С. 38–49.

2. *Войтенко Ю. И.* Механическое действие кумулятивных зарядов с пористыми облицовками/Ю. И. Войтенко, С. В. Гошовский, А. Г. Драчук, В. П. Бугаец//Физика горения и взрыва. – 2013. – Т. 49. – № 1. – С. 125–131.

3. *Войтенко Ю. И.* Влияние алюминия на ударные свойства композитных кумулятивных струй/Ю. И. Войтенко, В. П. Бугаец//Вісник НТУУ “КПІ”. Серія “Гірництво”. – 2016. – Вып. 30. – С. 36–48.

4. *Махов М. Н.* Влияние добавок алюминия и бора на теплоту взрыва и метательную способность взрывчатых веществ//Химическая физика. – 2015. – Т. 51. – № 1. – С. 40–45.

5. *Давыдов В. Ю., Губин А. С.* Зависимость скорости детонации и метательной способности металлизированных взрывчатых веществ от плотности заряда и содержания добавки//Физика горения и взрыва. – 2014. – Т. 50. – № 6. – С. 123–133.

6. *Письменская Е. Б.* Высокотемпературный синтез интерметаллических соединений в режиме динамического теплового взрыва: дис. кандидата физ.-мат. наук. – Черноголовка: Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН, 2000. – 179 с.

7. *Голубев В. А., Вахрушев В. В., Пантуров Е. В.* и др. Поведение пиротехнического состава Al-CuO при ударноволновом нагружении. – 2001. – 7 с. http://www.vniitf.ru/rig/konfer/6zst/dokl/sec5/39.pdf.

8. *Бацанов С. С., Гогуля М. Ф., Бражников М. А.* и др. Поведение системы Sn+S в ударных волнах//Физика горения и взрыва. – 1994. – Т. 30. – № 3. – С. 107.

9. *Зелепугин С. А., Никуличев В. Б.* Численное моделирование взаимодействия серы и алюминия при ударно-волновом нагружении//Физика горения и взрыва. – 2000. – Т. 36. – № 6. – С. 186–198.

10. *Chang B. H., Yin J. P., Cui Z. Q., Liu T. X.* Improved dynamic mechanical properties of modified PTFE jet penetrating charge with shell//Проблемы прочности. – 2016. – № 1. – С. 97–105.

11. Физика взрыва/Под ред. Л. П. Орленко. – Изд. 3-е, испр. – В 2 т. Т. 2. – М.: Физматлит, 2004. – 656 с.

12. *Блошенко В. Н., Бокий В. А., Мержанов А. Г.* Механизм самоочистки от примесного кислорода при горении порошков молибдена и бора//Физика горения и взрыва. – 1988. – Т. 24. – № 2. – С. 102–111.

13. *Розенбанд В.* Синтез порошка диборида магния в режиме теплового взрыва/В. Розенбанд, А. Гани//Физика горения и взрыва. – 2014. – Т. 50. – № 6. – С. 34–39.

14. *Жуков А. Н., Якушев В. В., Ананьев С. Ю.* и др. Исследование алюминида никеля, образовавшегося при ударно-волновом нагружении смесей алюминия с никелем в плоских ампулах сохранения//Физика горения и взрыва. – 2018. – Т. 54. – № 1. – С. 72–80.

УДК 549.623:551.781.3/4 (477.8)

ЗАЛІЗОМАНГАНОВА МІНЕРАЛІЗАЦІЯ НАД'ЯМНЕНСЬКОГО СТРОКАТОКОЛІРНОГО ГОРИЗОНТУ (СКИБОВИЙ ПОКРИВ, УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

Л. В. Генералова[1], В. Б. Степанов[2]
1 – канд. геол. наук, доцент, Львівський національний університет ім. Івана Франка, Львів, Україна, gen_geo@i.ua, 2 – канд. геол.-мінерал. наук, доцент, Львівський національний університет ім. Івана Франка, Львів, Україна

Розглянуто особливості морфологічних типів залізоманганової мінералізації над'ямненського строкатоколірного горизонту (скиба Парашки, Скибовий покрив, Українські Карпати). Виконано мінералогічні, седиментологічні, петрогеохімічні і рентгенодифрактометричні дослідження вмісних порід і рудних мінералів. Залізоманганова мінералізація концентрується в рудний пласт на межі грубошаруватих псамітових і зелено-сірих алевропелітових турбідитів. У рудному пласті виявлено різні морфотипи залізоманганової мінералізації. Відзначено секреційні та брекчієподібні морфотипи, рудні кірки, натічні утворення, землисті сажисті та вохристі маси, рудні залізоманганові псевдоморфози в трубчастих організмах. Залізоманганова мінералізація над'ямненського строкатоколірного горизонту має ознаки океанських рудоносних відкладів.

THE IRON-MANGANESE MINERALIZATION OF THE NAJMNENSKY VARIEGATED LAYER (SKYBOY NAPPE, UKRAINIAN CARPATHIANS)

L. V. Heneralova[1], V. B. Stepanov[2]
1 – Cand. Sc. (Geol.), associate professor, Ivan Franko Lviv National University, Lviv, Ukraine, gen_geo@i.ua, 2 – Cand. Sc. (Geol.-Mineral.), associate professor, Ivan Franko Lviv National University, Lviv, Ukraine

Features of morphological types of the iron-manganese mineralization of the the Najmnensky variegated layer (skyba Parashky, Skyboy nappe, Ukrainian Carpathians) are considered. Mineralogical, sedimentological, petrogheochemical and X-ray diffractometric studies of the contents of rocks and ore minerals have been performed. Iron-manganese formations are concentrated in the ore layer on the verge of rough-layered psephitic and green-gray auropelitec turbidites. The different types of iron-manganese mineralization have been identified in the ore layer. Secretion morphotypes, breccia morphotypes, ore petioles, native formations, earthy sooty and ocher masses, ore iron-manganese pseudomorphoses in tubular organisms have been noted. The iron-manganese mineralization of the Najmnensky variegated layer has signs of oceanic ore deposits.

Вступ

Розвиток геологічної галузі, зокрема геологічне картування території та підготування до видання Держгеолкарти-200, сприяє удосконаленню ресурсного потенціалу мінеральної сировини України. Невід'ємним складником геокартувального процесу є науково-дослідне забезпечення. У крейдово-еоценових відкладах Українських Карпат поширені строкатоколірні горизонти. Строкатоколірність горизонтів зумовлена ритмічно-циклічним чергуванням зеленкувато-сірих і вишнево-червоних аргілітів, алевролітів і дрібнозернистих пісковиків [2]. Середній хімічний склад безкарбонатної речовини у вишнево-червоних аргілітах дає підстави зазначити, що вони мають характеристики, які споріднюють їх з полігенними глибоководними глинами та/або металоносними осадами сучасних океанів. У горизонтах трапляються переривчасто-ланцюжкові й лінзоподібні чорно-бурі залізоманґанові утворення.

Мета дослідження: вивчення морфологічних і речовинних параметрів залізоманганової мінералізації над'ямненського строкатоколірного горизонту скиби Парашка Скибового покриву Українських Карпат.

Методи

Під час геологічно-картувальних робіт останнього десятиліття в Українських Карпатах активно проводили літологічні і седиментологічні дослідження, уточнювали мінеральний і петрогеохімічний склад виділених літодинамічних типів. Ці дослідження дали змогу вивчити залізоманганову мінералізацію строкатоколірних горизонтів. Для цього описано морфологічні типи залізоманганової мінералізації, виконано седиментологічні, мінералогічні, петрографічні, петрогеохімічні і рентгено-дифрактометричні дослідження вмісних порід і рудних мінералів.

Результати

У басейні р. Опір скиба Парашка характеризується стратиграфічним розрізом, який починається сенонсько-нижньопалеоценовою стрийською світою. Вона нарощується середньо-верхньопалеоценовою

ямненською, нижньоеоценовою манявською, нижньо-середньоеоценовою вигодською, середньо-верхньоеоценовою бистрицькою світами та олігоцен-міоценовою менілітовою серією. Строкатоколірні горизонти наявні в усіх стратиграфічних одиницях, крім менілітової серії. Ми детально вивчили над'ямненський горизонт. Він є межею між ямненською та манявською світами.

Характер переходу між цими світами добре встановлюється на двох верхніх уступах кар'єру правого борту потоку Гребеновець. Тут на масивних пісковиках ямненської світи простежується над'ямненський строкатоколірний горизонт (15–17 м). Його перекриває пачка дрібно- та середньошаруватих турбідитів (15–20 м). Турбідити потужністю від 0,2–0,8 м мають повний модальний набір текстур секвенції А. Боума Т*авсde*. Верхні елементи секвенції Т*de* представлені геміпелагітами (0,20–0,50 м). Дрібно- та середньошаруваті турбідити перекриваються пачкою грубо- та середньошаруватих турбідитів (3,5–5,0 м). Їхня потужність збільшується до покрівлі інтервалу з 0,2–0,3 до 1,8–2,0 м. Структурно-текстурні елементи турбідитів представлені секвенціями А. Боума Т*авс,* Т*ав* та Д. Лау Тs_2s_3. На грубошаруватих турбідитах залягає пласт потужністю 0,20–0,35 м із залізомангановою мінералізацією. Він перекривається ще одним строкатоколірним горизонтом (15–20 м) із зеленкувато-сірими алевропелітами в основі.

Під час вивчення рудного пласта виявлено різні морфотипи залізоманганової мінералізації. На схилах у делювіально-колювіальних відкладах знайдено секреційні морфотипи. Їхнє забарвлення представлено в різних відтінках коричневого коліру від блідо-жовтого до темно-коричневого, майже чорного. Секреційні морфотипи мають діаметр по довгій осі від 0,05 до 0,20–0,25 м, по короткій осі – 0,03 до 0,10 м. В їхній будові відзначено концентричну зональність. Прошарки конформні. Приядерний прошарок буває двох мінеральних видів. Один з видів характеризує приядерні прошарки, складені чорною зернистою, іноді сажистою минеральною речовиною (0,01–0,09 м). Зерна мають діаметр – перші міліметри. Під сажистою плівкою простежуються сталево-сірі агрегати. За рентгенодифрактометричним аналізом вони відповідають чистому піролюзиту. Другий мінеральний вид притаманний приядерним прошаркам, що утворюють натічні ниркоподібні агрегати. Периферійніше за приядерні прошарки фіксується проміжний прошарок жовтувато-коричневої залізистої мінеральної речовини (потужністю 0,01–0,05 м). Зовнішній прошарок представлений темно-коричневими оксидами заліза (0,01–0,03 м). За речовинними особливостями приядерні прошарки характеризуються гідрогетитом. Периферічні прошарки – це чергування коричнювато-бурих прошарків гетита і коричнювато-чорних прошарків гідрооксидів заліза і мангана.

Разом із секреційними морфотипами часто відзначено брекчієподібні морфотипи – рудні класти (рудокластити). Вони представлені брилами потужністю до 0,15–0,17 м. Їхня структура псефітова: необкатані уламки жовтувато-коричнюватого або світло-коричнюватого кольору (розміром 0,05×0,07 м) занурені в темно-коричневий субстрат. Поверхня брил хвилясто-горбиста. Рудні кластити виявлено без субстрату. Вони є найпоширенішими утвореннями рудного пласта.

Окрім рудних кластів трапляються темно-коричневі рудні кірки потужністю від 0,03 до 0,07 м, які розвиваються на змінених породах, пісковиках та аргілітах. Контакти кірок з субстратом або рівні й чіткі, або поступові з певним ступенем зруденіння в приконтактовій зоні субстрату, представленому аргілітом або вулканокластичною (?) породою. Зовнішня поверхня кірок кавернозна, внутрішня поверхня гладка, блискуча, іноді зі сфероїдними вкрапленнями розміром перші міліметри. На певних ділянках поверхні кірок спостерігаються субпаралельні та радіальні борозни завглибшки до 0,005 м. Шаруватість контролюється домішкою до рудної речовини глинистої.

Серед морфологічних типів варто відзначити натічні утворення. Типи натьоків представлені сталактитами та геліктитами, натічними кірками.

У рудному пласті часто трапляються землисті сажисті та вохристі маси. Це м'які борошноподібні утворення, в яких складно розрізнити кристалічні агрегати.

Ще один морфотип за зовнішніми ознаками є рудною залізомангановою псевдоморфозою по трубчастих організмах: вид вестіментіфери (?), клас погонофори. Ми знайшли циліндричний злегка стиснутий еліпсоподібний (імовірно, первинно м'який та еластичний, цілком можливо, хітиновий) фрагмент тіла погонофори завдовжки до 0,06–0,08 м з діаметром 0,035–0,042 м. Зовнішня оболонка залізиста. Вона є гладкою або має ребра. На поперечному зрізі ребра орієнтовані радіально стосовно осі псевдоморфози. По середині псевдоморфози спостерігається щільний осьовий стержень. У поперечному перерізі визначено слабо виражену концентричну зональність, яка підкреслена кільцями рудувато-коричневої й темно-коричневої рудної речовини. Цілком імовірно, що виявлена псевдоморфоза є фрагментом гніздового захоронення. У природному відслоненні спостерігались трубоподібні псевдоморфози, які щільно прилягали одна до однієї, складаючи елементи рудного пласта.

Серед морфотипів рудного пласта трапляються пісковики із залізомангановою мінералізацією. Петрографічне вивчення пісковиків дає змогу схарактеризувати їх. Структура породи псамітова, текстура масивна, грубошарувата. Алевропісковики і пісковики мають мінеральний склад, який представлений кварцом (25 %), плагіоклазом (альбит-олігоклаз, 25 %), гетитом (40 %), мінералами криптомелану (10 %). Кварц утворює неправильно-ізометричні зерна з нерівними напівокруглими межами. Плагіоклаз представлений короткотаблитчастими зернами та неправильними кутастими уламками. Кварц і плагіоклаз утворюють каркас породи. Псамітам притаманний плівковий, часто базальний тип цементації. За мінеральним складом цемент представлений гідрооксидами заліза й мангану. У відбитому світлі серед мінералів цементу явно переважає

гетит, який цементує зерна нерудних мінералів. Гетит часто уособлюється у вигляді плівкових і амебоподібних виділень. Іноді прошарки гетиту чергуються з прошарками мінералів групи криптомелану, утворюючи кокардові виділення.

Для вивчення рудної речовини морфотипів рудної пачки виконано дослідження в аншліфах. Вивчення аншліфів показує, що розподіл головних залізоманганових агрегатів є доволі складний. Відзначаються переходи одних агрегатів в інші. Для основної маси характерна коломорфна структура. Трапляються натічні форми чергування шарів мінералів. Ажурні шари починаються агрегатом з мінімальною відбивною здатністю (20 %); вони поступово змінюються шаром, який характеризується вищою відбивною здатністю (25 %). Далі спостерігається різка зміна агрегатів і все повторюється знову. Однак товщина (потужність) прошарків з кожним разом збільшується. Питома вага для більшості морфотипів залізоманганового горизонту більше 3,35 г/см^3.

За нашими даними вміст мінералів заліза й мангану в досліджених залізоманганових утвореннях коливається від 51 до 28 %. Геохімічні дослідження руд виявили в їхньому складі Mn, Ni, Cu, Co. Відомо, економічну цікавість представляють руди, які містять мангану близько 30 % і Ni+Cu близько 2 %. Такі утворення формуються в інтервалі глибин безпосередньо нижче КГК. Сучасні уявлення дають змогу говорити, що головними джерелами рудної речовини можуть бути гідрогенний, гідротермальний, гальміролітичний процеси.

Мінеральний склад зеленкувато-сірих аргілітів, які перекривають горизонт залізоманганових утворень, за рентгенодифрактометричними дослідженнями представлений кварцом (20 %), плагіоклазом (10 %), ілітомом (15 %), хлоритом (25 %), гетитом (5 %), кальцитом (5 %), монтморилонітом (20 %). Структура аргілітів пелітова, текстура тонкошарувата. Глиниста фракція зелених аргілітів має неабиякий вміст змішаношаруватих мінеральних утворень іліт-монтморилонітового і хлорит-монтморилонітового складу. Мінеральний склад вишнево-червоних аргілітів кварц-альбіт-хлорит-гідрослюдистий. Мінералами-індикаторами забарвлення для сіро-зелених аргілітів є хлорит, для вишнево-червоних аргілітів – гетит.

Наявність різних морфотипів пласта залізоманганових утворень свідчить про складний неперервно-перервний процес росту. Залізоманганова мінералізація формується на твердому субстраті за умов постійного віднесення течіями пухких осадів. Тому вони тяжіють до виходів корінних порід дна в межах підводних гір, піднять, гір. За таких умов залізоманганові утворення є індикатором біохемогенного осадження металів з морської води, надходження з вулканічними екзгаляціями та еманаціями, перетворення базальтової піро- та/або гіалокластики в умовах пелагічного типу літогенезу.

Строкатоколірні породи над'ямненського горизонту є продуктами глибокого звітрювання вулканогенно-осадових утворень [2]. Схарактеризовані утворення залізоманганової мінералізації за морфологічними типами й речовинними особливостями є типовими для молодих океанічних плит Світового океану. Очевидно, у певні періоди крейдово-еоценового океанографічного розвитку на території Скибової частини океану Тетіс виникали умови, які сприяли формуванню залізоманганової мінералізації. За седиментологічними, біостратиграфічними та речовинними характеристиками утворення залізоманганової мінералізації і строкатоколірні аргіліти формувались на глибинах батіалі-абісалі в періоди перманентного затухання дії субдукційних процесів перед фронтом мікроконтинентальних терейнів Алькапи і Тисії-Дакії [1–3].

Наукова новизна

Уперше схарактеризовано залізоманганове зруденіння та описано його морфологічні типи в рудному пласті над'ямненського строкатоколірного горизонту. Вивчені мінералогічні особливості вмісних порід і рудних мінералів. Структурно-текстурні ознаки, мінералогічні, петрогеохімічні і біостратиграфічні дані свідчать про те, що строкатоколірні відклади Українських Карпат, які виявлено в різних структурних одиницях були нагромаджені завдяки процесам (гемі)пелагічної і дистально-турбідитної седиментації на глибинах, що відповідають нижній батіалі-абісалі нижче або близько до рівня карбонатної компенсації. Породні асоціації строкатоколірних горизонтів і залізоманганова мінералізація є продуктами глибокого звітрювання вулканогенно-осадових утворень. Джерелами рудної речовини можуть слугувати гідрогенний, гідротермальний, гальміролітичний процеси. Вивчені особливості залізоманганової мінералізації дають змогу порівнювати її з утвореннями пелагічної седиментації за батиметрії віддаленого підніжжя континентального схилу – абісальної рівнини.

Висновки

Залізоманганова мінералізація над'ямненського строкатоколірного горизонту має ознаки океанських рудоносних відкладів – залізоманганових утворень (конкрецій, кірок). Залізоманганова мінералізація представлена в інших крейдово-еоценових строкатоколірних горизонтах. Вивчені залізоманганові утворення концентруються в рудний пласт на межі грубошаруватих псамітових і зелено-сірих алевро-пелітових турбідитів. У рудному пласті виявлено різні морфологічні типи залізоманганової мінералізації. Відзначено секреційні та брекчієподібні морфотипи, рудні кірки, натічні утворення, землисті сажисті та вохристі маси, рудні залізоманганові псевдоморфози по трубчастих організмах. Кількісний уміст в утвореннях залізоманганової мінералізації Fe, Mn, Ni, Cu, Co викликає до них економічну цікавість.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гаєвська Ю.* Про мінералогію глинистої фракції теригенних порід еоцену Скибової зони Українських Карпат/Ю. Гаєвська//Мінерал. зб. – 2009. – № 59. – Вип. 4. – С. 105–115.

2. *Генералова Л.* Мінералого-петрохімічні особливості порід еоценових строкатоколірних горизонтів Українських Карпат (на прикладі сушманецької та манявської світ)/Л. Генералова, В. Степанов//Вісник Львів. ун-ту. Серія геологія. – Вип. 29. – 2015. – С. 107–116.

3. *Гнилко С.* Ранньоеоценові аглютиновані форамініфери і седиментологічні особливості формування флішу Монастирецького та Скибового покривів Українських Карпат/С. Гнилко, О. Гнилко//Геологія і геохімія горючих копалин. – 2010. – № 1 (150). – С. 43–59.

УДК

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БУРОВИХ РОЗЧИНІВТА ПРОМИВАЛЬНИХ РІДИН(ЕМУЛЬСІЙ НА ВУГЛЕВОДНЕВІЙ ОСНОВІ) НА КОЛЕКТОРСЬКІ ВЛАСТИВОСТІ КЕРНА В ПРОЦЕСІ БУРІННЯ ТА КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ СВЕРДЛОВИН

О. Г. Голуб[1], О. Ю. Приходченко[2], Р. Б. Дворецький[3], І. В. Щербина[4]
1 – головний інженер, директор департаменту з розробки родовищ та дослідження свердловин ДП "УКРНАУКАГЕОЦЕНТР", Полтава, Україна, olegprgp@ukr.net, 2 – начальник партії по дослідженню та випробуванню свердловин ДП "УКРНАУКАГЕОЦЕНТР", Полтава, Україна, alex_prihodchenko@ukr.net, 3 – головний геолог партії по дослідженню та випробуванню свердловин ДП "УКРНАУКАГЕОЦЕНТР", Полтава, Україна, dvoreckiiroman@ukr.net, 4 – начальник загону по дослідженню пластових вуглеводневих систем ДП "УКРНАУКАГЕОЦЕНТР", Полтава, Україна, sig93ua@gmail.com

Розглянуто проблему недоотримання очікуваних дебітів чи взагалі брак продукції після виходу свердловин з буріння або капітального ремонту та методи їхнього вирішення за допомогою проведення досліджень кернового матеріалу на установці з дослідження технологічних розчинів. Отримані результати досліджень керна в лабораторії ДП "УКРНАУКАГЕОЦЕНТР" указують на доцільність застосування зворотніх емульсій на вуглеводневій основі під час проведення КРС та інших підземних робіт у свердловинах, в яких пластовий тиск досить знижений.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DRILLING FLUID AND FLUSHING LIQUID (HYDROCARBON-BASED EMULSIONS) ON THE RESERVOIR PROPERTIES OF THE CORE DURING DRILLING AND REWORKING OPERATIONS OF WELLS

O. G. Golub[1], O. Yu. Prihodchenko[2], R. B. Dvoretskiy[3], I. V. Shcherbina[4],
1 – Chief engineer, head of department of field development of SE "Ukrnaukageocenter", Poltava, Ukraine, olegprgp@ukr.net, 2 – head of welltesting group of SE "UKRNAUKAGEOCENTER", Poltava, Ukraine, alex_prihodchenko@ukr.net, 3 – the chief geologist of the party for research and testing of wells SE "UKRNAUKAGEOCENTER", Poltava, Ukraine, dvoreckiiroman@ukr.net, 4 – Chief of the department for the study of formation hydrocarbon systems SE "UKRNAUKAGEOCENTER", Poltava, Ukraine, sig93ua@gmail.com

The problem of receiving less of the expected debits or in general absence of products is considered after the exit of drilling wells or workover and methods of their decision by the researches of core on unit of researches of technological solutions. The obtained results of core research in the laboratory of the SE "UKRNAUKAGEOCENTER" indicate the expediency of the use of reverse emulsions on the hydrocarbon base during cluster prospecting bore and other underground work in wells, in which reservoir pressure is sufficiently reduced.

На сучасному етапі розвитку вітчизняної нафтодобувної галузі досить гостро постає проблема недоотримання очікуваних дебітів чи взагалі брак продукції після виходу свердловин з буріння чи капітального ремонту (КРС) у разі позитивних геофізичних та геологічних характеристик покладів. У цій статті зупинімося саме на процесі КРС та завданнях промивальних і блокувальних рідин.

Найважливішу роль у процесі виконання ремонтних робіт відіграють рідини глушіння, науково-обґрунтований вибір яких з огляду на геолого-технічні умови свердловин дає змогу запобігти попередження таким ускладненням, як поглинання, нафтогазоводопрояви, зниження продуктивності свердловин у післяремонтний період, а також агресивно корозійний вплив на внутрішньосвердловинне обладнання.

Для запобігання виникненню цих ускладнень використовують різні рідини (здебільшого розчини на водній основі та розчини мінеральних солей без умісту твердої фази), основним завданням яких є створення тиску на вибої свердловини вище пластового.

Під час підготовки свердловини до проведення перфорації, оброблення привибійної зони або ремонтних робіт весь стовбур заповнюється рідиною глушіння, яка має відповідати таким вимогам:

– має забезпечувати створення на вибої тиску, що перевищує пластовий;

– має бути хімічно інертна до гірських порід, зокрема колектору, сумісна з пластовими флюїдами і має унеможливлювати необоротну кольматацію пор пласта твердими частинками;

– фільтрату рідини глушіння має бути притаманна інгібувальна дія на глинисті частинки, що запобігатиме їхньому набуханню за будь-якого значення pH пластової води;

– не має утворювати водних бар'єрів і має сприяти гідрофобізації поверхні колектору та зниженню капілярного тиску в порах пласта внаслідок зменшення міжфазного натягу на межі поділу фаз "рідина глушіння – пластовий флюїд";

– не має утворювати в поровому просторі стійких емульсій та нерозчинних осадів з пластовим флюїдом;

– не має поглинанатися продуктивним пластом;

– має володіти низьким корозійним впливом на свердловинне обладнання;

– має бути термостабільна за високих температур;

– має бути не горючою, вибухопожежобезпечною, нетоксичною.

У разі якісного підбору рідини для проведення робіт у свердловині з пластовим тиском близьким до гідростатичного репресія на пласт буде незначною. А отже рідина глушіння не має поглинатися продуктивним пластом. Проте дуже часто виникає потреба використання промивальних та блокувальних рідин на родовищах, які перебувають на завершальній стадії розробки, де пластові тиски знизилися більше ніж у половину.

У таких випадках, коли пластовий тиск нижче гідростатичного, використовують високов'язкі рідини або рідини на вуглеводневій основі, які мають густину менш як 1,0 г/см^3, низький коефіцієнт фільтрації в пласт та підвищену в'язкість.

Використання таких систем зберігає природну водонасиченість пор колектора; унеможливлюються набухання глинистих мінералів пласта, блокувальна дія води, зумовлена капілярними явищами, утворення нерозчинних осадів під час контакту з мінералізованими пластовими водами, корозія обладнання. Вадою цих рідин є висока пожежонебезпека.

Рідини на вуглеводневій основі можна поділити на дві групи: рідини на основі високов'язких нафт та зворотні емульсії на нафтовій основі чи дизельному паливі.

Можливість регулювання густини й структурно-реологічних властивостей зворотних емульсій у широких межах, через варіювання густиною та концентрацією дисперсної фази, невеликі витрати, низька корозійна й абразивна дія на свердловинне обладнання, відсутність негативного впливу на фільтраційні характеристики привибійної зони пласта, низька вартість і доступність компонентів для приготування зворотних емульсій роблять ці рідини глушіння свердловин, на думку багатьох дослідників, найперспективнішими.

Густина більшості зворотних емульсій на вуглеводневій основі, що не містять твердої фази, не перевищує 1,16 г/см^3. Є рідини на вуглеводневій основі, представлені зворотними емульсіями, в яких дисперсна фаза – дизпаливо, спеціальні масла або сира нафта. Їхня щільність у разі додавання твердих наповнювачів може сягати 2,1 г/см^3, температура застосування – до 260 °С.

Реологічні властивості не є перевагою таких рідин. Успіх їхнього застосування ґрунтується на ефекті динамічного замикання, який проявляється під час течії емульсій у капілярних каналах і тріщинах продуктивного пласта. У разі закачування такої рідини в пласт вона утворює в привибійній зоні радіально просторову течію, радіальна швидкість якої сповільнюється з віддаленням від стовбура свердловини і згодом прямує до нуля, незалежно від постійно діючого перепаду тиску.

Для прикладу, наведено результати досліджень впливу рідин глушіння (емульсій на основі дизельного палива) на колекторські властивості керна, представленого алевролитовими пісковиками з відкритою пористістю 10,83–14,26 %, які виконано в лабораторії ДП "УКРНАУКАГЕОЦЕНТР" на установці УДПКПУ.

Рис. 1. Установка УДПКПУ

Перша досліджувана рідина являла собою гідрофобну емульсійну систему, тобто систему, де як дисперсійне середовище використовували неполярну рідину (дизельне паливо), а дисперсною фазою була прісна вода. Як стабілізатор зворотних емульсій використовувалася спеціальна емульгувальна домішка.

Друга рідина була створена в процесі виконання досліджень, унаслідок додавання гідрофобізованої крейди як твердої фази для забезпечення умов блокування пор у високопроникних зразках.

У праці проведення досліджень впливу рідини глушіння № 1 на фільтраційні властивості зразків керна було виконано такий комплекс робіт:

– визначення початкової проникності в пластових умовах (Р=50 МПа, Т=110 °С) з використанням азоту;

– прокачування рідини глушіння через зразки керна за пластових термобаричних умов (Р=45 МПа, Т=110 °С);

– визначення проникності зразків керна за азотом після прокачування через них рідини глушіння.

Час витримки досліджуваних зразків за пластової температури (110 °С) становив 48 год.

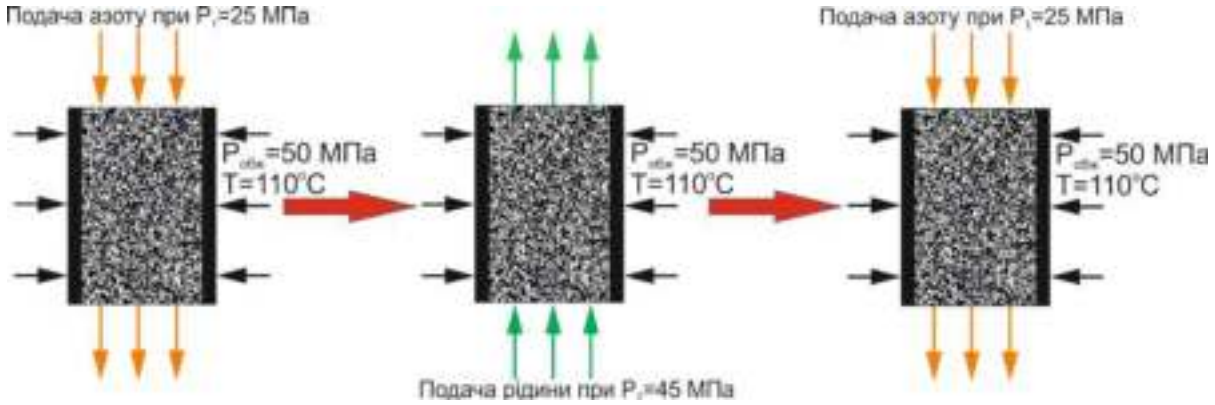


Рис. 2. Блок-схема виконання досліду на установці УДКПУ

Таблиця 1. Узагальнені результати досліджень дії рідини глушіння № 1 на колекторські властивості зразків керна

№ керна	Початкова проникність за азотом, мД	Проникність по рідині, мД	Проникність за азотом після дії рідини глушіння, мД	Залишкова проникність за азотом, %
1	81,5	0,1	33,9	41,60
2	39,1	Незначна фільтрація, що припинилася після 45 хвилин витримки	23,2	59,34
3	57,3	Незначна фільтрація, що припинилася після 2 годин витримки	37,1	64,74

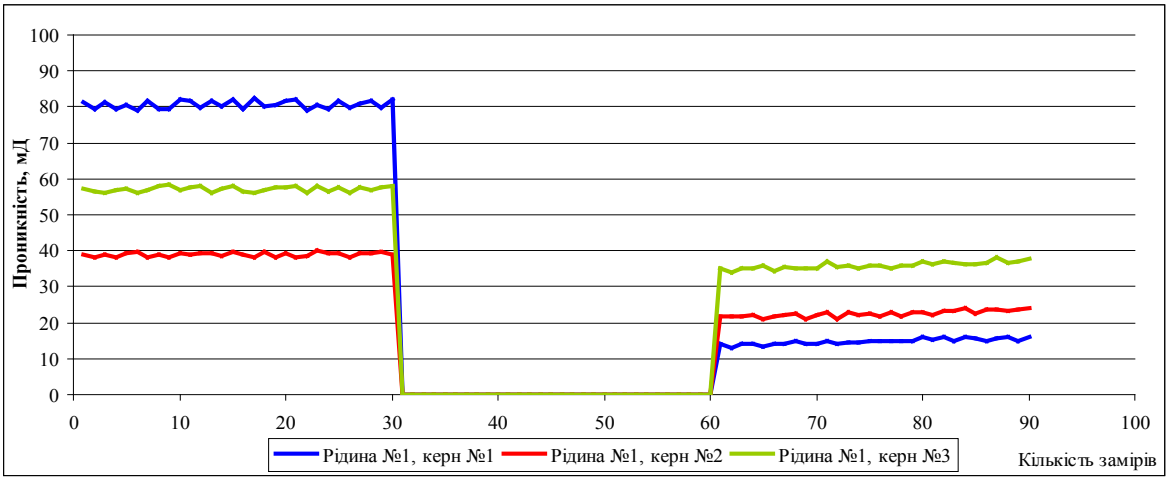


Рис. 3. Результати досліджень дії рідини глушіння № 1 на колекторські властивості зразків керна

Досліджень впливу рідини глушіння № 2 на фільтраційні властивості зразків керна проводилися за аналогічною схемою після очищення та підготовки досліджуваних зразків керна.

Таблиця 2. Узагальнені результати досліджень дії рідини глушіння № 2 на колекторські властивості зразків керна

№ керна	Початкова проникність за азотом, мД	Проникність по рідині, мД	Проникність за азотом після дії рідини лушіння, мД	Залишкова проникність за азотом, %
1	74,6	Незначна фільтрація, що припинилася після 60 хвилин витримки	45,6	61,12
2	36,2	Незначна фільтрація, що припинилася після 30 хвилин витримки	24,3	67,13
3	49,6	Незначна фільтрація, що припинилася після 45 хвилин витримки	31,1	62,70

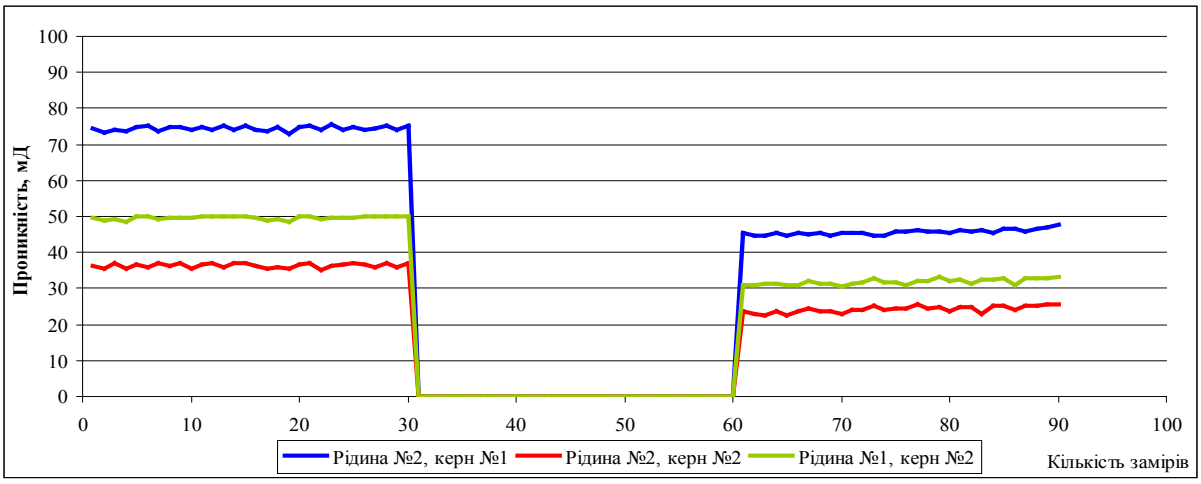


Рис. 4. Результати досліджень дії рідини глушіння № 2 на колекторські властивості зразків керна

За результатами досліджень можна зробити такі висновки:

Досліджувані рідини виявилися термостабільними та досить добре блокують пори зразків керна, що потрібно для проведення ремонтних робіт у свердловині.

Під час дослідження рідини глушіння № 1 на зразка керна № 1 з початковою проникністю приблизно 81,5 мД спостерігалася постійна стабільна фільтрація рідини на рівні 0,1 мД. В інших двох зразках керна (№ 2, 3) відбувалася незначна фільтрація рідини (0,08 мД), яка припинилася через 45 хв у зразка керна № 2 та через 120 хв у зразка керна № 3, початкова проникність яких за азотом складала 39,1 та 60,4 мД відповідно.

Під час дослідження рідини глушіння № 2 з умістом гідрофобізованої крейди спостерігалася ситуація аналогічна до дії рідини № 1 зразки керна № 2 і 3. Фільтрація рідини припинялась через 30–60 хв.

Проникність керна за азотом після використання рідин глушіння закономірно знижується, але жодна з рідин не погіршує проникності зразків керна до критичного рівня.

Рідина глушіння № 1 добре блокує пори колектора за значень його проникності до 50 мД. У разі більших значень проникності доцільно використовувати гідрофобну емульсійну систему з додаванням твердих частинок у вигляді гідрофобізованої крейди чи глини.

Отримані результати досліджень були використані для проведення КРС у газовій свердловині з поточним пластовим тиском 12,06 МПа. Початкове значення пластового тиску на глибині 4 550 м становило 44,68 МПа. Густина використовуваної емульсії на основі дизельного палива становила 0,91 г/см^3, що відповідало репресії на пласт 28,56 МПа. Час проведення робіт становив 18 діб. Після освоєння свердловини спостерігалося ліпше відновлення її продуктивних характеристик, порівнянюючи з іншими свердловинами даного родовища, в яких ремонтні роботи проводились із застосуванням розчинів на водній основі. Дебіт свердловини після освоєння становив 80 тис. м^3/добу і за 11 діб відновився до початкового – 115 тис. м^3/добу. У свердловинах, де застосовували класичні рідини глушіння, відновлення дебіту тривало понад 40–60 діб, а в деяких випадках його значення безповоротно знижувалося до 50 %.

Отримані результати досліджень вказують на доцільність застосування зворотних емульсій на вуглеводневій основі під час КРС та інших підземних робіт у свердловинах, в яких пластовий тиск досить знижений. Їхнє використання мінімізує зміну фільтраційно-ємнісних параметрів продуктивних пластів та дає змогу зменшити час відновлення продуктивності свердловини після завершення робіт.

ЛІТЕРАТУРА

1. СОУ 73.1-41-08.11.09:2007 “Визначення параметрів порового простору порід-колекторів. Методичні вказівки”. – Київ: Держгеолслужба України.

2. СОУ 73.1-41-08.11.08:2006 “Визначення коефіцієнтів абсолютної та ефективної проникності гірських порід за стаціонарної фільтрації газу. Методичні вказівки”. ЛВ УкрДГРІ; Київ-Львів, 2006.

3. *Гороян В. И.* Методические рекомендации по исследованию пород-коллекторов нефти и газафизическими и петрографическими методами. –М.: ВНИГНИ, 1978.

4. *Калинко М. К.* Методика исследования коллекторских свойств кернов. – М.: Гостоптехиздат, 1963.

УДК 550.83, 553.98

ПЕРСПЕКТИВИ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ГЛИБОКОЗАНУРЕНИХ НИЖНЬОКАМ'ЯНОВУГІЛЬНИХ ВІДКЛАДІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ТА ПІВДЕННО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ ДНІПРОВСКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

П. С. Голуб[1], В. В. Мельченко[2], Л. І. Іщенко[3]
1 – генеральний директор ДП "УКРНАУКАГЕОЦЕНТР", м. Полтава, Україна, poltavargp@ukr.net, 2 – начальник партії з вивчення колекторів та пластових флюїдів ДП "УКРНАУКАГЕОЦЕНТР", м. Полтава, Україна, poltavargp@ukr.net, 3 – провідний геолог партії з вивчення колекторів та пластових флюїдів ДП "УКРНАУКАГЕОЦЕНТР", м. Полтава, Україна, poltavargp@ukr.net
У цій статті обґрунтовано перспективи відкриття нових покладів і родовищ на великих глибинах, що базується на підставі глибокого аналізу структурно-тектонічних і літофаціальних ознак, які зможуть визначити просторове поширення потенційних порід-колекторів і покришок, що суттєво впливає на стратегію пошуково-розвідувальних робіт на нафту й газ.

PROSPECTS OF OIL AND GAS CONTENT OF DEEPLY SUBMERGED LOWER CABONIFEROUS DEPOSITS IN THE CENTRAL AND SOUTH-EASTERN PART OF THE DNIPROVSKO-DONETSKA DEPRESSION

P. S. Golub[1], V. V. Melchenko[2], L. I. Ishenko[3]
1 – general director of SE "UKRNAUKAGEOCENTER", Poltava, Ukraine, poltavargp@ukr.net, 2 – Chief of the Party for the study of collectors and reservoir fluids of SE "UKRNAUKAGEOCENTR", Poltava, Ukraine, poltavargp@ukr.net, 3 – leading geologist of the party for the study of collectors and reservoir fluids of SE "UKRNAUKAGEOCENTR", Poltava, Ukraine, poltavargp@ukr.net
In this article, prospects for discovering new deposits and deposits at great depths are grounded, based on a profound analysis of structural-tectonic and lithofaziell features. which will be able to determine the spatial distribution of potential rock-collectors and cap rocks, which significantly influences the strategy of exploration for oil and gas.

В останні 2000 роки в центральній частині ДДЗ було відкрито нові газоконденсатні поклади на глибинах понад 6 000 м, що знову привернуло увагу до питання нафтогазоносності великих глибин. Підґрунтям цього були відкриті в 80–90 рр. XX сторіччя на глибинах більш 4 500–5 700 м 96 нафтових, газових і газоконденсатних родовищ. Україна (Східний нафтогазоносний регіон) була лідером за ефективністю освоєння глибокозалеглих горизонтів.

Одним з основних об'єктів пошуково-розвідувальних робіт на нафту й газ у Дніпровсько-Донецькій западині є кам'яновугільні відклади. Вони представлені поліфаціальною товщею, що характеризується чергуванням піщано-алевритових і глинистих порід з прошарками вапняків та вугілля, їхня товщина скорочується з південно-східної до північно-західної частини ДДЗ і від центральної частини западини до її бортів. Кам'яновугільні відклади залягають на глибинах від декількох сотень метрів до 7 000 м і більше, занурюючись у південно-східному напрямку.

Однією з основних проблем у вирішенні питання нафтогазоносності великих глибин є виділення зон розвитку порід-колекторів. Результати досліджень на відомих родовищах у ДДЗ свідчать про можливість існування порід колекторів зі сприйнятливими Фільтраційно-ємнісними властивості (ФЄВ) на великих глибинах.

Колекторські властивостями порід глибокозанурених комплексів залежать від проявів тектонічної активності регіону, а також на глибинах понад 5 000 м вони потерпають від впливу термобаричних умов та гідротермальних розчинів і зазнають катагенетичних перетворень.

Фільтраційно-ємнісними властивості ФЄВ первинних порових колекторів закладені ще на стадії седиментогенезу і характеризуються низькими значеннями. Порожнинний простір у переважній більшості є вторинним, неодноразово переформований завдяки розвитку тріщинуватості та впливу процесів гідротермальних розчинів, що спричиняє збільшенню відкритої пористості.

Найсприятливішими з погляду формування покладів вуглеводнів вважаються епохи, що належать до візейського й турнейського часу, коли Дніпровсько-Донецька западина була найактивнішою тектонічною зоною, відбувалося найбільше занурення її центральної частини, що відповідає серединам великих трансгресивних циклів і на той час морський басейн займав найбільшу площу ДДЗ, що зумовило привнесення теригенного матеріалу.

Пошуки і розвідування покладів газу на глибинах понад 5,0 км стали пріоритетним напрямом геологорозвідувальних робіт. У 1990 р. у Східному нафтогазоносному регіоні був відкритий найглибший поклад газу на Перевозівському родовищі у верхньовізейських відкладах (6 222–6 300 м, горизонт В-25). На кінець XX століття в ДДЗ газоконденсатні поклади на глибинах понад 5 000 м були встановлені на 34 родовищах. Найглибші нафтові поклади відкрито на Карайкозівському (4 981–5 196 м, гор. С-5), Сухівському

(5 048–5 057 м, гор. Т-3), Сарському (5 800–5 940 м) родовищах. На початку XXI століття газоконденсатні поклади в глибокозалеглих горизонтах розкриті на Семиренківському родовищі (6 750 м, гор. Т-1), Луценківському родовищі (5343,5 м, горизонт В-23-24).

Більшість глибокозанурених покладів приурочені до верхньосерпуховських верхньовізейських і частково турнейських кам'яновугільних відкладів.

Прогнозна оцінка нафтогазоносності серпуховського продуктивного комплексу досить висока, особливо у зв'язку з відкриттям газоконденсатних покладів Котелевсько-Березівської групи родовищ, Краснокутського, Кисівського, Коломацького, Карайкозівського та інших.

Продуктивні горизонти серпуховського ярусу складені пісковиками та алевролітами, що перешаровуються аргілітами, вапняками й вугільними вкрапленнями. Вони характеризуються неабиякою мінливістю на площі, лінзоподібною формою залягання. Товщина піщаних горизонтів зростає з північного заходу (15–25 м) до південного сходу (45–50 м). Пісковики володіють добрими колекторськими властивостями. І пористість їхня змінюється від декількох одиниць до 26,6 %. Поліпшення ФЄВ порід-колекторів особливо спостерігається на ділянках, що прилягають до активних тектонічних порушень, які є найпроникнішими зонами для агресивних (вилуговуючих) розчинів.

Найглибший нафтовий поклад у верхньосерпуховських відкладах (горизонт С-5) був відкритий в інтервалі 4 981–5 196 м на Карайкозовському родовищі. На Кисівському родовищі із серпуховського продуктивного горизонту С-5б (інт. 5 150–5 159 м) отримано промисловий приплив газу дебітом 328 тис. м^3 через штуцер діаметром 10 мм. Колектори представлені пісковиками. Товщина горизонту становить 36,6 м, ефективна товщина – 7,8–10,6 м, пористість – 7–18 %. У свердловині 34 Степового родовища з горизонту С-5 (інтервал –4 950–4 952 м) отримано приплив газу 491,9 тис. м^3/добу. На Коломацькому родовищі зі свердловини 24 з горизонту С-5 (5 455–5 467 м) отримано приплив газу абсолютно вільним дебітом 883 тис. м^3/добу.

Верхньовізейський комплекс найпродуктивніший у ДДЗ. Газоконденсатні поклади розкриті на Комишнянському – 5 797–5 5827 м (гор. В-22,), Семиренківському, свердловина 2, 5 329–5 368 м (гор. В-17) родовищах. Отримані припливи газу коливаються від 37 до 108 тис. м^3/д. На Котелевському газоконденсатному родовищі у свердловині 15 з горизонту В-16 (інтервал 5 390–5 468 м) отримано приплив газу дебітом 433,5 тис. м^3 на добу. На Луценківському газоконденсатному родовищі з верхньовізейського продуктивного комплексу (гор. В-23-24) отримано промислові припливи газу дебітами 35,8–70,58 тис. м^3/добу.

Породи-колектори частіше всього приурочені до нижньої половини верхньовізейського розрізу. Теригенні колектори-пісковики та алевроліти утворюють пласти завтовшки 5–20 м. Відкрита пористість змінюється від одиниць до 22 %.

Для відкладів нижньовізейського під'ярусу найліпші колектори містяться в межах Валюхівсько-Гадяцької та Котелевсько-Березівської зон. Перспективи ділянок, продуктивність яких пов'язана з візейськими відкладами в переважній більшості, пов'язують із центральною частиною ДДЗ. Під час випробування сверд. 460 Пірківського газоконденсатного родовища з інтервалів 5 407–5 410 м та 5 385–5 388 м (гор. В-26) отримано приплив газу дебітом 51,2 тис. м^3 і конденсату 23,3 м^3 на добу через штуцер 7 мм. Породи-колектори складені дрібно та середньозернистими тріщинуватими пісковиками та алевролітами. На Котелевському газоконденсатному родовищі у свердловині 20 з горизонту В-25-В-26 (інтервал 5 646–5 736) отримано приплив газу дебітом 221,5 тис. м^3/добу та конденсату 4,7 т на добу.

За даними опису керна пісковики кварцові, від дрібно- до крупнозернистих, різного ступеня відсортованості. Пористість порід-колекторів становить 11–14 %. Товщина піщаних горизонтів коливається від 1 до 25 м, інколи досягаючи 45–60 м.

Турнейський комплекс вивчений глибоким параметричним та пошуково-розвідувальним бурінням на глибинах від 5 011 м на Яблунівському газоконденсатному родовищі (гор. Т і Д) до 6 750 м, на Семиреньківському родовищі (гор. Т-1).

При випробуванні свердловини 1 Сухівського нафтового родовища з продуктивного горизонту Т-3 турнейського ярусу (інтервал 5 048–5 057 м) отримано фонтан нафти дебітом 63,4 тис. м^3 і газу 14,9 тис. м^3 на добу через штуцер 6,5 мм.

Породи-колектори утворюють потужні товщі із невитриманістю глинистих прошарків, що зумовлює ймовірність утворення масивно-пластових покладів. Висота турнейського покладу на одному з найбільших Яблунівському газоконденсатному родовищі становить 540 м, загальна товщина горизонту 170–274 м, ефективна газонасичена товщина – 65–100 м, пористість змінюється від 11 до 15 %. При випробувані свердловини 1 з інтервалу 5 011–5 101 м (горизонти Т і Д) отримано промисловий приплив газу дебітом 1 160 тис. м^3/добу. Породами-колекторами турнейського комплексу є дрібно-середньозернисті пісковики. Пористість змінюється від 8 до 17 %.Товщина пластів пісковиків 10–25 м, в окремих випадках може досягати 80–100 м.

На Семиренківському газоконденсатному родовищі з турнейських відкладів отримано приплив газу на глибині 6 750 м дебітом 108 тис. м^3/д. Також продуктивними виявилися нижче залягаючі відклади фамену, з яких отримано приплив газу 70 тис. м^3/д. Газоконденсатні поклади горизонтів Т-1а, Т-1б утворюють на Валюхівському родовищі поверх газоносності близько 380 м. У свердловині 4 з інтервалів глибин 5 409–5 426 м, 5434,0–5442,0 м одержано приплив газу і конденсату з абсолютно вільним дебітом 1531,5 тис. м^3/д. Колекторами покладів вуглеводнів є пісковики з пористістю 10–20 %.

Максимальні припливи газу із глибокозанурених колекторів були отримані на Валюхівському газоконденсатному родовищі у свердловині 1 (інтервал 5 447–5 493 м) абсолютно вільним дебітами 2 240 тис. $м^3$/добу, також з горизонту В-26 (інтервал 5 198–5 447 м) – 1968 тис $м^3$/добу.

На Рудівському газоконденсатному родовищі у свердловині 1 при випробуванні горизонту Т-1 з інтервалу 5 750–5 790 м отримано промисловий приплив газу дебітом 1020 тис. $м^3$/добу.

Крім теригенних колекторів у відкладах турнейського ярусу відкриті поклади нафти і газу, які приурочені до карбонатного типу і переважно складені тріщинними, органогенно-детритовими вапняками. Карбонатні колектори розкриті на Мачухському, Роднiковому, Куличихінському родовищах, як правило ці родовища мають дуже складну геологічну будову.

Відкрита пористість карбонатних колекторів турнейського ярусу змінюється в межах від 0,9 до 9,4 %. Зміна колекторських властивостей порід має складний характер, що обумовлено рядом геологічних факторів, а саме: літофаціальними обставинами, особливостями динамічних процесів формування пустотного простору колектора.

При випробуванні параметричної свердловини 403 Богатойського газоконденсатного родовища із карбонатних порід турнейського ярусу (інтервал 4 520–4 507 м) одержано приплив газу дебітом 96 тис. $м^3$/добу через діафрагму 8 мм. Загальна товщина карбонатного колектора складає від 25 до 87 м, ефективна – 0,8–48,2 м, пористість – 3–9 %. Тип колектора – порово-тріщиний-каверновий.

В інтервалах розкритого розрізу турнейського ярусу по керну і матеріалах ГДС спостерігається тріщинуватість, кавернозність, яка сприяє створенню допоміжних шляхів фільтрації флюїдів і покращує гідродинамічний зв’язок геологічного середовища.

Вищенаведені факти визначають актуальність перспектив відкриття нових покладів і родовищ на великих глибинах. Відкриття значних запасів вуглеводнів пов’язуються з маловивченими або невивченими структурами на глибинах понад 5,5 км та з дорозвідкою нижнього поверху нафтогазоносності на великих і середніх родовищах (головними об’єктами пошуків перспектив глибоких горизонтів ДДЗ є серпуховсько-верхньовізейський, нижньовізейсько-турнейський і девонський продуктивні нафтогазові комплекси).

Крім теригенних колекторів у відкладах турнейського ярусу відкриті поклади нафти і газу, які приурочені до карбонатного типу колектора, переважно представленого тріщинними, органогенно-детритовими вапняками. Наявність у розрізі глибокозалягаючих горизонтів вторинно-порових колекторів із покращеними ФЕВ.

Для обґрунтування перспектив пошуків покладів вуглеводнів на великих глибинах ДДЗ, у першу чергу, необхідно виконати тематичні дослідження з метою визначення найбільш перспективних ділянок для проведення пошукових робіт та провести новітні сейсморозвідувальні роботи (3D) з метою уточнення геологічної будови нижньокам’яновугільних відкладів на глибинах 5 000–7 000 м.

Перспективи відкриття значних запасів вуглеводнів можуть бути пов’язані з маловивченими або невивченими структурами на глибинах понад 5 000–7 000 м на структурних валах і моноклінальних схилах депресійних прогинів з дорозвідкою нижнього поверху нафтогазоносності на великих і середніх родовищах.

Перспективи нафтогазоносності найбільш зануреної центральної частини в Полтавському сегменті ДДЗ також пов’язуються із розташованим над апікальною частиною відкритих у свій час суперплюмами, науковці інституту геофізики імені С. І. Суботіна НАН України ДДЗ розглядають їх як висхідні потоки глибинних флюїдів і надають їм особливе значення у формуванні нафтогазоносних басейнів нижнього карбону, де зосереджені основні розвідані запаси і ресурси великих глибин понад 6 000 м. Їхня висока щільність саме в цьому сегменті зумовлена поєднанням геохімічних флюїдодинамічних процесів, і в подальшому, можливо пробурити багато високодебітних свердловин.

Отже, на основі виконаних досліджень обґрунтовано перспективи нафтогазоносності глибокозанурених (5,0–7,0 км) відкладів центральної та південно-східної частин Дніпровсько-Донецької западини з урахуванням отриманих даних результатів буріння та розроблено пріоритетні напрями нафтогазопошукових робіт і першочергові нафтогазоперспективні об’єкти.

Це дають змогу наростити вуглеводневу ресурсну базу України завдяки відкриттю нових покладів у глибокозанурених нижньокам’яновугільних відкладах центральної та південно-східної частини Дніпровсько-Донецької западини.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Іванішин В. А.* Структурно-стратиграфічні, літолого-геохімічні критерії нафтогазоносності глибокозанурених відкладів Дніпровсько-Донецької западини. Автореферат. – Київ, 2004.

2. *Лукін А. Є.* Вуглеводневий потенціал великих глибин і перспективи його освоєння в Україні. – Київ, 2014.

3. *Голуб П. С., Мельченко В. В., Іщенко Л. І.* Перспективи газоносності глибокозанурених відкладів центральної та південно-східної частини ДДЗ. – Полтава, 2017.

4. *Голуб П. С., Мельченко В. В., Алієва Ю. А.* Катагенетичні перетворення осадових порід Дніпровсько-Донецького басейну, як критерій оцінки перспективи нафтогазоносності регіону. – Полтава, 2016.

5. *Макогон В. В.* Особливості вторинних теригенних колекторів центральної частини ДДЗ на великих глибинах. – Одеса, 2017.

УДК 528.88:553.98

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ, ОБНАРУЖЕНИЕ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГАЗОВЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ НА МОРЕ

С. В. Гошовский[1], П. Т. Сиротенко[2], А. И. Воробьёв[3]
1 – д-р техн. наук, профессор, УкрГГРИ, Киев, Украина, ukrdgri@ukrdgri.gov.ua,
2 – канд. техн. наук, старший научный сотрудник, УкрГГРИ, Киев, Украина, petro.syrotenko@gmail.com, 3 – канд. геол.-минерал. наук, старший научный сотрудник, ЦАКИЗ ИГН НАН Украины, Киев, Украина, vorobiev@casre.kiev.ua
Обсуждается проблема обнаружения выделения газа со дна моря по спутниковым съемкам в различных спектральных диапазонах. Показано, что на эффективность обнаружения выделений газа с помощью ДЗЗ влияют гидродинамические процессы в морской толще и состояние атмосферы. Предложены подходы к ослаблению влияния этих помех.

REMOTE SENSING OF THE EARTH, DETECTION AND INTERPRETATION OF GAS DISTANCES AT THE SEA

S. V. Goshovskyi[1], P. T. Syrotenko[2], A. I. Vorobiov[3]
1 – doctor of technical sciences, professor, UkrSGRI, Kyiv, Ukraine, ukrdgri@ukrdgri.gov.ua, 2 – candidate of technical sciences, senior researcher, UkrSGRI, Kyiv, Ukraine, petro.syrotenko@gmail.com, 3 – candidate of geological sciences, senior researcher, Institute of Geological sciences of NAS of Ukraine, vorobiev@carse.kiev.ua
The problem of detection of gas emissions from the seabed based by satellite images in different spectral ranges is discussed. It is show that hydrodynamic processed in the marine stratum and the state of atmosphere have influence on the efficiency of detection of gas emissions. The approaches for weakening the influence of these factors suggested.

Введение

В последние десятилетия наметилось активное развитие морских гидроакустических систем и систем дистанционного зондирования Земли [1, 4, 6–8, 10, 12, 15, 16, 20]. В гидроакустических системах прослеживается значительное наращивание каналов, улучшение параметров и характеристик систем за счёт их микропроцессорного и компьютеризованного построения, а также расширение функциональных возможностей и производительности исследований.

Также непрерывно развивались космические системы дистанционного зондирования Земли. Если ранее мы наблюдали расширение возможностей в определении и классификации горных пород и решаемых мониторинговых задач, то сегодня на передний план вышли задачи обеспечения энергоэффективности альтернативных углеродных источников энергии, достижения более полного извлечения углеводородного сырья как в морских, так и наземных условиях. Это позволяет нарастить энергетический баланс страны, освоить промышленное производство альтернативных источников энергии с уменьшенной трудоемкостью, большей производительностью и эффективностью.

В настоящее время для дистанционного зондирования широко используют следующие диапазоны электромагнитных волн [4]: ультрафиолетовый – от 0,27 до 0,4 мкм; видимый или световой – от 0,4 до 0,78 мкм; ближний или фотографический инфракрасный – от 0,7 до 0,9 мкм; тепловой инфракрасный в двух поддиапазонах – от 3,5 до 5,0 мкм и от 8,0 до 14 мкм и микроволновый – от 0,3 до 10 см.

Космическую съемку при использовании видимого ближнего инфракрасного и просто инфракрасного диапазонов проводят следующими тремя методами, а именно: фотографическим, телевизионным или сканирующим.

Гидроакустические методы используют упругие волны, которые могут распространяться как во флюидной, так и в твёрдой среде, что позволяет использовать эти методы для изучения сред в разных физических состояниях, в том числе и осадочных морских отложений при поисках, разведке и добыче полезных ископаемых, в том числе и углеводородов. Эти методы позволяют решать очень важную задачу – определение местоположения, глубины и объема выделений газа.

Дистанционное зондирование Земли и гидроакустика морского базирования – перспектива нефтегазовой энергетики

Несмотря на интенсивное развитие нетрадиционных источников энергии, традиционные виды углеродных энергоресурсов, как и раньше, имеют и в будущем будут иметь главную роль в мировом энергетическом балансе. По данным экспертов компании Exxon Mobil Corporation (США) ожидается, что потребление энергоресурсов в ближайшие 30 лет на Земле возрастёт на 50 %. Продуктивность известных месторождений углеводородов падает, в то же время новые месторождения открываются всё меньше и меньше, при этом использование их взамен угля вызывает увеличение нагрузки на окружающую среду. Поэтому возникает потребность в замене традиционных источников энергии новейшими, потенциал которых

практически не ограничен. К таким источникам энергии можно отнести водород и гидраты метана. Исследования по получению водорода из земных недр проводятся давно, однако его промышленная добыча пока не освоена. Среди нетрадиционных видов углеводородного сырья перспективными являются гидраты метана, запасы которых на Земле по приблизительным оценкам составляют не менее 250 трлн $м^3$, что по энергетической ценности больше всех открытых сегодня на Земле запасов нефти, газа и угля вместе взятых.

Целью данной работы является оценка возможностей новых технологий для поиска, разведки и добычи природного газа из таких источников энергии как газовые сипы, газогидраты, а также выделения углеводородов грязевыми вулканами.

Ожидаемые результаты и пути их достижения могут быть получены следующим образом. Для выполнения поставленной цели планируется оценить энергетический потенциал газовых сипов и гидратов, а также выделений углеводородов грязевыми вулканами в Чёрном море, в частности в исключительной экономической зоне Украины, с применением геологических и геофизических методов исследований. Кроме того, планируется использовать методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), особенно в мониторинговых задачах исследования выполнения лицензионных условий и оценки влияния на окружающую среду действующих месторождений полезных ископаемых. Необходимо отметить, что несобранный метан, просачивающийся с морского дна, является активным загрязнителем атмосферы и увеличивает парниковый эффект.

Используемое сегодня однокомпонентное сейсмическое исследование газовых гидратов и сипов не является наиболее эффективным геофизическим методом, поэтому необходимо внедрять многокомпонентные сейсмические исследования на P- и S-волнах, что позволит получать не только структурные построения геологической среды, но также определять её физико-механические характеристики. Предлагается алгоритм исследований, который сначала позволит определить местонахождения перспективных участков выделений сипов и гидратов (на дне моря), а потом выполнить детальные сейсмические исследования с целью оконтуривания месторождений, определения структуры их строения и систем разрывных нарушений, которые могут влиять на выделения газовых сипов и образование залежей газогидратов.

После проведения первого этапа исследований необходимо оценить объемы запасов газа сипов и гидратов с помощью различных видов исследований, в частности бурения и новейших технологий сейсморазведки. Для этого необходимо использовать новейшие модификации сейсморазведки, основанные на многокомпонентном и высокочастотном возбуждении, а также регистрации сейсмических волн, что позволит определить с высокой точностью физические характеристики горных пород на исследуемых объектах, а также получить детальные геологические модели разреза.

Далее после проведенных работ первого и второго этапов необходимо перейти к созданию технологий добычи газов сипов и гидратов при разных условиях их залегания и агрегатного состояния. При этом очень важно провести оценку возможных разных методов добычи, транспортирования и сохранения газов.

На заключительном этапе работ, а именно освоения месторождений, необходимо проведение экологических экспертиз для оценки влияния на окружающую среду процессов добычи, транспортирования и хранения углеводородов, а также проведения экономических оценок эффективности добычи метана, сипов и гидратов. Тщательное исполнение всех запланированных работ даст возможность получить на каждом этапе результаты, на основании которых возможно определить есть ли необходимость выполнять следующие этапы работ и будет ли получен положительный результат этих исследований вообще.

Системы дистанционного зондирования Земли и перспективы их использования для обнаружения выделений углеводородов со дна моря

Космическая система дистанционного зондирования Земли согласно ДСТУ 4220-2003 является совокупностью функционально и организационно связанных между собой космических и наземных технических и информационных средств для обеспечения дистанционного зондирования. Таким образом, космическая система ДЗЗ состоит с двух частей, а именно, космической и наземной.

Космическая часть системы включает [4]: искусственный спутник Земли или космический аппарат, который обеспечивает платформу для установки целевой аппаратуры, и бортовой комплекс, содержащий целевую аппаратуру (сенсоры) для съемки и бортовые средства.

Наземная часть системы включает: центр управления работой орбитального комплекса, объединяющий несколько специальных станций, распределенную сеть региональных и локальных приемных станций для сбора данных системы ДЗЗ и информационный центр, обеспечивающий обработку данных ДЗЗ, центральные и локальные архивы для хранения и учета данных, а также службы, которые обеспечивают распространение информационных продуктов и обслуживание потребителей.

Классификацию космических систем ДЗЗ проводят на основе применённого в работе [4] подхода, в котором выполняют выбор наиболее важных параметров и характеристик системы, среди которых должны быть:

– требуемые и обеспечиваемые спектральные диапазоны работы приемных средств системы ДЗЗ [15];
– необходимые средства получения информации от съемных систем ДЗЗ;
– необходимые типы носителей, на которых устанавливают средства ДЗЗ [9];
– требуемое распределение по массе используемых в системе космических аппаратов ДЗЗ;

– необходимые методы съема информации при проведении исследований системой ДЗЗ;

– требуемое пространственное разрешение получаемых материалов ДЗЗ.

Для целей дистанционного зондирования обычно используется диапазон электромагнитных волн от 0,4 мкм до 30 см. Съёмка, как правило, осуществляется не во всём диапазоне, а в отдельных, представляющих интерес зонах спектра. При этом обязательно необходимо учитывать “окна прозрачности” атмосферы.

Необходимые средства получения информации от съёмных систем ДЗЗ имеют широкий диапазон излучения электромагнитного спектра, в котором выполняется ДЗЗ. Вследствие этого требуется большое количество разных средств съёмки. Среди них больше всего представляют интерес для геологии фотографические средства, осуществляющие плановую съёмку для целей картографирования, перспективная съёмка с целью получения дополнительной информации о рельефе земной поверхности, а также панорамная съёмка, когда сразу снимается полоса местности. Современные высококачественные камеры позволяют получить пространственное разрешение на местности в единицы сантиметра. Однако, в последнее время наибольшее распространение получили технологии электронного сканирования изображений Земли и дальнейшей их обработки на ЭВМ.

Необходимые типы носителей, на которые устанавливают средства ДЗЗ [2, 15], методы съёма информации при проведении исследований системой ДЗЗ и требуемое пространственное разрешение получаемых материалов ДЗЗ в последнее время претерпевали существенное изменение. Так, появилась космическая аппаратура со съёмочными системами нового поколения, позволяющая получать снимки со сверхвысоким пространственным разрешением (до 41 см у спутников GeoEye-1) [2, 9, 15]. Данный спутник обеспечивает съёмку информации в панхроматическом и многоканальном мультиспектральном режиме. В будущем этот космический аппарат (КА) будет иметь пространственное разрешение в панхроматическом режиме от 0,25 до 0,3 м и улучшенные спектральные характеристики, используя разработанную компанией Exelis VIS электронную базу на 220 спектральных каналах.

По массе космические спутники сегодня разделяются на восемь групп от 100 г до 1 000 кг, а по разрешению качество данных, получаемых при дистанционном зондировании, можно оценить по пространственному, спектральному, радиометрическому и временному разрешению. При этом пространственное разрешение характеризуется размером пикселя на поверхности Земли, который обычно варьирует от 1 до 4 000 м. В работе [4] выделено пять групп пространственного разрешения, получаемых материалов ДЗЗ, а именно: сверхвысокое – меньше 1 м; высокое – от 1 до 6 м; среднее – от 6 до 30 м; низкое – от 30 до 300 м и очень низкое – более 300 м.

Спектральное разрешение можно охарактеризовать на примере сенсоров спутника Landsat и сенсора Hyperion спутника Earth Observing-1. Первый спутник включает семь полос, в том числе инфракрасный спектр, в пределах от 0,07 до 2,1 мкм, а второй спутник может регистрировать 220 спектральных полос от 0,4 до 2,5 мкм со спектральным разрешением от 0,1 до 0,11 мкм.

Радиометрическое разрешение отображает число уровней сигнала, которые сенсор может зарегистрировать. Как правило, он варьирует от 8 до 14 бит, что составляет от 256 до 16 384 уровней сигнала, но эта характеристика зависит от уровня шумов в аппаратуре (сенсоре), а также от шумов при регистрации.

Временное разрешение характеризуется частотой пролёта спутника над интересующей областью поверхности Земли, что имеет важное значение при исследовании серий изображений.

Выделение газовых просачиваний с морского дна и газовые выделения грязевых вулканов – альтернативные источники углеводородов будущего

Сканерные снимки высокого качества обеспечивают регулярную повторяемость съёмки и удобство автоматизированного ввода в базы данных, поскольку они поступают в цифровом виде. Это очень важно для космических геологических исследований.

В последние годы всё большее значение придается гиперспектральной съёмке, которая стала возможной благодаря применению в космической аппаратуре сверхвысокой интеграции интегральных микросхем. Так, на борту ИСЗ EO-1 (США) установлен гиперспектральный датчик HYPERION, который работает в 220 спектральных зонах видимой и инфракрасной (ИК) областей (0,4–2,5 мкм) спектра. Прибор обеспечивает проведение съёмок с пространственным разрешением до 30 м и очень высокой радиометрической точностью.

Проведённые рядом ученых (В. И. Лялько и другие) исследования показали, что космические технологии ДЗЗ, в частности в тепловом диапазоне [14], позволяют выявлять, начиная с определенного объема и размеров площади просачивания углеводородов с морского дна, но имеются трудности, когда требуется определить объёмы выделяемых углеводородов с морского дна. Для решения этой задачи целесообразно использовать гидроакустику, которая содержит важную информацию о процессах, протекающих в морской среде практически на всех уровнях от морского дна до морской поверхности. В работах [7, 8] подробно изложены принципы построения и функционирования оснащения морских геолого-геофизических исследований, поэтому здесь нет необходимости подробного описания морских средств для поиска, разведки и добычи углеводородных энергоресурсов.

Методические особенности и результаты исследования газовых сипов и выходов метана из грязевых вулканов изложены в работах украинских учёных академиков НАН Украины Е. Ф. Шнюкова и В. Н. Егорова и научных коллективов, которые они возглавляют [10, 17–22].

Важную роль в понимании необходимости комплексирования гидроакустических средств и космических средств ДЗЗ имеют результаты исследований сипов, приведенные в работах учёных США и России [11, 23].

Наиболее важной задачей при ДЗЗ является высокоточное выявление газовых сипов, определение их местоположения и характеристик (особенно важны объем и глубина выделений). Согласно работе [3] в настоящее время при распознавании газовых сипов на поверхности моря наиболее эффективными средствами являются радиолокационные, оптические и тепловые сенсоры, установленные на космических носителях. Преимуществом спутниковых радиолокационных изображений является меньшая зависимость материалов съёмок от метеорологических условий, и в первую очередь от облачности над объектами исследования.

В работах [11, 23] был применён комплексный анализ спутниковых радиолокационных данных и геолого-геофизической информации с использованием геоинформационной системы (ГИС), при этом была установлена связь поверхностных углеводородных проявлений с активизацией подводных геологических объектов (грязевых вулканов и диапиров) в мелководных и глубоководных морских регионах. Комплексный анализ информации на разных уровнях морской и геологической сред с учётом морфологических особенностей геологических объектов позволил установить механизм переноса углеводородов на морскую поверхность [11].

В табл. 1 приводятся признаки газопроявлений на поверхности моря и в верхнем слое морской толщи, а также спутниковые методы их выявления в условиях Черного моря. В данной работе приведен измененный вариант таблицы, приведенной в работе В. Г. Бондура и др. [3], с учетом особенностей данного региона. В таблице также приведены комментарии авторов к данной работы.

Первым в таблице приведен признак аномалий температуры, которые образуются на поверхности моря при всплывании пузырьков газа со дна до поверхности моря. При благоприятных условиях в теплый сезон года поток пузырьков газа со дна к поверхности моря выносит холодные придонные воды, что приводит к образованию аномалий понижения температуры верхнего слоя моря, которые могут быть выявлены с помощью спутниковых технологий [14]. Этот признак хорошо проявляется и подтвержден рядом учёных, среди которых необходимо выделить в первую очередь академика НАН Украины В. И. Лялько. Этот метод имеет невысокое пространственное разрешение сенсора, что ограничивает возможности широкого применения тепловых методов исследований при поисках газовых сипов на море.

Таблица 1. Основные признаки газопроявлений на поверхности и в водной толще и методы их регистрации с использованием космической съемки [3] в условиях Черного моря

№№ п/п	Основные признаки газопроявлений на поверхности моря и в морской толще	Спутниковые методы съемок
11	Аномалии температуры поверхности моря (выделяются при больших объемах выделений)	Тепловая съемка
22	Зоны повышенной мутности (выделяются при глубине моря до 30–40 м)	Многоспектральная съёмка в оптическом диапазоне среднего пространственного разрешения (до 40 м)
33	Пузырьки газа на поверхности моря (при большом объеме выделений и глубине моря до 100 м)	Радиолокационная съемка при малой скорости ветра; оптическая съемка высокого пространст-венного разрешения
44	Наличие пузырьков газа в морской толще	Радиолокационная съемка с регистрацией внут-ренних волн, возникающих при наличии гради-ента плотности по глубине
55	Куполообразные выбросы газа	Оптическая съемка высокого пространственного разрешения; радиолокационная съемка высокого пространственного разрешения при вертикальной поляризации сигнала

Распространёнными являются случаи газопроявлений в виде пузырьков газа на поверхности моря или в морской толще. В этом случае эффективной может быть радиолокационная съёмка как для пузырьков на поверхности воды, так и внутри морской толщи при наличии градиента плотности по глубине. В первом случае возможно применение оптической съемки высокого разрешения.

Также известны куполообразные выбросы газа. В этом случае эффективна оптическая съёмка высокого пространственного разрешения, а также радиолокационная съёмка высокого пространственного разрешения при вертикальной поляризации сигнала. При существовании газовых шлейфов необходимо использовать данные метеорологических спутников в видимом и ИК-диапазонах спектра. Кроме того, существуют в море зоны повышенной мутности, для которых эффективным может быть применение многоспектральной съёмки в оптическом диапазоне среднего разрешения [15].

Для получения наиболее полной информации о газопроявлениях целесообразно комплексирование сейсмической, гидроакустической, подводной телевизионной и спутниковой радиолокационной информации.

В последнее время наметился существенный прогресс в разработке и реализации алгоритмов распознавания газовых сипов в условиях различных помех при выявлении газовых сипов методами ДЗЗ на морской поверхности.

Очень важной информацией являются оценки потоков метановой разгрузки дна в Чёрном море. Такую оценку проводили ряд учёных, среди них Ю. Г. Артёмов, 2014; В. Н. Егоров, 1999, 2003; А. А. Любицкий, 2003; С. П. Ольштынский, 2006 и др. Полученные оценки были собраны, систематизированы, проанализированы и представлены в табл. 2. Показанные результаты исследований однозначно говорят о перспективности добычи, просочившегося с морского дна метана, независимо от того являются они микро- или макропросачиваниями.

Таблица 2. Оценки потоков метановой разгрузки дна в Чёрном море

Акватория, площадь и источник информации	Поток газа ($м^3 \cdot сут^{-1}$)	Метод определения
Локальное газовыделение на шельфе северо-западной части Чёрного моря (В. Н. Егоров и др., 1999. – Доп. НАНУ. – № 8. – С. 186–190)	Поток 0,2 $м^3$ $сут^{-1}$ или 0,232 10^{-3} т у. т. в сутки или 0,085 т у. т. в год	Гидроакустические наблюдения для оценки размерного состава и скорости всплытия пузырьков, метод эхо-интегрирования для оценки объемной плотности пузырьков в сипе
Район газовой разгрузки дна в западной части Чёрного моря площадью 6 689 млн миль (В. Н. Егоров и др., 2003. – Морской экологический журнал, Т. 2. – № 3. – С. 5–26)	Поток: $2{,}2 \cdot 10^9$ $м^3$ в год или 2,552 млн т у. т. в год	Детектирование газовых шлейфов акустическим методом при подсчете сипов; экстраполяция плотности потока от локальных газовыделений на площадь акватории
Газовыделения на шельфе се-веро-западной части Чёрного моря (А. А. Любицкий, 2003. – Севастополь: ЭКОСИ. – Гидро-физика. – Вып. 9. – С. 226–240)	“Групповой факел” 3 400 $м^3 \cdot сут^{-1}$ или его поток 3,944 т у. т. в сутки или его поток 1 439,56 т у. т. в год	Гидроакустические наблюдения для оценки размерного состава и скорости всплытия пузырьков, метод эхо-интегрирования для оценки объемной плотности пузырьков в сипе
Локальные газовыделения на континентальном склоне Чёр-ного моря (С. П. Ольштынский, 2006)	Поток $77{,}8 \cdot 10^6$ $м^3 \cdot сут^{-1}$; или его поток 90 248 т у. т. в сутки или его поток 32,94 млн т у. т. в год	По форме эхограммы подводного газового факела

Заслуживают внимания, сделанные рядом исследователей в США [23], а позже и в РФ [11] предложения по комплексированию различных методов изучения выделений газа со дна моря. В этих работах предложено дополнить методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) гидроакустическими методами исследований, например, гидроакустической системой бокового обзора и акустической системой донного профилирования, при этом в системах ДЗЗ предлагается отдать преимущество радиолокационным космическим системам с синтезированной апертурой.

В УкрГГРИ проведены исследования по оценке возможностей выявления выделений газа в сложных условиях северо-западного шельфа Черного моря.

В результате выполненных работ с использованием съёмок в оптическом диапазоне спутником Sentinel-2, который имеет пространственное разрешение от 10 до 60 м, на северо-западном шельфе Чёрного моря выявлено выделение метана с морского дна. В результате проведенных работ с использованием съёмок спутником Sentinel-2 построена карта аномалий, которые могут быть связаны с выделениями метана со дна моря.

На рис. 1 показана карта аномалий на снимке Sentinel-2 от 7 сентября 2017 года на четвертом канале (максимум спектра на длине электромагнитных волн 665 нм). Красными прямоугольниками показаны участки, в пределах которых наблюдаются аномалии.

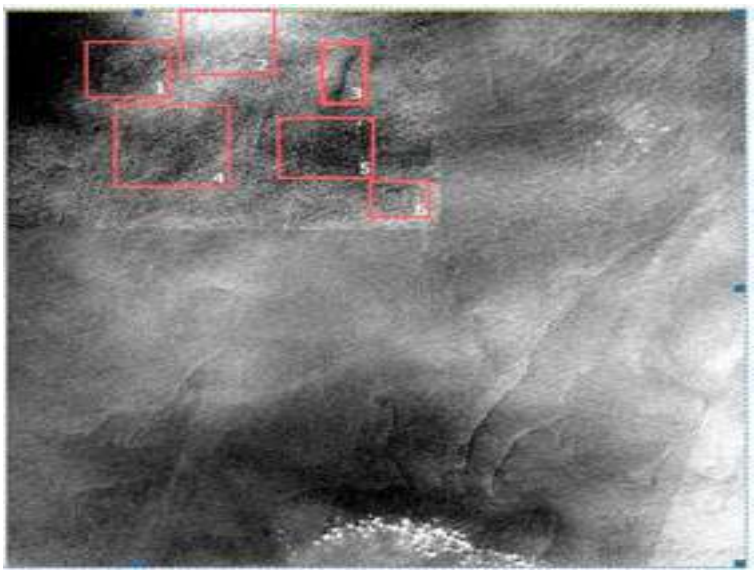


Рис. 1. Аномалии на спутниковом снимке Sentinel-2, связанные с выделениями газа и нефти

После процедуры поднятия яркости изображения в выделенной части на снимке в пределах прямоугольников наблюдаются аномалии различной формы. В прямоугольнике № 3 чётко выделяется линейная аномалия, которая связывается нами с проявлением нефтяной плёнки.

Очень важными и интересными являются приведенные в нижней части КС значительные по размерам линейные аномалии, которые, по данным

В. Г. Бондура [3], могут быть связаны с внутренними волнами, образующимися за счёт выделений газа. Необходимо разработать методику интерпретации этих аномалий.

Следует отметить, что большие по объему выделения углеводородов установлены на подводных грязевых вулканах. Ниже приводятся результаты их изучения.

Выделения углеводородов из подводных грязевых вулканов

Рассмотрение грязевых вулканов на планете Земля целесообразно начать с наиболее мощного подводного грязевого вулкана Haakon Mosby, который был открыт в 1995 г. между побережьем Норвегии и архипелагом Шпицберген в районе 72° с. ш. и 15° в. д. [3]. Вулкан расположен на континентальном склоне Норвегии в верхней части конуса выноса Медвежинского желоба в пределах подводной оползневой долины. При этом в рельефе дна вулкан имеет округлое образование высотой от 7 до 15 м над изобатой 1 250 м, а диаметр этого вулкана примерно 1,4 км (см. рис. 2, Anderson et al., 2009). Данный вулкан характеризуется мощным тепловым потоком, мощностью осадочного чехла, которая достигает 6 км. К тому же вулкан испускает в воду большое количество грязи и что самое важное – газов, среди которых более 99 % составляет метан. Все это поступает с недр по каналу, который уходит в глубину на 2–3 км. За пределами высокотемпературной зоны осадки, содержащие углеводороды, сменяются газогидратами в виде белого цемента, линз, пластинок, чешуек размером от 0,3 до 5 см (Anderson et al., 2009).

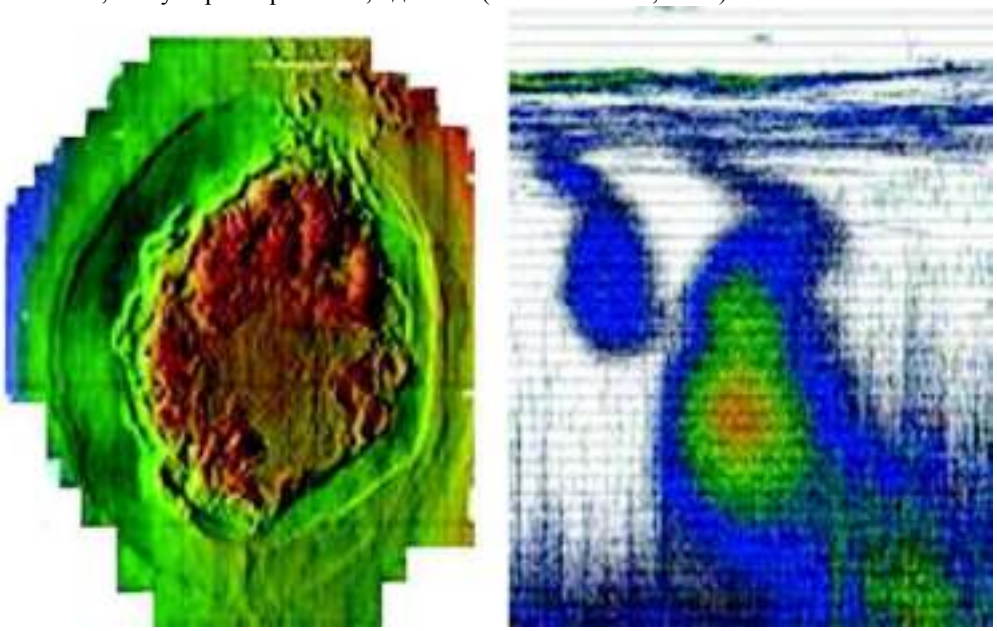


Рис. 2. Изображения подводного грязевого вулкана Haakon Mosby (слева) и эхограмма облака от выделения пузырьков газа со дна моря (Anderson et al., 2009)

В 2005 г. с помощью эхолокационной съемки севернее центра подводного грязевого вулкана на расстоянии 150–200 м друг от друга были выявлены несколько трещин и круглых воронок диаметром 0,2–0,6 м, из которых вытекали струи пузырьков газа. Диаметр рассеивающего облака имел форму пятна с поперечным размером 400–500 м. Причём ни на одной из эхограмм области рассеяния не поднимаются выше глубин 650–700 м, а это соответствует глубине стабильности газовых гидратов для гидрологических условий в этом районе (см. рис. 2) (Anderson et al., 2009).

Признаки грязевых вулканов, установленные на вулкане Haakon Mosby в данной работе, подтверждаются в работах украинских и российских учёных [3, 5, 13, 14, 17–20, 22].

Основные результаты, установленные при изучении грязевых вулканов в Чёрном море, следующие:

– подтверждена связь грязевого вулканизма со структурами майкопских отложений, однако корни грязевых вулканов фиксируются не в майкопских и мезозойских слоях, а прослеживаются в фундаменте и ниже поверхности Мохо, то есть в верхней мантии [22]. Возможно, что грязевый вулкан является, согласно А. Н. Дмитриевскому и Б. М. Валяеву (2010), “каналом вторжения углеводородов, ассоциирующихся с глубинными разломами или инъекционными зонами”;

– установлено, что положительные формы рельефа являются важным признаком грязевых вулканов (Е. Ф. Шнюков и др., 2015);

– одним из основных методов подводных исследований грязевых вулканов сегодня является гидролокация бокового обзора (ГЛБО);

– сочетание полного комплекса исследований позволяет обеспечить высокую достоверность существования грязевых вулканов на дне моря;

– грязевые вулканы являются высокоэффективным признаком существования в геологической среде углеводородов, а также гидратов метана в морских условиях [21].

На сегодняшний день на грязевых вулканах суши подтверждено существование фаз затухания и активизации. Также установлено, что в Керченско-Таманской грязевулканической области на суше суточный дебит газов грязевых вулканов составляет в спокойном состоянии от 350 до 520 м^3/сут., а во время активизации – от 1500 до 2000 м^3/сут. (Е. Ф. Шнюков и др., 2005), согласно работе [22] соизмеримые количества газов выбрасывают грязевые вулканы Чёрного моря, при этом по данным моделирования германских исследователей поставка метана из сипов и грязевых вулканов в Чёрном море составляет 67,4 т/год. Причиной газового вулканизма является, как известно, нефтегазоносность, которая проявляется через образование непосредственно грязевых вулканов или грязевых сальз и грязевых грифонов, при этом мелкие грязевые вулканы принято называть сальзами, а очень мелкие – грифонами.

В результате проведенных исследований по оценке возможностей методов ДЗЗ для выявления выделений газа установлено:

1. Наиболее высокую информативность для выявления сипов имеют материалы спутниковых съемок в августе-октябре 2017года. В этот период наблюдался наименьший уровень гидродинамической активности. Высокий уровень гидродинамической активности (вихрей) мешает выделению аномалий, связанных с выделениями метана.

2. По сейсмической информации выделять сипы невозможно. Но можно выявлять неровности на дне моря, которые связаны с мощными выделениями газа. Просачивания газа выделяются с помощью гидроакустики на высоких частотах (от 10 до 40 кГц), но этот метод очень дорогой в площадном варианте.

3. В результате полученного опыта выявления выделений метана со дна моря по материалам съемок спутника Sentinel-2 установлено, что эффективность этих работ в значительной степени зависит от оптических свойств атмосферы и гидродинамической обстановки в морской толще во время съемок. Поэтому значительное внимание необходимо уделять выбору снимков на основе анализа КС метеорологических спутников, которые более часто покрывают съемкой северо-западный шельф Черного моря. В частности, для контроля гидрометеорологической ситуации необходимо использовать материалы съемок спутников NOAA, AQUA и TERRA.

4. Для повышения информативности снимков важное значение имеет использование методов детальной обработки КС. В частности, необходимо провести исследования по оценке эффективности коррекции снимков за влияние атмосферы с помощью программы SNAP, которая используется для обработки снимков Sentinel-2.

5. Для установления достоверности выявленных сипов необходимо использовать повторяемость связанных с ними аномалий на материалах съемок того же спутника (Sentinel-2) в другое время, а также использовать материалы съемок других спутников с близким или более высоким пространственным разрешением (например, КС спутников Landsat-7 и Landsat-8).

6. Для выявления мест выделений нефти со дна моря рекомендуется использовать КС спутника Sentinel-1.

7. Для учета сноса течениями в морской толще потоков пузырьков газа и проявлений выделений газа на поверхности моря относительно фактического места утечки на дне моря необходимо разработать специальную методику.

8. Задача выявления выделений метана со дна моря является сложной, но решение ее возможно. В частности, одним из перспективных направлений повышения информативности спутниковых методов является суммирование изображений после их отбора и специальной детальной обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Артёмов Ю. Г.* Распределение и потоки метановых струйных газовыделений в Черном море. Дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.08 – океанология. – Севастополь, 2014. – 152 с. http://mhi-ras.ru/assets/files/dissertation/Artemov_dissertation.pdf.

2. *Болсуновский М. А.* Развитие систем ДЗЗ и информационно-аналитического обеспечения данными космической съёмки: ближайшие перспективы/М. А. Болсуновский, Б. А. Дворкин//ГЕОМАТИКА (GEOMATICS). – 2010. – № 4. – С. 11–16.

3. *Бондур В. Г.* Выявление газовых сипов в акваториях арктических морей с использованием данных дистанционного зондирования/В. Г. Бондур, Т. В. Кузнецова//Исследование Земли и космоса. – 2015. – № 4. – С. 30–43.

4. *Варламов І. Д.* Космічні системи дистанційного зондування Землі подвійного призначення/І. Д. Варламов, В. В. Зуйко, А. М. Козуб, Д. П. Пашков: Навчальний посібник. – Київ: НУОУ, 2015. – 204 с.

5. *Гончар А. И.* Подводный грязевой вулканизм Азово-Черноморского бассейна/А. И. Гончар, И. Н. Писенко, Л. Е. Собисевич, А. Ф. Шнюков//Гидроакустический журнал (Проблеми, методи та засоби досліджень Світового океану). – 2004. – № 1. – С. 70–83.

6. *Горшков М. В.* Экологический мониторинг: Учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010. – 313 с. (12.1 Аэрокосмический мониторинг и данные дистанционного зондирования).

7. *Гошовський С. В.* Сучасне оснащення морських геолого-геофізичних досліджень. Стаття 1/С. В. Гошовський, П. Т. Сиротенко//Збірник наукових праць УкрДГРІ. – № 1–2. 2017. – С. 178–195.

8. *Гошовський С. В.* Сучасне оснащення морських геолого-геофізичних досліджень. Стаття 2/С. В. Гошовський, П. Т. Сиротенко//Збірник наукових праць УкрДГРІ. – № 3. – 2017. – С. 57–73.

9. *Дворник Б. А.* Новейшие и перспективные спутники дистанционного зондирования Земли/Б. А. Дворкин, С. А. Дудкин//ГЕОМАТИКА (GEOMATICS). – 2013. – № 2 (19). – С. 16–26.

10. *Егоров В. Н.* Метановые сипы в Черном море: средообразущая и экологическая роль/Под редакцией академика НАН Украины Г. Г. Поликарпова. Севастополь: НПЦ "ЭКОСИ-Гидрофизика". – 2011. – 405 с.

11. *Затягалова В. В.* О некоторых особенностях естественных выходов углерода в восточной части Азово-Черноморского бассейна/В. В. Затягалова//Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2012. – Т. 9. – № 4. – С. 194–201.

12. *Кронберг П.* Дистанционное изучение Земли: Основы и методы исследований в геологии. Пер. с нем. – М.: Мир, 1988. – 343 с.

13. *Лимонов А. Ф.* Грязевые вулканы/А. Ф. Лимонов//Соровский образовательный журнал. – Т. 8. – № 1. – 2004. – С. 63–69.

14. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування/Редактори В. І. Лялько і М. О. Попова. – Київ: Наукова думка, 2006. – 357 с.

15. *Тронин А. А.* Спектральные методы дистанционного зондирования в геологии. Обзор/А. А. Тронин, В. И. Горный, С. Г. Крицук, И. Ш. Латыпов//Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2011. – Т. 8. – № 4. – С. 23–36.

16. *Трофимов Д. М.* Аэрокосмические исследования на поисковом этапе геологоразведочных работ на нефть и газ/Д. М. Трофимов. – Москва, 2010. – 308 с.

17. *Шнюков Е. Ф.* Минеральное богатство Черного моря/Е. Ф. Шнюков, А. П. Зиборов. – Киев, 2004. – 280 с.

18. *Шнюков Е. Ф.* Новые проявления газового и грязевого вулканизма в Черном море/Е. Ф. Шнюков, А. А. Пасынков, А. А. Любицкий, Ю. А. Богданов//Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2007. – № 2. – С. 107–110.

19. *Шнюков Е. Ф.* Проявление масштабной дегазации на акваториях Черного и Азовского морей/Е. Ф. Шнюков, А. А. Пасынков, А. Ш. Менесова//Мінеральні ресурси України. – 2011. – № 4. – С. 35–38.

20. *Шнюков Е. Ф.* Газовый вулканизм Черного моря/Е. Ф. Шнюков, В. П. Коболев, А. А. Пасынков. – Киев: Лотос, 2013. – 384 с.

21. *Шнюков Е. Ф.* Грязевые вулканы Черного моря как поисковый признак газогидратов метана/Е. Ф. Шнюков//Литология и полезные ископаемые. – 2013. – № 2. – С. 119–127.

22. *Шнюков Е. Ф.* Грязевые вулканы Черного моря (каталог)/Е. Ф. Шнюков, Л. В. Ступина, Е. Н. Рыбак, А. А. Парышев, Е. Я. Нетребская, Н. А. Маслаков, Ю. И. Иноземцев, Р. П. Круглякова, В. М. Андреев, И. Н. Гусаков. – К.: ГНУ ОМГОР, Лотос, 2015. – 259 с.

23. *De Beukelauer S. M.* Distinct side-scan sonar, RADARSAT SAR, and acoustic profiler signatures of gas and oil seeps on the Gulf of Mexico slope/S. M. De Beukelauer, I. R. MacDonald, N. L. Guinnaso, J. A. Murray//Geo-Marine Letters. – 2003. – V. 23. – P. 177–186.

24. *Richards J. A.* Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction. – 4th Edition/J. A. Richards, Jia Xiuping. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006. – 454 p.

25. *Roberts D. A.* Mapping methane emissions from a marine geological seep source using imaging spectrometry/D. A. Roberts, E. S. Bradley, R. Cheung, I. Leifer, Ph. E. Dennison, J. S. Margolis//Remote Sensing of Environment, 2010. – Vol. 114.3. – P. 592–606.

26. *Andersen C., Boetius A.* et al. Biodiversity of cold seep ecosystems along the European margins//Oceanorgraphy. – 2009. – V. 22. – P. 119–135.

УДК 550

СТИСЛИЙ НАРИС ПРО ІСТОРІЮ ГЕОЛОГІЇ ТА НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ

С. В. Гошовський[1], Н. Г. Люта[2]
1 – д-р техн. наук, професор, УкрДГРІ, м. Київ, Україна, ukrdgri@ukrdgri.gov.ua, 2 – канд. геол.-мінерал. наук, УкрДГРІ, м. Київ, Україна, nlyuta@ukr.net
У доповіді стисло викладено історію розвитку геології та надрокористування в Україні впродовж тривалого періоду часу, що передував утворенню Українського геологічного комітету. Наведена інформація дає змогу оцінити роль, яку геологічне середовище завжди відігравало в житті людей, забезпечуючи матеріальну основу цивілізації та нерідко визначаючи шляхи її розвитку.

BRIEF OUTLINE ABOUT THE HISTORY OF GEOLOGY AND SUBSURFACE USE IN UKRAINE

S. V. Goshovskyi[1], N. G. Lyuta[2]
1 – doctor of technical sciences, professor, UkrSGRI, Kyiv, Ukraine, ukrdgri@ukrdgri.gov.ua, 2 – candidate of geological and mineralogical sciences, UkrSGRI, Kyiv, Ukraine, nlyuta@ukr.net
The report briefly describes the history of the development of geology and subsoil use in Ukraine for a long period of time, preceding the formation of the Ukrainian Geological Committee. The information allows us to assess the role that the geological environment has always played in peoples lives, providing the material basis of civilization and often determining the ways of its development.

1 лютого 2018 року Українська геологічна служба відсвяткувала свій 100-річний ювілей. Проте вивчення й освоєння земних надр має незрівнянно довшу й цікавішу історію, позаяк після появи людини розумної їй відразу знадобилися знання про землю як основу життя і джерело мінеральних ресурсів.

Роль геологічної складової в розвитку людської цивілізації промовисто засвідчують назви її історичних періодів – кам'яний, мідний, бронзовий, залізний віки, що відображають поступове освоєння людиною відповідних матеріалів, металів та їхніх сплавів для виготовлення знарядь праці та зброї.

Освоєння надр забезпечувало розвиток виробництва, технічного прогресу, науки та культури. Сприятливі географічні умови України зумовили появу на її території людей та активне освоєння надр, починаючи з давніх часів. Археологічні знахідки свідчать про те, що використання кременю та кварциту розпочалося на теренах України ще в палеоліті, 300–100 тисяч років тому. В епоху мезоліту та неоліту розпочалося використання гранітів, сланців, пісковиків, у цей час з'явилися кам'яні знаряддя праці. Збирання каміння на поверхні землі поступово змінилося його видобуванням за допомогою примітивних гірничих виробок – ям та уступів [1].

Трипільська культура (VI–III тисячоліття до н. е.) характеризується широким видобутком глини для виготовлення кераміки (посуду, статуеток, намиста тощо) і спорудження житла. Археологічні дослідження у верхів'ях Дністра та на Волині засвідчили, що для видобування каміння трипільці споруджували горизонтальні та вертикальні гірничі виробки – котловани та стовбури.

У часи пізньої бронзи, у середині – кінці II тисячоліття до н. е., на Донбасі велася розробка мідних руд, тут виявлені численні свідчення гірничої діяльності – кар'єри та неглибокі шахти для видобутку мідистого пісковику та споруди для збагачування руди й виплавки металу. На жаль, деякі унікальні археологічні знахідки на Донбасі нині опинилися на лінії зіткнення і через постійні обстріли майже втрачені.

З кінця II – початку I сторіччя до н. е. у побут увійшло залізо, яке видобували з місцевих руд – лімоніту, болотного заліза. Археологи виявили сліди кар'єрної розробки гематито-магнетитових руд Криворіжжя, яку здійснювали скіфи.

Значний розвиток гірництва пов'язаний з виникненням у північному Причорномор'ї античних міст-держав у VI до н. е. – IV сторіччя н. е., де видобувався вапняк для будівництва та кварцовий пісок для виробництва скла. Поблизу Ольвії та Херсонесу із соляних озер видобували сіль.

Поклади мідних руд розроблялися поблизу Кривого Рогу, де знайдені залишки штолень і плавильних печей.

Значний прогрес у всіх сферах виробництва відзначається в період Київської Русі (X-XII сторіччя), коли інтенсивно розвивалися будівництво, ливарний, ковальський, ювелірний та інші промисли. Високий попит на залізо задовольнявся за рахунок болотної руди, яка видобувалася поверхневим способом за допомогою лопат і кирок. Приблизно в ці ж часи в Криму і Галичині видобували сіль.

На Закарпатті з XII сторіччя розроблялося Мужиївське золоторудне родовище. Тут, на північній околиці с. Мужиєва, досі збереглася стародавня золоторудна штольня дещо пізнішого віку – XIV–XVI сторіччя, якій нині пропонується надати статус геологічної пам'ятки державного значення.

Варто зазначити, що в Україні багато топонімів розповідають про наявність корисних копалин і пов'язані з ними стародавні промисли місцевих жителів. Так, на Поліссі чимало населених пунктів мають у назві слово

“рудня”, що свідчить про те, що в давнину тут виробляли залізо з болотної руди. Лише на Житомирщині таких населених пунктів більше двох десятків. Про наявність сировини для виробництва скла – скляних пісків розповідають назви населених пунктів зі словом “Гута”, такі села й містечка зустрічаються на території аж 12 областей України. У межах чотирьох областей (Вінниччини, Одещини, Чернігівщини та Волині) розміщені населені пункти, що свідчать про видобуток вапняку – Вапнярка, Вапнярня, ще в межах чотирьох областей (Житомирська, Рівненська, Вінницька, Донецька) населені пункти з назвою Гранітне. Села з назвою Піски є на територіях Київської, Полтавської, Донецької, Житомирської та Чернігівської областей. Зустрічаються серед топонімів Мідна руда, Торф’яне, Глинне, Сіль, Стара Ропа, Стара Сіль, Солотвине, Базальтове, Тузла (з тюркської – солеварня) та чимало інших, що прямо вказують на наявність відповідних корисних копалин і ту винятково важливу роль, яку освоєння надр відігравало в спеціалізації та розвитку промислового виробництва в різні періоди часу.

Гетьманський період в Україні ознаменувався прискореним розвитком гірництва – відомі універсали українських гетьманів щодо виділення козацькій старшині земель під спорудження рудень, селітряних заводів, ковальських цехів.

З XVI сторіччя розпочинається видобуток вугілля в Дніпровському буровугільному басейні відкритим способом. Приблизно з того ж часу надходять перші відомості про цілющі мінеральні води Карпат і Закарпаття. Перші згадки про видобуток солі на території нинішнього Слов’янська на Донеччині відносяться до 1627 року, хоча за археологічними даними, цей промисел існував з давніх часів. У Західній Україні видобуток кам’яної солі розпочався в Солотвиному в 1778 році [1].

Зростаюча інтенсивність виробництва у XIX сторіччі потребувала все більших обсягів мінеральної сировини. У 30-х роках XIX ст. відомий промисловець і меценат А. М. Демидов організував експедицію на територію Східної України з метою “учредить … каменноугольное и железное производство”, матеріали якої стали передумовою для стратиграфічного розчленування геологічних комплексів, як основи наступного картування. Згодом узагальнення отриманих геологічних матеріалів знайшло відображення на схематичних картах Київської (К. М. Феофілактов, 1874 р.) і Херсонської (М. П. Барбот-де-Марні, 1869 р.) губерній, на геологічній карті Бессарабії масштабу 1:420 000 (І. Ф. Сінцов,1882 р.).

1872 року Гірничий департамент за матеріалами братів Носових видав пластову гірничопромислову карту Донбасу, на якій уперше було окреслено межі Донецького басейну, відображено пласти вугілля, вапняків і пісковиків, окреслено головні риси тектоніки.

1876 року в м. Соледарі було споруджено урядову свердловину завглибшки 292 м, а 1879 року тут було засновано першу соляну шахту в Донбасі.

Надзвичайно цікавою є історія нафтових промислів у межах Передкарпаття і Карпат. Нафту, яку раніше називали “ропа”, тут видобували з давніх-давен. Спочатку її використовували лише для змащування возів і дахівок з ґонту. Згодом з ропи почали вилучати гас, який застосовували для освітлення [1, 2]. У XVI сторіччі Дрогобич отримав привілей на освітлення вулиць “скельним олієм”. Перша згадка про карпатську нафту датована 1617 роком. На промислі Слобода Рунгурська її добували в 1711 році.

На початку XIX століття було виявлено низку нафтових родовищ. Інтенсивний видобуток нафти розпочався в середині XIX століття, коли було відкрито способи отримання й використання її легких фракцій.

У 1854 році розпочалася розробка Бориславського нафтового родовища. В 1865 році тут, переважно в заплаві р. Тисмениці, діяли, за різними даними, від 5 до 12 тисяч нафтових ям завглибшки 35–40 м, добова потужність кожної з яких сягала 130–140 кг.

Згодом на родовищах біля Борислава, Тустановичів, Мразниці, Викова з’явилися перші свердловини. У 1886 році в Бориславі було вперше здійснено буріння свердловин механічним ударним способом, а в 1893 році – канатним способом. У 1894 році свердловини давали по 150 т нафти на добу, і свердловинний спосіб видобутку повністю витіснив колодязний. Глибина свердловин досягла кілометрової глибини.

Борислав називали “Галицькою Каліфорнією”, він приваблював численні концерни з різних країн Західної Європи і США. Видобуток вівся по-хижацькому, з невідпрацьованих старих родовищ перескакували на нові.

У м. Бориславі досі збереглися унікальні гірничопромислові об’єкти: залишки кільканадцяти копаних ям-криниць з дерев’яними зрубами або лозовим плетенням, озокеритна шахта, що діяла з 1880-х рр., гірничі відвали, місцезнаходження старих нафтових свердловин. Збереглися будівлі колишньої Гірничої (Вертничої) школи, адміністративні будівлі колишніх нафтових фірм, мурований чотириповерховий цегляний будинок колишнього Карпатського геологічно-нафтового інституту, що діяв у 1932–1952 рр. та колишній римо-католицький костел Святої Варвари, побудований у 1900 р. на кошти гірників і нафтовиків Борислава [1–3].

Святі-охоронці гірників заслуговують окремої згадки. Оскільки гірники завжди працювали у складних і небезпечних умовах, їм повсякчас доводилося звертатися за захистом до святих покровителів. Свята Варвара, мощі якої зберігаються в київському Володимирському соборі, є визнаною християнською покровителькою гірників, яка оберігає під час роботи під землею і надзвичайно популярна серед гірників України, Польщі та інших держав [1]. Покровителем гірників також вважають преподобного Макарія Великого, який, за переказами, жив у печері і видобував фосфорити. На американському континенті захисником гірників вважають святого Миколу Чудотворця.

На початку XX сторіччя рівень геологічних робіт суттєво підвищується, в Україні з’являється школа вчених-геологів світового рівня. Попереду була новітня історія – період відзначається створенням Українського

геологічного комітету, системним та інтенсивним розвитком геологічної науки, створенням потужної мінерально-сировинної бази нашої держави. Однак, озирнувшись назад, у минуле, ми зайвий раз переконуємося в тому, яку важливу роль геологічне середовище завжди відігравало в житті людей, забезпечуючи матеріальну основу цивілізації та нерідко визначаючи шляхи її розвитку.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гайко Г., Білецький В., Мікось Т., Хмура Я.* Гірництво й підземні споруди в Україні та Польщі (нариси з історії). – Донецьк: УКРЦентр, Донецьке відділення НТШ, "Редакція гірничої енциклопедії", 2009. – 296 с.

2. Геологічній службі України – 100 років. Ювілейний довідник. – К.: УкрДГРІ, 2018. – С. 14–22.

3. *Микулич О.* Пам'ятки техніки й галузево-промислові музеї м. Борислава та смт Східниці/Технічний музей: історія, досвід, перспективи. Матеріали І Міжнародної науково-практичної конференції 15–17 травня 2008 року. – Київ, 2008. (Рос. мовою). – С. 87–93.

УДК 550

РОЛЬ НАУКИ У СТВОРЕННІ ТА РОЗВИТКУ ГЕОЛОГІЧНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ

С. В. Гошовський[1], Н. Г. Люта[2], М. Д. Красножон[3]
1 – д-р техн. наук, професор, УкрДГРІ, м. Київ, Україна, ukrdgri@ukrdgri.gov.ua,
2 – канд. геол.-мінерал. наук, УкрДГРІ, м. Київ, Україна, nlyuta@ukr.net, 3 – д-р геол. наук, УкрДГРІ, м. Київ, Україна

Геологія належить до найбільш наукомістких професій. Не випадково коло витоків створення Українського геологічного комітету стояли видатні українські вчені-геологи. Уся історія геологічних досліджень в Україні свідчить про тісне поєднання практичної і теоретичної геології, що й забезпечило загальний успіх геологічного вивчення й освоєння надр і дало змогу створити потужну мінерально-сировинну базу нашої країни.

ROLE OF SCIENCE IN CREATION AND DEVELOPMENT OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF UKRAINE

S. V. Goshovskyi[1], N. G. Lyuta[2], M. D. Krasnozhon[3]
1 – doctor of technical sciences, professor, UkrSGRI, Kyiv, Ukraine, ukrdgri@ukrdgri.gov.ua, 2 – candidate of geological and mineralogical sciences, UkrSGRI, Kyiv, Ukraine, nlyuta@ukr.net, 3 – doctor of geological sciences, UkrSGRI, Kyiv, Ukraine

Geology is one of the most knowledge-intensive professions. It is no accident that at the origins of the Ukrainian Geological Committee creation were outstanding Ukrainian scientists-geologists. The whole history of geological research in Ukraine testifies to the indissoluble connection of practical and theoretical geology, that ensured the overall success of geological study and development of mineral resources and allowed to create a powerful mineral and raw material base of our country.

Геологія здавна належить до найбільш наукомістких професій, її специфіка потребує глибоких наукових знань у різних галузях, тому не дивно, що саме науковцям належить першість у розвитку геологічної діяльності в Україні.

У процесі розвитку геологічної науки вирішальну роль відіграли революційні відкриття, здійснені європейськими вченими. На межі XVIII–XIX сторіч було відкрито палеонтологічний метод визначення віку порід, а в середині XIX віку створено основи петрографії з використанням поляризаційного мікроскопа, що дало змогу професору Львівського університету Ф. Циркелю в 1866 році розробити першу класифікацію виверженних порід [1].

Наукові геологічні дослідження території України, яка в ті часи перебувала у складі метрополій – Російської імперії та Австро-Угорщини, розпочалися з другої половини XVIII ст., а з середини XIX ст. почала формуватися власна геологічна школа. Від початку геологічних досліджень найважливішу роль у їхньому процесі відігравали представники навчальних закладів – ліцеїв, а згодом університетів та інститутів. В Україні перші такі університети було засновано на початку позаминулого сторіччя: Харківський у 1805 р. та Київський у 1834 р.

У найстарішому науковому центрі – Харківському університеті на природничому відділенні фізико-математичного факультету були кафедри геології і мінералогії. Харківська школа геологів пишається іменами Н. Д. Борисяка, В. Н. Каразіна, О. В. Гурова, І. Ф. Леваківського та низки інших відомих учених. Учені Харківського університету зробили значний внесок у вивчення кам'яновугільних покладів Донецького басейну; геологічного, гідрогеологічного та інженерно-геологічного обґрунтування великого будівництва в басейні Дніпра.

Засновником київської школи геологів був заслужений учений, професор, ректор університету, знаний мінералог К. М. Феофілактов. З феофілактівської школи вийшли такі відомі геологи як П. Я. Армашевський (експерт зі створення системи водопостачання м. Києва та запобігання розвитку зсувів), петрографи В. І. Блюмель і В. В. Дуб'янський, стратиграф і мінералог Л. А. Крижанівський, В. І. Лучицький – засновник і голова Українського геологічного комітету, петрограф В. Ю. Тарасенко, дослідник геології Волині П. А. Тутковський, брати-мінералоги П. М. Чирвінський і В. М. Чирвінський та багато інших.

На півдні України 1865 року було відкрито Новоросійський (Одеський) університет з кафедрою мінералогії, геогнозії і палеонтології на природничому відділенні фізико-математичного факультету. Геологічні предмети читали і виконували геологічні дослідження геолог, дослідник метеоритів Р. О. Прендель, стратиграф і палеонтолог І. Ф. Сінцов, дослідник геології Криму М. О. Головкінський, стратиграф і палеонтолог М. І. Андрусов, палеонтолог В. І. Крокос, геолог і палеонтолог В. Д. Ласкарєв, палеоботанік А. М. Криштофович та інші.

У Львівському університеті геологія зародилася на філософському факультеті на початку XIX століття, тоді геологічні дисципліни були складовою частиною курсу "Спеціальна природнича історія", їх об'єднували під загальною назвою "геогнозія" і вважали факультативними. Обов'язковими вони стали з 1851 р., їх читали представники Вернерівської геологічної школи – спочатку проф. Б. Гакке, а згодом проф. С. Дунін-Барковський. Кафедру мінералогії було створено в 1864 р. Її першим керівником був видатний петрограф і

мінералог проф. Ф. Циркель. Найбільший внесок у розвиток мінералогії та інших геологічних наук зробили Ф. Крейтц і Ю. Медведський – перший український учений-геолог Прикарпаття.

Значним науковим центром геологічних знань і підготовки кадрів для гірничорудної промисловості півдня України був і є Катеринославський гірничий інститут (нині Державна гірнича академія України в Дніпрі). Зусилля вчених цього наукового закладу було спрямовано на вивчення геологічної будови Донецького басейну і Кривбасу, мінералогії кристалічних порід Українського щита. Тут працювали такі широковідомі вчені як М. Й. Лебедєв, І. Й. Танатар, Л. Л. Іванов, С. С. Гембіцький, Й. І. Шмальгаузен, Б. І. Чернишов.

Отже, на початку XX сторіччя в Україні з'явилася власна школа вчених-геологів світового рівня: В. І. Вернадський – перший президент Української академії наук, засновник вітчизняної школи геохіміків, основоположник учення про біосферу та ноосферу; Н. Д. Борисяк – засновник харківської школи геологів; М. І. Андрусов – видатний дослідник півдня засновник вітчизняної палеоекології; К. М. Феофілактов – засновник київської школи геологів; П. А. Тутковський – один з організаторів і перших директорів Інституту геологічних наук і Національного геологічного музею України; В. І. Лучицький – один з перших дослідників геології Українського щита; Л. І. Лутугін – засновник вугільної геології Донбасу; В. В. Різниченко – засновник четвертинної геології України; К. З. Толвінський – організатор і керівник Карпатського геолого-нафтового інституту та багато інших [1, 2].

На початку XX сторіччя геологічна вивченість території України все ще залишалася недостатньою, причиною чого була відсутність координації геологічних досліджень. З початком Першої світової війни загострилася потреба у створенні геологічної служби, у Києві було створено гідрогеологічне відділення для армій Південно-Західного фронту, яке очолив професор Київського університету В. І. Лучицький. На початку 1917 року за ініціативою О. Є. Ферсмана організовано відділ сировини Комітету військово-технічної допомоги фронту, його також очолив В. І. Лучицький. У листопаді 1917 р. він склав доповідну записку "До питання про утворення Українського геологічного комітету в Києві" і проект його статуту, де аргументовано довів потрібність створення такої установи для геологічного вивчення території України.

Організаторами української геологічної служби були відомі вчені – В. І. Лучицький, Б. Л. Лічков, В. В. Різниченко, В. І. Крокос, В. М. Чирвінський, М. І. Безбородько, М. О. Лебедєв, В. В. Дуб'янський та ін. До складу вченої ради Геолкому входили професори Київського та інших університетів: П. Я. Армашевський, В. В. Дубянський, П. А. Тутковський, М. Й. Лебедєв, Л. Л. Іванов, В. Д. Ласкарєв, Д. М. Соболєв, С. П. Попов, академік В. І. Вернадський.

Уже перші роки незалежності ознаменувалися досягненнями в галузі науки і техніки. 27 листопада 1918 р. розпочала свою діяльність Українська академія наук. Президент УАН академік В. І. Вернадський, який тісно співпрацював з Українським геологічним комітетом (УГК), у 1919 р. організував Комісію з вивчення природних багатств України, в складі якої найчисельнішою була секція геологічного профілю.

До Другої світової війни переважна більшість геологічних досліджень в Україні проводилась виробничими організаціями спільно з професорсько-викладацьким складом вищих навчальних закладів. Геологічні дослідження з пошуків і розвідки корисних копалин України базувалися на глибоких наукових дослідженнях, що було досягнуто завдяки роботі видатних вчених-геологів, які виконуючи викладацьку роботу у вузах України, не припиняли роботи в Геолкомі і брали участь у польових експедиціях.

Тривалий час єдиною науковою академічною установою в Україні був заснований у 1926 році за ініціативою П. А. Тутковського Інститут геологічних наук (ІГН) АН УРСР, який здійснював роль міжвідомчого координаційного центру в геологічній галузі. Інститут зробив значний внесок у пізнання геологічної будови території України, походження та розвиток земної кори, закономірностей осадконакопичення та розміщення родовищ корисних копалин. Вчені Інституту багато зробили у вирішенні найважливіших народногосподарських завдань з вивчення Дніпровсько-Донецької западини, Українського щита, дна Азовського й Чорного морів і Світового океану. Величезну роль відіграв ІГН АН УРСР у підготовці наукових кадрів.

Після закінчення Другої світової війни на базі відділів і лабораторій ІГН було створено заклади Академії наук України вужчого фахового спрямування. 1951 року в м. Львові організовано Інститут геології і геохімії горючих копалин. 1960 року – Інститут геофізики імені С. І. Субботіна, а 1969 року – Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення НАН України. На базі останнього 1996 року утворено Інститут геохімії навколишнього середовища НАНУ.

Український державний геологорозвідувальний інститут (УкрДГРІ) – галузевий інститут у системі Держкомеології України, утворений 1957 року в м. Львові для розроблення наукової основи геологорозвідувальних робіт на нафту й газ. До 2000 року до складу інституту входили головний інститут (м. Львів) і два відділення – Київське геофізичне і Чернігівське. Істотне місце в діяльності інституту займало вивчення стратиграфії, літології, тектоніки, палеогеографії, які є теоретичною базою прогнозування нафтогазоносності та ефективного ведення пошуково-розвідувальних робіт на вуглеводні. Наприкінці 90-х років XX сторіччя для зосередження наукового потенціалу і ресурсів галузі головне відділення інституту переведено до м. Києва, і до складу УкрДГРІ було передано Державний науково-дослідний інститут технології буріння (м. Полтава) та Український державний інститут мінеральних ресурсів (м. Сімферополь), а також низку відділів ДНВП "Геоінформ". УкрДГРІ став потужним централізованим науковим центром, який за досвідом багаторічної діяльності, кадровим і технічним забезпеченням здатний задовольняти майже всі потреби галузі з наукового супроводження геологорозвідувальних робіт.

Успіхи української геології істотно завдячують діяльності вищих навчальних закладів, що забезпечила у XX ст. формування української школи геологів, знаної й шанованої в усьому світі. Це Київський національний університет імені Тараса Шевченка; Львівський національний університет імені Івана Франка, Івано-франківський національний університет нафти і газу, Національний гірничий університет (м. Дніпро), Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Одеський національний університет імені І. І. Мечникова. Значно сприяла розвитку геологічної галузі діяльність Київського геологорозвідувального технікуму (нині – Коледж геологорозвідувальних технологій КНУ імені Тараса Шевченка), Дрогобицького й Полтавського нафтових геологорозвідувальних технікумів (зараз – коледжі нафти і газу), що готували й готують фахівців середньої ланки найвищого ґатунку.

100-річчя, що минуло від часу заснування Українського геологічного комітету, ознаменувалося колосальним проривом у вивченні та освоєнні земних надр, адже саме тоді було відкрито абсолютну більшість родовищ найрізноманітніших корисних копалин, експлуатація яких і досі забезпечує економіку України мінеральною сировиною. Цей успіх пов'язується з переходом від епізодичних геологічних робіт до системних, суттєвим підвищенням їхньої наукової складової, високим професіоналізмом геологів – від очільників служби до рядових фахівців.

Досвід засвідчує, що наука завжди відігравала провідну роль в освоєнні надр України. Видатні вчені-геологи не лише стояли коло витоків Українського геологічного комітету, що, власне, і забезпечило в подальшому успішний розвиток геологічної галузі, високий рівень геологічних досліджень, авторитет українських геологів у світі. Упродовж усього 100-річного періоду існування Української геологічної служби геологічні роботи на всі види мінеральної сировини, за всіма головними напрямами були забезпечені розробкою наукових методик проведення геологорозвідувальних робіт та прогнозуванням родовищ, застосування яких суттєво підвищувало їхню ефективність і якість.

З часом роль науки в освоєнні надр істотно зросла. Сьогодні, коли більшість родовищ, які лежали "на поверхні", вичерпані, відкриття нових родовищ потребує залучення комплексу найсучасніших, науково обґрунтованих методів пошуків і розроблення досконаліших технологій і технічних засобів. Окрім того, нині неабияк розширився перелік завдань, які постають перед геологічною службою. Новий час диктує нові напрями діяльності, визначає потрібність зміни пріоритетів. В останні десятиліття гостро постали питання екологічної безпеки надрокористування, оцінки та прогнозування екологічного стану геологічного середовища.

Сучасній геологічній науці реально належить провідне місце серед наук про Землю, особливо в прикладному аспекті, оскільки лише на основі всебічного наукового аналізу інформації щодо мінерально-сировинної бази, геологічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних, еколого-геологічних умов, можна здійснювати планування подальшого господарського освоєння територій із забезпеченням їхнього сталого розвитку.

У нинішніх складних умовах надію вселяє досвід передових країн Європи і світу, де геологічна наука є обов'язковим і головним складником діяльності геологічних служб, а функції цих органів виконавчої влади часто покладено на потужні сучасні геологорозвідувальні інститути, які за своїми функціями охоплюють як аналіз і переосмислення наявних геологічних матеріалів, так і проведення нових досліджень із застосуванням найновіших світових методик; забезпечують наукове обґрунтування пошуків корисних копалин, економічне прогнозування та сталий розвиток територій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Геологічній службі України – 80 років. – Київ: Геоінформ, 1998. – 143 с.
2. Геологічній службі України – 100 років. Ювілейний довідник. – К.: УкрДГРІ, 2018. – С. 138–145.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ОТБОРА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ПОЛЯ

С. В. Гошовский[1], А. В. Зурьян[2],
1 – профессор, д-р техн. наук, УкрГГРИ, Киев, Украина, ukrdgri@ukrdgri.gov.ua, 2 – канд. техн. наук, УкрГГРИ, Киев, Украина, alexey_zuryan@ukr.net

В работе приведен анализ влияния технологий использования геотермальных ресурсов на экологию и результаты экспериментальных исследований влияния отбора тепловой энергии из приповерхностных слоев Земли теплонасосными системами на тепловой режим геотермального поля. Определены зависимости температурных колебаний геотермального поля от продолжительности и периода эксплуатации системы и интенсивности отбора тепловой энергии геотермальными теплонасосными системами.

INFLUENCE OF THE INTENSITY OF HEAT ENERGY SELECTION ON THE TEMPERATURE OF THE GEOTHERMAL FIELD

Sergii Goshovski[1], Oleksii Zurian[2],
1 – Professor, Doctor of Technical Science, UkrSGRI, Kyiv, Ukraine, ukrdgri@ukrdgri.gov.ua,
2 – Ph. D of Technical Science, UkrSGRI, Kyiv, Ukraine, alexey_zuryan@ukr.net

The work analyzes the influence of geothermal resources use technologies on ecology and the results of experimental studies of the effect of heat energy extraction from near-surface layers of the Earth by heat pump systems on the thermal regime of the geothermal field. Dependences of the temperature fluctuations of the geothermal field on the duration and period of operation of the system and the intensity of thermal energy extraction by geothermal heat pump systems are determined.

Мы живем в высокотехнологичном мире, для обеспечения жизнедеятельности которого необходима энергия, традиционными источниками которой являются ископаемые виды топлива. В то же время современные технологии с использованием возобновляемых источников энергии (геотермального тепла Земли, энергии солнца, ветра, приливов) выгодно отличаются экологической чистотой и по эффективности почти приближаются к традиционным. Поэтому развитие и использование возобновляемой энергетики актуально не только из-за исчерпанности ископаемых видов топлива, но и вследствие их глобального пагубного влияния на окружающую среду, в отличие от возобновляемых источников энергии использование которых экологически безопасно.

К геотермальным ресурсам относят, прежде всего, термальную воду и теплоту нагретых сухих горных пород. Особый интерес сегодня также вызывает возможность использования энергии поверхностных слоев Земли (с глубины до 400 м) для систем отопления как в индивидуальном строительстве, так и для промышленных объектов с применением тепловых насосов [1].

Изобретение в 1875 году теплового насоса, принцип действия которого основан на физическом процессе переноса тепла от окружающей среды к потребителю с температурой большей от исходной, дало человечеству реальную возможность использования в качестве источника энергии низкопотенциального тепла верхних слоев Земли.

В отличие от “прямого” использования высокопотенциального тепла (гидротермальные ресурсы), использование низкопотенциального тепла Земли посредством тепловых насосов возможно практически повсеместно. Кроме этого, внедрение теплонасосных технологий производства теплоты является одним из эффективных энергосберегающих мероприятий, обеспечивающих экономию органического топлива и снижение загрязнения окружающей среды.

Вредные выбросы при использовании теплового насоса – это выбросы в месте производства электроэнергии. Непосредственно же на месте установки тепловых насосов вредных выбросов нет [2]. Использование тепловых насосов с коэффициентом преобразования энергии, равном 3, почти в два раза уменьшает выбросы оксидов азота, серы и углерода, чем при работе традиционной котельной на угле; более чем в 1,5 раза меньше, чем при работе на мазуте; на 30 % меньше, чем при работе на природном газе. А при коэффициенте преобразования энергии, равном 6, вредные выбросы сокращаются еще в 2 раза.

Можно выделить два вида систем использования низкопотенциальной тепловой энергии Земли [3]:

– открытые системы (в качестве источника низкопотенциальной тепловой энергии используются грунтовые воды, подводимые непосредственно к тепловым насосам);

– закрытые системы (теплообменники расположены в грунтовом массиве; при циркуляции по ним теплоносителя с пониженной относительно грунта температурой происходит “отбор” тепловой энергии от грунта и перенос ее к испарителю теплового насоса).

Достоинством открытых систем является возможность получения большого количества тепловой энергии при относительно низких затратах. Однако скважины требуют обслуживания. Кроме того, использование подобных систем возможно не во всех местностях.

Закрытые системы, в свою очередь, делятся на горизонтальные и вертикальные.

Горизонтальный грунтовой теплообменник (“ground heat collector” и “horizontal loop”) оборудуется, как правило, рядом с объектом теплоснабжения на небольшой глубине (но ниже уровня промерзания грунта в зимнее время). Использование горизонтальных грунтовых теплообменников ограничено размерами имеющейся площадки.

Горизонтальные грунтовые теплообменники обычно представляют собой отдельные трубы, положенные относительно плотно и соединенные между собой последовательно или параллельно. С целью экономии площади участка были разработаны усовершенствованные типы теплообменников, например, теплообменники в форме спирали, расположенной горизонтально или вертикально.

Вертикальные грунтовые теплообменники (“borehole heat exchanger”) позволяют использовать низкопотенциальную тепловую энергию грунтового массива, лежащего ниже “нейтральной зоны” (10–20 м от уровня земли). Системы с вертикальными грунтовыми теплообменниками не требуют участков большой площади и не зависят от интенсивности солнечной радиации, падающей на поверхность. Вертикальные грунтовые теплообменники эффективно работают практически во всех видах геологических сред, за исключением грунтов с низкой теплопроводностью, например, сухого песка или сухого гравия.

При эксплуатации грунтового теплообменника может возникнуть ситуация, когда за время отопительного сезона температура грунта вблизи грунтового теплообменника понижается, а в летний период грунт не успевает прогреться до начальной температуры – происходит понижение его температурного потенциала. Потребление энергии в течение следующего отопительного сезона вызывает еще большее понижение температуры грунта, и его температурный потенциал еще больше снижается.

Непрерывный отбор или сброс тепла в почву приводит к изменению теплового баланса Земли в местах размещения геотермальных скважин [4–6].

По итогам исследований циклических изменений температурного поля с активной нагрузкой без изменения направления теплового потока доказано, что тепловой поток в почве вокруг скважины распространяется радиально [11]. Обработка результатов за 2 года эксплуатации показала изменение средней температуры в диапазоне от 2 до 8 °С при постоянной величине активной тепловой нагрузки. Исследованиями установлено, что в зависимости от величины активной тепловой нагрузки (от 100 до 500 Вт) температура почвы в среднем изменяется до 10 °С. При циклическом подводе тепловой активной нагрузки в течение 3–5 лет формируется квазистационарный температурный фон геотермального поля [7–9].

В Украинском государственном геологоразведочном институте (УкрГГРИ) была спроектирована и сконструирована экспериментальная геотермальная установка (ЭГУ) для получения тепловой энергии.

Измерительные приборы, в числе которых датчики температуры и расхода теплоносителя, были установлены как в наземной, так и подземной части комплекса. А с помощью контроллера модели MAXYCON FLEXY и специального программного обеспечения, разработанного в УкрГГРИ, была обеспечена возможность сбора данных с измерительных устройств с дальнейшей их обработкой и записью в архив для интерпретации и вывода на монитор компьютера программой визуализации в реальном времени [10].

Датчики температуры, установленные в скважине, позволили измерять температуру грунта на глубинах: 0,02; 0,3; 0,7; 1,2; 2,0; 5,0; 15,0; 35,0; 50,0 м. Информация с датчиков снималась автоматически, с временным интервалом в 5 сек.

В ходе проведения исследования на ЭГУ были получены данные, позволившие проанализировать зависимость изменения температур на различной глубине геотермального поля от времени эксплуатации системы на протяжении календарного года и установить зависимость изменения среднемесячных температур T от глубины h для конкретного грунтового массива с установленными геотермальными зондами.

Были выполнены исследования температурного режима геотермального поля до начала отбора тепловой энергии, при работе теплонасосной системы и после окончания процесса отбора тепла из геотермального поля.

Экспериментально установлено, что суточные колебания температуры наружного воздуха, вызванные изменением интенсивности солнечного излучения, существенно влияют на температуру почвы, которая находится на глубине до 0,3 м. Уже начиная с глубины 0,7 м и глубже, суточное колебание температуры воздуха не влияет на изменение температуры почвы.

Научно обосновано, что температура почвы на глубине до 2 м в течение месяца имеет тенденцию к постоянному снижению при общей динамике снижения температуры воздуха. При этом отмечается существенная зависимость изменения температуры почвы на глубине до 0,7 м от температуры воздуха, в то время как температура воздуха не влияет на температуру почвы на глубине более 5 м в течение месяца.

Также были проведены исследования по определению зависимости температурных колебаний геотермального поля от интенсивности отбора тепловой энергии геотермальной теплонасосной системой. Интенсивность отбора менялась, согласно методике проведения исследования, за счет изменения как количества задействованных в отборе тепла Земли скважин с геотермальными теплообменниками, так и количества геотермальных теплообменников, смонтированных в скважинах [10]. Эксперимент проводился в таких конфигурациях геотермального теплообменника: 1) 4×2 – четыре скважины с двумя U-образными геотермальными теплообменниками в каждой; 2) 4×1 – четыре скважины с одним U-образным геотермальным теплообменником в каждой; 3) 2×1 – две скважины с одним U-образным геотермальным теплообменником в каждой. При этом мощность теплонасосной системы по контуру конденсатора не менялась. Температура теплоносителя поддерживалась на уровне 45 °С.

В результате получены экспериментальные данные зависимости температуры геотермального поля на глубине 50 м от нагрузки на геотермальную систему. Установлено, что с увеличением интенсивности отбора тепловой энергии температура почвы вокруг геотермального теплообменника уменьшается пропорционально увеличению нагрузки на систему (рис. 1).

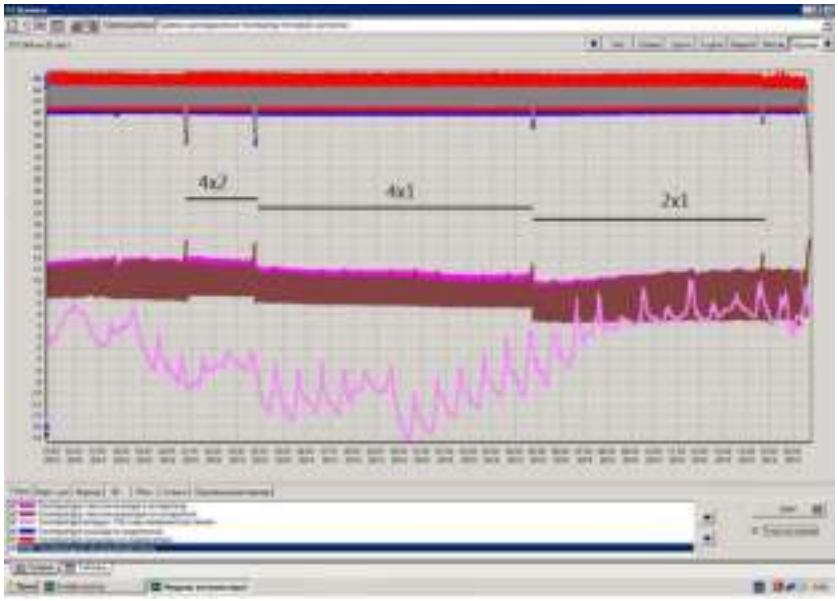


Рис. 1. График зависимости температуры геотермального поля на глубине 50 м возле геотермального теплообменника с увеличением интенсивности отбора тепловой энергии, построенный автоматически программой архивирования и визуализации данных контроллера MAXYCON FLEXY

Исследования также показали, что за пять лет эксплуатации теплонасосной системы температура грунта вблизи геотермального зонда уменьшилась на 2,5 °С (рис. 2). Температура грунта на шестом году эксплуатации системы перестала уменьшаться и остановилась на показателе 10,5 °С.

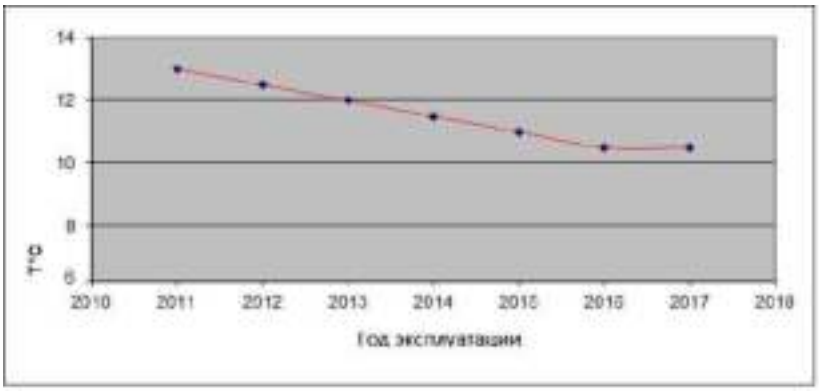


Рис. 2. Зависимость изменения температуры грунта возле геотермального теплообменника на глубине 50 м от времени эксплуатации теплонасосной системы, установленная экспериментальным путем

Установлено, что стабилизация температурного поля грунта существенно зависит от влажности почвы и как следствие – от наличия водоносных слоев в зоне установки геотермального коллектора. Экспериментально подтверждено, что при установке системы отбора первичной тепловой энергии (коллектора) в водоем с проточной водой (реку) изменение температурного режима источника энергии независит от времени эксплуатации системы, а меняется только от времени года и климатических условий. Негативного воздействия на окружающую среду теплонасосные системы закрытого вида не оказывают [11].

Выводы

1. Отрицательное влияние геотермальной энергетики на природу и человека незначительно. Геотермальная энергетика с учетом её экономической эффективности имеет хорошие перспективы дальнейшего развития. Применение геотермальных теплонасосных систем для энергоснабжения частных и промышленных объектов является перспективным и экологически безопасным направлением.

2. Непрерывный отбор или сброс тепла в грунт приводит к изменению теплового баланса Земли в местах размещения геотермальных скважин. Указанные изменения зависят от геологических и гидрогеологических особенностей используемого пласта, фоновых тепловых потоков, климатических условий, а также параметров работы теплонасосных установок, в числе которых особенности размещения скважин и их количество, температурный режим обслуживаемого объекта, а также изменения тепловой нагрузки во времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лимаренко А. Н.* Экологические последствия получения и использования геотермальной энергии в Украине/А. Н. Лимаренко, О. О. Тараненко//Энергетика, энергосберегающие технологии и оборудование. – 2015. – № 3/1(23). – С. 4–8.
2. *Гарипов М. Г.* Геотермальная энергетика/М. Г. Гарипов, В. М. Гарипов//Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – № 14. – Том 17. – С. 202–204.
3. *Васильев Г. П.* Энергоэффективные здания с теплонасосными системами теплоснабжения//Журнал “ЖКХ”. – 2002. – № 12. – Ч. 1. – С. 73–78.
4. *Васильев Г. П.* Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев земли: дис. д-ра техн. наук. – М., 2006. – 423 с.
5. *Руденко Н. Н.* Моделирование температурного поля в грунте/Н. Н. Руденко, И. Н. Фурсова//[Электронный ресурс]//“Инженерный вестник Дона”. – № 2 (часть 1). – 2013. – Режим доступа: http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1697.
6. *Шишкин Н. Д.* Оценка эффективности применения теплонасосных установок в системах теплоснабжения Астраханской области/Н. Д. Шишкин, И. С. Просвирина//Известия АЖКХ. – 2000. – № 4. – С. 7.
7. *Крылов Д. А.* Математическое моделирование температурных полей с учетом фазовых переходов в криолитозоне//Наука и образование: электронное научно-техническое издание. – 2012. № 4. – С. 1–22.
8. *Малых В. В.* Методика расчета грунтового аккумулятора//В. В. Малых, С. Н. Удалов, А. А. Захаров//Энерго- и ресурсоэффективность малоэтажных зданий: Материалы научно-практической конференции//Новосибирск: Ин-т т…., им. С. С. Кутателадзе СО РАН. 2013. – С. 317–318.
9. *Федякин В. Я.* Использование грунтовых теплообменников в системах теплоснабжения/В. Я. Федякин, М. К. Карпов//Ползуновский вестник. – 2006. – № 4. – С. 98–103.
10. *Гошовский С. В. Зурьян А. В.* Грунтовые теплообменники (ГТ) для геотермальных систем теплоснабжения: оптимальные конструкции и характеристики/С. В. Гошовский, А. В. Зурьян//Сборник научных трудов Украинского государственного геологоразведочного института. – 2013. – № 4. – С. 31–37.
11. *Сапрыкина Н. Ю.* Моделирование температурного поля эксплуатируемого грунтового массива в условиях длительной эксплуатации геотермального теплонасосного оборудования/Н. Ю. Сапрыкина, П. В. Яковлев//Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – АИСИ, 2015. – № 4 (14). – С. 60–66.

ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ ГАЗА МЕТАНА ИЗ СИПОВ, ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ И МОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГАЗОГИДРАТОВ

С. В. Гошовский[1], А. В. Зурьян[2],
1 – профессор, д-р техн. наук, УкрГГРИ, Киев, Украина, ukrdgri@ukrdgri.gov.ua, 2 – канд. техн. наук, УкрГГРИ, Киев, Украина, alexey_zuryan@ukr.net
Приведен теоретический анализ особенностей разработки газа метана из глубоководных месторождений. Систематизированы способы и технологии добычи газа метана из газогидратных формирований, сипов и грязевых вулканов. Дана классификация способов добычи метана из природных газогидратов.

GAS METHANE PRODUCTION TECHNOLOGIES FROM SIPS, MUD VOLCANOES, AND MARINE FIELDS OF GAS HYDRATE

Sergii Goshovski[1], Oleksii Zurian[2],
1 – Professor, Doctor of Technical Science, UkrSGRI, Kyiv, Ukraine, ukrdgri@ukrdgri.gov.ua,
2 – Ph. D of Technical Science, UkrSGRI, Kyiv, Ukraine, alexey_zuryan@ukr.net
Theoretical analysis of peculiarities of gas methane development from great depth gas hydrate deposits is presented. Methods and technologies of gas methane recovery from gas hydrate accumulations were systemized. Classification of methane development methods from nature gas hydrate is given.

Структура баланса потребляемой энергии быстро меняется в зависимости от уровня развития цивилизации. В первой половине XIX века превалировало использование угля, во второй половине – нефти и природного газа [1]. К концу XX века, по мере истощения ресурсов природных газов и одновременно расширения областей их применения и увеличения практической значимости в мировом народном хозяйстве, почти повсеместно усилилось внимание к изучению нетрадиционных ресурсов газа.

Энергетическая проблема может быть решена, в том числе и за счет природных газовых гидратов, которые многие ученые считают одним из основных ресурсов будущего. В недрах Земли и акваториях Мирового океана существуют практически неограниченные ресурсы природного газа в твердом гидратном состоянии, доступные большинству стран мирового сообщества [1].

Для разработки таких месторождений в будущем необходимо отработать методологически всеобъемлющую и максимально щадящую для окружающей природной среды технологию добычи газа из месторождений газовых гидратов. Требуется разработка комплексного подхода к освоению данного природного ресурса. Учитывая широкомасштабные мировые исследования в этой области, становится очевидным, что необходимо досконально исследовать характер взаимодействия всех процессов в рассматриваемых системах, детально изучить фазовые переходы газогидратных систем различного состава в каждом конкретном месторождении и учитывать их при разработке схем извлечения ресурса [2]. Актуальность таких исследований подтверждается отсутствием научно обоснованных разработок, признанных мировыми лидерами добывающей промышленности. Этими проблемами сегодня широко занимаются химики, экологи и ученые других специальностей. На сегодняшний день приходится констатировать: отсутствие технологии разработки месторождений газовых гидратов, основанной на реалиях горнодобывающей науки.

Методы разработки газогидратных месторождений определяются физико-химическими свойствами газовых гидратов, термобарическими, геологическими условиями их образования и сохранения устойчивого состояния, а также другими физико-химическими факторами.

Сегодня наиболее известны следующие технологии добычи газа из скоплений газогидратов:

– искусственное снижение давления в пласте газовых гидратов до уровня их разложения посредством откачки воды из скважины; технология реализована на Мессояхском месторождении (Россия) в 1967 г.;

– нагрев залежи до температуры разложения газовых гидратов; технология заключается в закачке пара или горячей воды в пласт, опробована канадскими исследователями у реки Маккензи при участии ученых США, Японии, Германии и Индии;

– закачка ингибиторов, таких как метанол или гликоль, что приводит к разложению газогидратов и выделению газа.

Таким образом, в зависимости от местоположения, структуры и типов месторождений газовых гидратов на сегодняшний день теоретически существуют различные подходы к их разработке. Однако физика процесса извлечения газа основана на смещении фазового равновесия в сторону разложения залежи на газ и воду [3].

В последнее время в странах, обладающих огромными ресурсами газовых гидратов, активизировался поиск инженерных решений проблемы добычи углеводородов из газовых гидратов [4]. Сложность и необычность этой проблемы, как было отмечено выше, состоит в том, что газовый гидрат – твердый материал, самопроизвольно газифицирующийся [5] при снижении давления или повышении температуры. Но снижение давления без подвода тепла приводит к эндотермическому охлаждению [6], контактная поверхность покрывается коркой льда, которая ограничивает диффузию и дальнейшее образование газа, теплоперенос внутри газового гидрата. Во многих случаях это тепло необходимо подводить в грунт на большую глубину, для

чего разработан ряд методов и способов [7]. Также непростыми условиями добычи углеводородов можно считать насыщение газогидратов несцементированными песками, которые после разделения газогидратов на газ и воду подхватываются разделенными составляющими и, устремляясь в восходящий поток, оседают в насосно-компрессорных трубах (НКТ). Это приводит к аварийным ситуациям вследствие засорения ЕКТ песком и, возможно, вторичным замерзанием его в трубах.

В докладе будут представлены конкретные зарегистрированные патенты с перспективними, по нашему мнению, методами получения углеводородов из газовых гидратов.

Учитывая актуальность использования нетрадиционных ресурсов для Украины, ученые Украинского государственного геологоразведочного института на протяжении ряда лет проводят исследования, связанные с разработкой способов добычи газа метана со дна Чорного моря. Проведено ряд экспериментов, на результатах которых базируются полученные патенты на новые технологии добычи.

Вторым не менее значительным ресурсом газа метана со дна Черного моря, по утверждению академика И. М. Губкина, являющимся убедительным поисковым признаком, есть газ из сипов и грязевых вулканов [8].

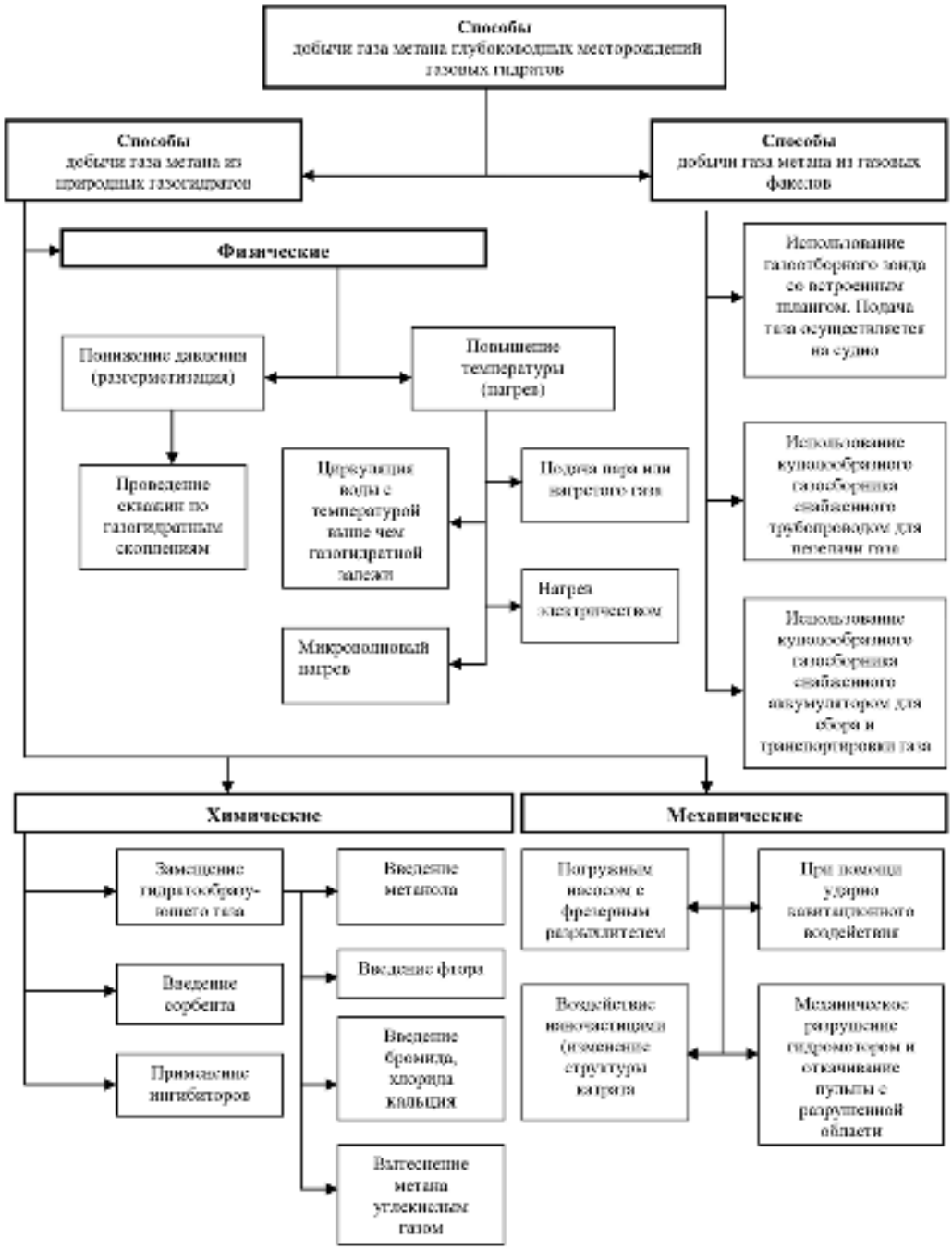


Рис. 1. Классификация методов разработки газа метана из глубоководных залежей

Авторы предлагают способ добычи природного газа в открытом море (патент Украины UA 115636). Способ включает сбор газа из донных газовых факелов над газовыделяющими участками морского дна с помощью куполообразного газосборника. При этом транспортирует газ на поверхность моря по трубопроводу. Каркас газосборника выполнен из пустотелых гибких трубок, которые перед погружением наполняют

жидкостью с определенным удельным весом. Перед эксплуатацией внутри трубок увеличивают давление, обеспечивая нужную устойчивую форму газосборника [9].

Также сотрудники УкрГГРИ разработали еще несколько способов добычи природного газа в открытом море (патент Украины UA 109492 и патент Украины UA 109790). Особенность конструкции состоит в том, что сбор газа из газовых факелов над участками морского дна осуществляется с помощью куполообразного газосборника, который находится в морской среде, при этом обеспечивая передачу газа из газосборника в буферную аккумуляционную емкость. Для отгрузки ее содержания на судно-сборщик в качестве аккумулятора используется куполообразная емкость. Она обладает плавучестью и открыта снизу, а сверху соединена с выводным трубопроводом [10, 11].

Вместе с тем надо отметить, что недостатком приведенных выше способов является низкая производительность и повышенные энергозатраты. Окончательные выводы можно делать только после проведения как специальных лабораторных исследований на макетах разрабатываемых систем, так и в реальных условиях эксплуатации на местности.

На основе выполненного анализа авторы предлагают классификацию методов разработки газа метана из глубоководных месторождений газогидратов, представленную на рисунке 1.

Выводы

1. Существуют основные четыре принципиальных подхода к добыче газа из природных залежей газовых гидратов, таких как: снижение давления ниже условия фазового равновесия, нагрев гидратосодержащих пород выше равновесной температуры, комбинация этих способов и закачивание ингибиторов непосредственно в пласт газового гидрата.
2. Непосредственно для Черного моря предлагается уделить внимание сбору свободно всплывающего газа на больших площадях вблизи морского дна.
3. Недостатком всех известных методов разработки газа метана из глубоководных месторождений газогидратов является низкая производительность, высокие энергозатраты и возможное негативное влияние на екосистему.
4. Окончательные выводы можно делать только после проведения как специальных лабораторных исследований на макетах разрабатываемых систем, так и в реальных условиях эксплуатации на местности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Макогон Ю. Ф.* Природные газовые гидраты: распространение, модели образования, ресурсы//Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). – 2003. – Т. XLVII. – № 3. – С. 70–79.
2. *Максимова Э. А.* Принцип выбора схемы разработки природных месторождений газовых гидратов на основе анализа процессов теплопереноса//Науково-технічний збірник “Розробка родовищ”. – НГУ, 2015. – С. 275–281.
3. *Максимова Э. А.* Разработка месторождений газовых гидратов на основе теплового воздействия на залежь//Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – Вып. 2(91). 2015. – С. 90–95.
4. *Воробьёв А. Е., Янкевский А. В., Голубченко М. В.* Обзор мировой технологии добычи газа из газовых гидратов//Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. – 2015. – С. 90–94.
5. Патенты России. URL: http://ru-patent.info/21/6569/2169834.html.
6. Реестр российских патентов. URL: http://bd.patent.su/2370000-2370999/pat/servl/servletc97d. html.
7. Банк патентов. URL: http://bankpatentov.ru/node/340861.html (дата обращения 20.02.2008).
8. *Губкин И. М.* Грязевые вулканы Советского Союза и их связь с генезисом нефтяных месторождений Крымско-Кавказской геологической провинции//Тр. XXVII Междунар. геол. конгр. – 1940. – Т. 4. – С. 33–66.
9. Пат. 115636 Україна, МПК E21B 43/01. Спосіб видобування газу у відкритому морі/С. В. Гошовський та ін. – Заявл. 21.11.2016; Опубл. 27.11.2017, Бюл. № 22.
10. Пат. 109492 Україна, МПК E21B 43/01. Спосіб видобутку природного газу у відкритому морі/С. В. Гошовський та ін. – Заявл. 03.03.2016; Опубл. 22.08.2016, Бюл. № 16.
11. Пат. 109790 Україна, МПК E21B 43/01. Спосіб видобутку природного газу у відкритому морі/С. В. Гошовський та ін. – Заявл. 22.02.2016; Опубл. 12.09.2016, Бюл. № 17.

УДК 551.4:502.64 (477.4)

РЕЗУЛЬТАТИ, ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МЕНЕДЖМЕНТУ УНІКАЛЬНОГО БЕРНАШІВСЬКОГО МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ЕДІАКАРСЬКОЇ БІОТИ

В. П. Гриценко[1]

1 – канд. геол.-мінерал. наук, Національний науково-природничий музей (ННПМ) НАН України, Київ, Україна, favosites@ukr.net

Ще наприкінці 80-х років XX століття біля с. Бернашівки розпочалось будівництво Дністровської ГЕС. У котловані машинного залу на гранітних утвореннях було відкрито ломозівські верстви з відбитками та слідами невідомих раніше істот. На звернення будівельників відгукнувся М. О. Федонкин (ПІН, Москва), який зібрав величезну колекцію вендських викопних решток. Після зведення греблі та споруд станції верстви стали недоступними. На початку двохтисячних підчас будівництва Дністровської ГАЕС у технологічній виїмці знову було відкрито відклади нижньої частини могилівської серії з відбитками, серед яких були унікальні циклічні та двобічносиметричні форми та сліди життєдіяльності вендобіонтів. На відміну від попереднього відкриття, ці знахідки потрапили до рук так званих фосилдигерів, науковці почали систематичні дослідження вже в останні десять років. Наукова колекція формується в ННПМ НАН України. На жаль, професійним палеонтологам доступ до виїмки обмежений, кожна експедиція стикається з перепонами. За нашими пропозиціями цьому об'єкта необхідно надати природоохоронного статусу (палеонтологічна пам'ятка). Тут потрібно зробити геологічний парк з відкритими для вивчення науковців розрізами, стежками та пояснювальними стендами для огляду цього унікального об'єкта міжнародного значення туристами та місцевими жителями. Цього року почалися підготовчі роботи до затоплення виїмки та рекультивація її схилів. Отже пам'ятка буде недосяжною. Потрібно припинити ці роботи до створення проекту геопарку.

THE RESULTS, PERSPECTIVES OF INVESTIGATION AND MANAGEMENT OF UNIQUE BERNASHIVKA GEOSITES OF EDIACARAN BIOTA

Volodymyr Grytsenko[1],

1 – Ph.D. (geology and mineralogy), National Natural History Museum of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, favosites@ukr.net

The construction of Dniester Hydropower Station started in 1973 near Bernashivka village. There in the quarry of the base of the dam were discovered Lomoziv Beds of Mogiliv Suite with stamps of radial and bilateral animals and ichnofossils unknown before. M. A. Fedonkin (PIN of RAS) was called to investigate the site. He collected huge amount of samples, which conservated at Paleontological Museum PIN RAS. The outcrop was closed after dam construction. In 1883 were started preparing works for construction Dniester HAES. Then was started excavation from new quarry on left bank of Dniester River near the dam and there was discovered lower part deposits of Mogiliv Suite with fossil vendobionts and tracks of ichnofossils. Unique Radial and Bilateral forms represented these fauna. Illegal fossils prospecting started fossildiggers there. The scientists have got only limited access. Nevertheless, scientists initiated systematical investigation last ten years with support on Government fond of fundamental investigations. They collected huge scientific collection consist of more then two thousand of samples are which conservated at NNHM NAS of Ukraine and fulfilling every year. The geological conservated site of international significance ought to be created in the quarry at least in that part which will not be submerged. Now need to stop recultivation and to start preparing works for creation there object of geological conservation – geological park for demonstration evidences early life in deep geological past – 560 million years ago.

Вступ. В останні роки зросла увага до едіакарської біоти на всіх континентах, де були знайдені її прояви (Австралія, Европа, Азія, Північна та Південна Америка, Африка). З кінця шестидесятих років з'явилася публікація про першу знахідку едіакарської *Cyclomedusa plana* Glessner et Wade в бернашівських пісковиках на Вінничині [20].

З кожним роком перелік знахідок доповнюється новими формами. Особливо багатими відкриттями відзначаються ломозівські та ямпільські верстви могилівської світи могилів-подільської серії верхнього венду. Більшість визначених та описаних форм зберігається в монографічному сховищі Національного науково-природничого музею (ННПМ) НАН України та Геологічному музеї Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Колекції представлені відбитками тварин (?), слідами їхньої життєдіяльності та петрифікованими рештками водоростей та акритарх венду. Загальна їх назва вендобіонти. Описи нових форм належать В. С. Заїка-Новацькому, В. М. Палію, М. О. Федонкину, Ю. О. Гуреєву, О. О. Асеєвій, А. Ш. Менасовій та В. П. Гриценку та ін. [1, 5, 10, 19–21, 33]. В останні роки з'явилась інформація про приватні музеї, де також зберігаються викопні рештки венду [24].

У Середньому Придністер'ї наявна ціла низка природних і штучних відслонень (кар'єрів), де знаходять рештки вендобіонтів в ямпільських верствах могилівської світи. Найбільшим й унікальним за багатством та різноманітністю форм виявилося місцезнаходження у штучних розробках, пов'язаних з будівництвом Дністровської ГЕС та Дністровської ГАЕС [25, 30, 34]. Ці місцезнаходження пов'язані з "гранітним виступом"

останцем древнього похованого більш молодими відкладами рельєфу. За даними буріння свердловин під час геологічної зйомки та пошуків корисних копалин на цій території, амплітуда поверхні рельєфу складає до 70 м.

Перші знахідки були випадковими, після чого споряджали цілеспрямовані експедиції для пошуків вендобіонтів [20–21, 27].

Матеріали. У роботі використані літературні джерела, деякі дані, які містяться у звітах отримані в геологічних фондах, та багаторічні власні дослідження. Польові роботи відбувалися протягом десятиліть починаючи з 1966 р., коли автор працював колектором у Придністровській експедиції геологічного факультету науково-дослідного сектору Київського державного університету імені Т. Г. Шевченка. У складі тієї ж експедиції відбувалися описи керна свердловин і побудова геологічних та структурних карт. Роботи виконувались за господарським договором з Побузькою експедицією на початку 70-х років XX століття. Кілька експедицій проведено у вісімдесяті роки у зв'язку з будівництвом греблі Дністровської ГЕС та запланованим затопленням низки відслонень уздовж водосховища. Тоді ж відбулися геологознімальні роботи листів уздовж Дністра масштабу 1:50 000. Були пробурені більше десяти глибоких свердловин та сотні – меншої глибини. Дослідження свердловин довело наявність похованого рельєфу з позитивними й негативними формами амплітудою до 70 м. У западинах маємо повні розрізи, а на підняттях вони відповідно скорочені.

Методи. У роботі використані традиційні методи польових геологічних робіт у відслоненнях. Досліджувався також керн свердловин з майже стовідсотковим виходом. Враховані геофізичні дослідження свердловин (гамма- та електрокаротаж). Для описів викопних форм використовувалися фотозображення з освітленням під гострим кутом, щоб підкреслити ("підняти") низький рельєф відбитків та слідів.

Рис. 1. Загальний вигляд місцезнаходження (виїмки) до рекультивації та затоплення. Стрілочками відзначено місця знахідок, 2016 р.

Рис. 2. Відбиток *Charnia sp.* знайдено в кар'єрі у 2015 році, Д. О. Пилипенко передав у дар ННПМ НАН України, зберігається під номером 2590, 2018 р.

Рис. 3. *Valdainia plumosa* Fedonkin, знайдено в ломозівських верствах кар'єру в 2017 р.

Рис.4. *Cycomedusa trynacle* Shevela et Grytsenko sp. nov. – ямпільські верстви кар'єру, збори 2017 р.

Рис. 5. *Ventogirus sp.* – ямпільські верстви кар'єру, збори 2017 р. Вентогірус уперше описано з узбережжя Білого моря

Результати. Дослідження свердловин та відслонень дозволили В. Я. Великанову, В. С. Заїка-Новацькому та ін. розробили детальну стратиграфічну шкалу венду Поділля [2–4, 13, 23, 24]. На нашу думку, ці розрізи є одними з найкращих у світі за повнотою (майже безперервний розріз), добре охарактеризований викопними макроскопічними та мікроскопічними рештками [15, 18, 24]. Тут періодично за галенітом, бентонітами та цирконами проводяться визначення абсолютного віку відповідно прогресу вимірювальної техніки. За усними повідомленнями готуються публікації результатів останніх визначень абсолютного віку в лабораторіях Європи та США.

У вивченні розрізів та викопних решток в ньому зацікавлені науковці різних країн, про що свідчать спільні міжнародні проекти [12, 22].

В кар'єрі на межі трьох областей в результаті технологічних робіт з побудови гідроакумулюючої електростанції створена величезна виїмка-кар'єр, де відкритий розріз середньої частини могилівської світи та нове унікальне місцезнаходження вендобіонтів у ньому. За проектом будівництва ця виїмка буде затоплена. Зараз вже розпочались роботи з підготовки виїмки до затоплення. Нижня частина розрізу до відмітки 107 м буде затоплена, а верхню частину відслонення закриють ґрунтом підчас рекультивації, що не бажано для науковців геологів. Рекультивація схилів вже розпочалася (рис. 1).

Новизна дослідження. Незважаючи на досить тривалий час вивчення розрізів, ми та наші конкуренти "фосилдигери" знаходимо все нові й нові форми, види (рис. 2) і роди вендобіонтів.

Під час останньої експедиції (2017 р.) знайдено декілька досить рідкісних, навіть унікальних відбитків *Valdainia plumosa* Fedonkin, *Ventogirus sp., Cyclomedusa trinacle Shevela et Grytsenko sp. nov.* (рис. 3–5). Дмитро Пилипенко подарував музею досить повний відбиток унікальної знахідки *Charnia sp*. (рис. 2).

Пропозиція про створення геологічного парку (музею просто неба) на базі цього унікального місцезнаходження є новеллою [14, 24]. Подібні пропозиції стосовно інших об'єктів висувалися в публікаціях наших колег, досі жодного геологічного парку в Україні не створено [6–8, 32]. В Європі, США, Австралії, Південній Америці вже є ціла низка геопарків, які об'єднані в мережу і фінансуються з місцевих і міжнародних джерел. Періодично відбуваються європейські симпозіуми, на яких обговорюють спільні для геопарків проблеми, представники обмінюються досвідом тощо. Створення такої інституції на основі Бернашівського кар'єру допоможе певним чином пожвавити ділову активність депресивних окраїн трьох областей. Можливий розвиток туристичної інфраструктури (приватні готелі, сувенірні ятки, об'єкти харчування, гіди тощо) [9, 11, 17, 29, 31].

Висновки. На межі трьох областей Чернівецької, Хмельницької та Вінницької у виїмці (кар'єрі) на лівому біля греблі відкрито нове унікальне місцезнаходження вендобіонтів, якому потрібно надати статус геологічної природної пам'ятки [28].

Тут треба зробити геологічний парк з відкритими для вивчення науковців розрізами, стежками та пояснювальними стендами для огляду цього унікального об'єкта міжнародного значення туристами та місцевими жителями.

Цього року почалися підготовчі роботи до затоплення виїмки та рекультивація її схилів. Отже, пам'ятка буде недосяжною. Потрібно припинити ці роботи до створення проекту геопарку.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Асеева Е. А.* Неминерализованные макрофоссилии//Великанов В. А., Асеева Е. А., Федонкин М. А. Венд Украины. – Киев: Наукова думка, 1983. – С. 96–101.
2. *Великанов В. А.* Опорный разрез венда Подолии//Вендская система. Историко-геологическое и палеонтологическое оюоснование. Т. 2. Стратиграфия и геологические процессы. – М.: Наука, 1985. – С. 35–67.
3. *Веліканов В. О.* Український гіпостратотип вендської системи//Геол. журнал. – 2011. – № 1. – С. 42–49.
4. *Великанов В. А., Асеева Е. А., Федонкин М. А*. Венд Украины. – Киев: Наукова думка, 1983. – 162 с.
5. *Гриценко В. П., Мєнасова А. Ш.* Знахідки подільських вендіат та іхнофосилій, аналіз їх тафономії//Актуальні проблеми геології України: Мат-ли наук. Конфер. проф.-викл. складу геол. ф-ту. ВПЦ "Київський університет", 2001. –24 с.
6. *Гриценко В. П.* Європейська політика з охорони геологічної спадщини на Україні (Матеріали міжнародної науково-практичної конференції) Регіон-2003: Стратегія оптимального розвитку. – Харків, 2003. – С. 227–228.
7. *Гриценко В. П.* Геосайти України та геологічна спадщина Європи//Геолог України, № 2 квітень–червень, 2004. – С. 55–62.
8. *Гриценко В. П.* Мережа геологічних пам'яток венду Поділля Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка., 2004, 28. – С. 34–36.
9. *Гриценко В. П.* Геопарки новий напрямок заповідної справи в Україні//Різноманіття природи Хмельниччини/Збірник статей за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції "Ландшафтне та біологічне різноманіття Хмельниччини: дослідження, збереження та відтворення"; Кам'янець-Подільський, 17–18 грудня 2003 р. – Кам'янець-Подільський: Абетка НОВА, 2004. – С. 151–158.
10. *Гриценко В. П.* Нові знахідки іхнофосилій у бронницьких верствах (могилів-подільська серія венду) та палеоекологічні умови подільського морського басейну у бронницьких час/Викопна фауна і флора України: палеоекологічний та стратиграфічний аспекти: Зб. наук пр. ІГН НАН України. – К., 2009. – С. 30–35.
11. *Гриценко В. П.* Научный туризм и геологические экскурсии вдоль берегов Днестра/Полевые практики в системе высшего профессионального образования. – IV Межд. конференция, Симферополь "ДИАЙПИ", 2012. – С. 142–144.
12. *Гриценко В. П.* О реализации совместного проекта РФФИ И ДФФД по изучению Вендских ископаемых и корреляции разрезов венда России и Украины/Палеострат-2014. Годичное собрание (научная конференция)

Секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтол. общества при РАН Москва, 27–29 января 2014 г., – Москва: РАН, 2014. – С. 28–29.

13. *Гриценко В. П.* Атиповий розріз ломозівських верств верхнього венду та його фаціальні особливості/Проблеми геології фанерозою України. Матеріали VI всеукраїнської конференції. – Львів, 2015. – С. 20–22.

14. *Гриценко В. П.* Проблеми створення геологічної пам'ятки "Геопарк вендського віку едіакарського періоду протерозою"/Збереження біологічного та ландшафтного різноманіття як складова екологічного та патріотичного виховання населення України. Матеріали науково-практичної конференції 7–8 липня 2016 р. – Святогорськ: Центр екологічної освіти та інформації, 2016. – С. 26–32 (ISBN 978-617-7130-04-7)

15. *Гриценко В.* Геологічна різноманітність венду нижнього девону Поділля/Проблеми геології фанерозою України. – Львів, 2016. – С. 67–71.

16. *Гриценко В. П.* Проблеми геології венду та нижнього палеозою Поділля/Матеріали VIII всеукраїнської наукової конференції, 9–11 жовтня 2017 року, Львів, 2017. – С. 38–41.

17. *Гриценко В., Палий В.* Підстави та перспективи створення геопарку "Бернашівський"/Геотуризм практика і досвід. – Львів, 2016. – С. 147–149.

18. *Гриценко В. П., Фінько С. В.* Унікальне місцезнаходження та нові знахідки біоти могилівської світи венду Поділля/Проблеми обґрунтування регіональних стратонів фанерозою України. Матеріали XXXVII сесії Палеонтологічного товариства НАН України. – Київ, 2016. – С. 24–26.

19. *Гуреев Ю. А.* Безскелетная фауна венда//Биостратиграфия и палеогеографические реконструкции докембрия Украине. – Киев: Наукова думка, 1982. –105 с.

20. *Заика-Новацкий В. С., Великанов В. А., Коваль А. П.* Первый представитель эдиакарской фауны в венде Русской платформы (верхний докембрий)//Палеонтол. журнал. 1968, № 2. – С. 133–134.

21. *Заика-Новацкий В. С., Палий В. М.* Древнейшие ископаемые организмы в отложениях вендского комплекса Приднестровья//Палеонтол. Сб. 1974. – № 11. – Вып. 1. – С. 59–65.

22. *Иванцов А. Ю., Гриценко В. П., Палий В. М.* и др. Макрофоссилии верхнего венда Восточной Европы. Среднее Приднестровье и Волынь. – Москва: ПИН РАН, 2015. – 144 с. (російська та англійська версії).

23. *Коренчук Л. В.* Стратотипические разрезы могилев-подольской серии венда Приднестровья. – Киев: ИГН АН Украины, 1980. – 57 с.

24. *Мартишин А. О.* Едіакарська фауна ямпільських пісковиків венду Поділля//Геолог України. – 2012. – № 4. – С. 97–104.

25. *Соколов Б. С., Федонкин М. А.* (ред.) Вендская система. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Т. 1. Палеонтология. – М.: Наука, 1985а. – 221 с.

26. *Соколов Б. С., Федонкин М. А.* (ред.) Вендская система. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Т. 2. Стратиграфия и геологические процессы. – М.: Наука, 1985б. – 238 с.

27. *Glaessner M. F., Wade M.* The Late Precambrian fossils from Ediacara, South Australia//Paleontology. 1966. – V. 9. – P. 599–628.

28. *Grytsenko V. P.* The Geosite candidate in Ukraine: Dniester River Valley/Geological heritage concept, conservation and protection policy in Central Europe, 2003. – P. 24–26.

29. *Grytsenko V.* Geological tourism in Ukraine – first steps and modern perspectives/Geotourism and mining heritage. Forth International Conference "Geotour 2008", 26–28 June 2008. – Krakow, Poland, 2008. – P. 22–23.

30. *Grytsenko V.* New discovery of Vendian fossils is reason for creation "Mourafa" Geological Park International conference in Hagen: Session A6: Geoparks, May, 2010. – P. 50–51.

31. *Grytsenko V., Ivchenko A.* Geosite of Ukraine (General Review) Geological heritage concept, conservation and protection policy in Central Europe, 2003. – P. 75–76.

32. *Grytsenko Volodymyr, Rudenko Ksenia, Stetsyuk Volodymyr.* Ukraine/Geoheritage in Europe and its conservation. (Wimbledon, W.A.P. and Smith-Meyer, S. –eds.). – Oslo, September, 2012. – P. 378–391.

33. *Ivantsov A., Grytsenko V., Konstantinenko†, & Zakrevskaya M.* Revision of the Problematic Vendian Macrofossil *Beltanelliformis* (= *Beltanelloides, Nemiana*//Paleontological Journal. – Vol. 48. – No. 13. – 2014. – P. 1423–1448.

34. *Volodymyr Grytsenko*/A New Discovery of Metazoa Imprints and Ichnofossils in the Vendian Mohyliv Suite from the Bernashivka Quarry//Proceding of the National Museum of Natural Hystory. – Vol.14, 2016.

УДК 622.2.553.4:519.85

МОЖЛИВОСТІ Й РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАПАСІВ ЗОЛОТОРУДНИХ УКРАЇНСЬКИХ РОДОВИЩ

В. Г. Гріньов[1], А. О. Хорольский[2]
1 – д-р техн. наук, проф., 2 – Інститут фізики гірничих процесів НАН України, м. Дніпро, Україна, grinevv@ukr.net
Розглянуто питання сучасного математичного забезпечення техніко-економічних обґрунтувань відпрацювання українських родовищ з цінними корисними копалинами і визначення оптимальної стратегії їхнього освоєння.

OPPORTUNITIES AND RESULTS OF INVESTIGATION CONCERNING EFFICIENCY INCREASE DURING UKRAINIAN GOLD DEPOSITS EXPLOITATION

V. Griniov, A. Khorolskiy[2]
1 – prof., 2 – Institute for physics of mining processes NAS of Ukraine, Dnipro, Ukraine, grinevv@ukr.net
We considered an issue of mathematical support of feasibility studies for involvement of Ukrainian deposits having valuable precious minerals into active exploitation. The optimal strategy for development of the deposits has been determined.

Наша незалежна держава не обділена багатством надр, які охоплюють понад два десятки видів корисних копалин, котрі мають велике значення для економіки країни. Видобуток стратегічної сировини в Україні, якою є рідкісні і благородні метали, має бути пріоритетним.

Найбільші реальні запаси золота є в десятці родовищ, які розміщені в Закарпатській, Кіровоградській, Одеській і Дніпропетровській областях. Проте на сьогодні жодне із цих родовищ з різних причин не освоєне належним чином. Запаси золота в країні є, а їхнього освоєння немає.

Водночас на тлі кризи в золотодобуванні геологи отримують позитивні результати в оцінці нових родовищ золота та наголошують на перспективності подальших геологорозвідувальних робіт у Рахівському рудному районі. Таким чином, дослідження в напрямі вирішення проблем ефективного видобутку з надр цінних корисних копалин є дуже актуальними.

Організація раціональної експлуатації запасів руди на родовищі потребує розв'язання багатьох питань, які не пов'язані безпосередньо з гірничими роботами. Для освоєння родовищ з мінімальними витратами, що найменшим збитком і максимальним прибутком потрібна узгоджена взаємодія будівництва, видобутку й переробки як ланок однієї системи.

Усі особливості такої системи можна відобразити в моделі стану запасів родовища під час його експлуатації. Оцінити й зробити вибір у різних гірничо-геологічних, територіальних і соціальних умовах з огляду на велике різноманіття форм рудних тіл і високу цінність корисної копалини можливо на основі динамічного програмування [1]. Перший досвід вирішення завдань з вибору оптимальних стратегій освоєння родовищ рідкісних і благородних металів на основі динамічного програмування описано в процесі автора цієї статті [2], яку нострифіковано в Україні 2002 року.

Динамічне програмування дає змогу вирішувати завдання, які виникають під час оптимізації, у набагато стисліші терміни, ніж по-варіантні розрахунки. Логічною основою методу є принцип оптимуму Р. Беллмана [3] про те, що рішення, яке приймають на кожному етапі, має бути найліпшим стосовно процесу загалом. Незалежно від передісторії процесу, його станів і рішень, прийнятих раніше, усі рішення, котрі впливають на подальші етапи, з погляду цього етапу, мають бути оптимальними. Під час розподілу процесу на етапи обов'язковою умовою є заборона на переривання матеріального потоку. Кажучи іншими словами, початковий стан матеріалів на певному етапі має точно відповідати кінцевому стану попереднього етапу. Таким чином, будь-яка зміна стану повинна відбуватися в межах певного етапу, а не в проміжку між ними.

Описати однією цільовою функцією всі проектні параметри гірничозбагачувального підприємства, яке будується і працюватиме, через складність системи майже неможливо. Тому, освоєння родовища потрібно уявити у вигляді безперервного процесу зміни стану запасів від балансових до видобутого металу з формалізацією завдань на окремих етапах.

Модель такого процесу може бути побудована у вигляді альтернативного графа, в якому логічними зв'язками пов'язані варіанти спорудження й експлуатації об'єктів енергопостачання, транспорту, соцкультпобуту, поверхневого і підземного комплексів гірничозбагачувального підприємства з видобутку золота. Дуги графу представлені числовими значеннями витрат або формалізацією виробничих процесів керувальними параметрами.

Вибираючи сценарій освоєння такого родовища, інфраструктуру району, в якому воно розміщене, видобуток, транспортування і переробку руди розглядають як взаємозв'язані елементи єдиної складної системи. Під час оптимізації моделі освоєння родовища, окрім принципу оптимуму Р. Беллмана, мають виконуватися додаткові вимоги:

– під час переходу з етапу на етап треба враховувати тільки зв’язки-поєднання логічно або технологічно сумісних реальних варіантів;

– на всіх етапах процесу отримання кінцевої продукції діють параметри, якими керує одне відомство.

Задачу треба уявити у вигляді пошуку найкоротшого шляху в орієнтованому ациклічному графі. Орієнтований граф складається з непорожньої кінцевої множини вузлів *S* і підмножини *T* множини *S S*.

Елементи множини називаються дугами. Наявність дуги (*i, j*) вказує на можливість руху вузла *i* до вузла *j*. Шляхом ($i_1, i_2 \ldots i_n$) називається кінцева послідовність вузлів таких, де (i_k, i_{k+1}) є спрямованою дугою $k = 1, 2, n - 1$.

У спрямованому ациклічному графові можна помітити вузли цілими числами від 1 до *N* таким чином, що для кожної дуги (*i, j*) справедлива нерівність $i<j$. На рис. 1 зображений граф з 37 вузлами. Кожна дуга (*i, j*) має свою довжину t_{ij}. Для знаходження найкоротшого шляху від вузла 1 до вузла 37 використовується метод динамічного програмування.

Нехай f_i – довжина найкоротшого шляху від вузла 1 до вузла *i*, тоді f_i=0. З визначення f_i також виходить, що f_i+t_{ij} – довжина найкоротшого шляху від вузла 1 до вузла *j* за умови, що останньою дугою шляху є дуга (*i, j*).

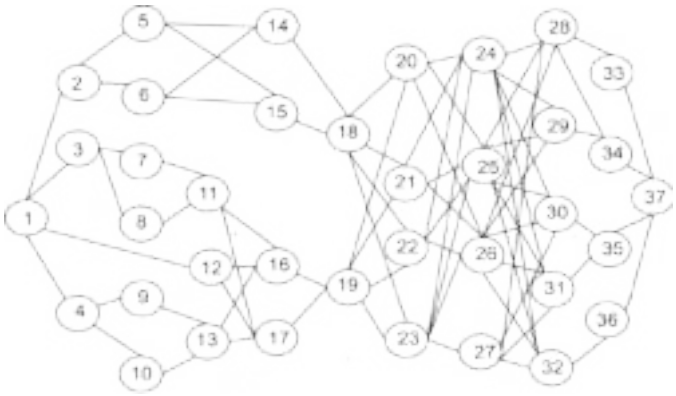


Рис. 1. Альтернативний граф визначення стратегії освоєння золоторудного родовища. 1–37 – вузли

Етапи процесу зміни стану запасів родовища, які представлені графом, такі:

– запаси затверджені і передані на баланс підприємства;

– запаси в стані забезпеченості трудовими ресурсами;

– запаси в стані забезпеченості транспортними зв’язками;

– запаси в стані забезпеченості непромисловими об’єктами;

– запаси в стані енергоозброєності;

– запаси в стані забезпеченості промисловими об’єктами;

– запаси в стані розкриття;

– запаси в стані витягання з надр;

– запаси в стані переміщення;

– запаси в стані переробки на збагачувальній фабриці;

– запаси в стані металу (концентрат);

– запаси списані з балансу.

Сенс логічних переміщень описано табличним варіантом у праці [3] у вигляді витрат на виконання альтернативних процесів з моменту затвердження й передачі запасів на баланс підприємства до списання запасів з балансу. Найкоротший шлях від вузла 1 до вузла *j* має містити деяку дугу як кінцеву і тому [1]:

$$f_i = \min_{i(i,j)}(f_i + t_{ij}) \tag{1}$$

Кажуть, що дуга (*i, j*) виходить з вузла *i* та входить у вузол *j*. Для всіх дуг, що входять у вузол *j*, має місце нерівність $i<j$. Це означає, що вираз (1) використовують для обчислень f_j при j=2, 3, 37. Замість того, щоб вирішувати задачу безпосередньо, було здійснено занурення її в клас задач про найкоротший шлях, а саме обчислення f_j для усіх *j*. Така особливість характерна фактично для кожної моделі багатокрокового процесу.

Розв’язання безлічі оптимізаційних задач можна знайти за допомогою так званого алгоритму зворотного прогону, який рівнозначний упорядкованій процедурі рішення послідовності функціональних рівнянь. Алгоритм зворотного прогону наведено в праці [4]. Він придатний для обчислень в ациклічних мережах. До того ж розрахунки можна починати в будь-якому кінці мережі й рухатися у зворотному напрямі до іншого її кінця. Водночас передбачається проведення однієї обчислювальної операції для кожної дуги. Отже, навряд чи є ефективніший алгоритм, ніж зворотний прогін.

Принцип оптимальності для нашої задачі: підшлях найкоротшого шляху сам є найкоротшим шляхом. Універсальний варіант принципу поєднує поняття стратегії.

Стратегія визначає дугу (*i, j),* що входить у кожний з вузлів *j*, окрім першого (j=1). Є безліч стратегій для цієї ациклічної мережі. Стратегія називається оптимальною для вузла *j*, якщо вона виявляє дуги, що утворюють

найкоротший шлях від вузла 1 до вузла *j*. Оптимальна стратегія характеризує оптимальний сценарій освоєння родовища.

Структуру математичної моделі освоєння золоторудного родовища у вигляді табличного опису альтернативного графа представлено в праці [3]. На етапах розкриття й видобутку руди йдеться не про вибір найоптимальнішого способу розкриття або розробки, а про розрахунок основних техніко-економічних показників експлуатації родовища. Модель дає змогу розраховувати параметри системи розробки, якою можна відпрацювати запаси, з ув'язкою можливих варіантів розкриття. Вибір варіантів розкриття й видобутку відбувається на стадії підготовки початкових даних.

Для оптимізації процесу зміни стану запасів родовищ рідкісних і благородних металів розроблено стандартні програми динамічного програмування за визначенням оптимальних стратегій альтернативного графа DINAMIC і DIMAX [4]. Унаслідок обчислень визначають показники родовища в грошовому виразі, на підставі яких можна зробити промислову економічну оцінку родовища.

Програми було втілено під час розрахунку для багатьох родовищ рідкісних і благородних металів з різними гірничо-геологічними умовами й різними формами рудних тіл. Це були круті тонкі та малопотужні жили, жили з кутами падіння (дуетського типу), що змінюються, потужні похилі й круті рудні тіла, а також малооб'ємні золоторудні родовища.

Яку вихідні показники моделі виступає вартість отриманих з 1 т руди корисних компонентів, повна собівартість видобутку, транспортування та переробки 1 т руди, майбутні наведені витрати на 1 т вилученої руди під час освоєння родовища, питомі капітальні вкладення на освоєння родовища, річний прибуток від отримання кінцевої продукції, рентабельність як відношення прибутку до собівартості, коефіцієнт рентабельності капітальних вкладень, вартість отриманих з родовищ корисних копалин.

Безумовно, ті показники, які можуть бути отримані в процесі розрахунку етапів цієї моделі, не можна розглядати як кінцеві значення керувальних параметрів. Вони мають рекомендаційний характер, це дає змогу гірникам ухвалювати рішення про доцільність або черговість відпрацювання рудних родовищ, а геологам, – виявляти "найперспективніші" для пошуків площі.

Крім того, запропонований підхід дає змогу обґрунтовувати ділянки ефективної експлуатації для альтернативних розробників з різними правами на користування надрами й різними можливостями за фінансами, трудовими та матеріальними ресурсами, а також проводити геолого-економічну переоцінку запасів родовищ, перспективних для іноземних інвестицій. Унаслідок багатократних варіантних розрахунків можна обґрунтувати зміну кондицій.

Розрахунки також можуть показати нижню межу об'єму видобутку і вмісту корисної копалини під час організації невеликого підприємства для розробки вахтовим або експедиційним методом.

Для реалізації рішень задач раціональної експлуатації родовищ методами дискретної математики автори продовжують дослідження в напрямі відповідності алгоритмів оптимізації мережевих моделей сучасному рівню інформаційних технологій. Зареєстровано комп'ютерну програму "Програма оптимізації мережевих моделей", яка на основі класичних алгоритмів пошуку найкоротшого шляху між двома виділеними вершинами графа дає змогу розрахувати оптимальне значення потрібного параметра [5].

Отже, у цій праці автори представили сучасні й надійні способи визначення рентабельності експлуатації запасів, виявлених або очікуваних, до відкриття золоторудних родовищ, а результати з цього напряму залежать насамперед від політичної волі відповідних державних органів управління, а також від участі в освоєнні українських родовищ досвідчених фахівців з академічних наукових установ, які традиційно мають незалежний і об'єктивний погляд з позиції державних інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Исследование операций: В 2-х т./Пер. с англ.; Под. ред. Дж. Моудерав, С. Элмаграби. – М.: Мир, 1984. – Т. 1. – 712 с.; 1987. – Т. 2. – 264 с.

2. *Гринев В. Г.* Оценка и выбор рациональных параметров подземной разработки рудных месторождений Якутии//Автореф. … докт. техн. наук. – Новосибирск: ИГД СО РАН, 1993. – 43 с.

3. *Гринев В. Г.* Решение проблем разработки рудных месторождений Севера/Новосибирск: ВО "Наука", 1992. – 205 с.

4. *Гринев В. Г., Изаксон В. Ю., Зубков В. П.* Решение горных задач на ЭВМ при освоении рудных месторождений/Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1999. – 215 с.

5. *Гріньов В. Г., Хорольський А. О.* Комп'ютерна програма "Програма знаходження найкоротших відстаней між усіма вершинами мережевої моделі" ("GraphON. v1. 2017"). Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 75 055. – зареєстр. 28.11.2017 р.; опубл. 26.01.2018 р.//"Авторське право та суміжні права". – 2018. – № 47.

ПЕРСПЕКТИВИ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ЗАХІДНОГО СУБРЕГІОНУ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

І. І. Дем'яненко, канд. геол. наук, головний геолог НАК "Надра України", Київ, Україна, stif13@i.ua

Наведено результати виконаних досліджень комплексного аналізу геолого-геофізичних проблем виявлення покладів вуглеводнів у західному субрегіоні Дніпровсько-Донецької западини. Викладено пропозиції щодо виявлення нових покладів і обґрунтовано перспективи нафтогазоносності на об'єктах осадових комплексів палеозою західного субрегіону Дніпровсько-Донецької западини.

PROSPECTS OF THE OIL-AND GAS-BEARING IN THE WESTERN SUBREGION DNIEPER-DONETS BASIN

I. I. Demyanenko, Candidate of Geological Sciences, Chief Geologist (National Joint-Stock Company "Nadra Ukrainy"), Kyiv, Ukraine, stif13@i.ua

The results of the performed researches on the complex geological and geophysical analysis difficulties for the hydrocarbon deposits detection in the western sub-region of the Dnipro-Donets depression are presented. The proposals on detection new deposits discovering and substantiated perspectives of oil and gas bearing on objects of the Paleozoic sedimentary complexes of the western sub-region of the Dnipro-Donets depression are presented.

Вступ. Дніпровсько-Донецька западина (ДДЗ) як геоструктурно-тектонічний елемент у складі південної частини Східноєвропейської платформи є складно побудованим регіоном. А вперше цей регіон у тілі Російської платформи Дніпровсько-Донецькою западиною назвав О. П. Карпинський 1883 року [12]. На структуру ДДЗ різною мірою впливали загальні тектонічні процеси, які проявлялися в межах усієї України [4, 15, 19 та ін.]. Формування геологічної будови ДДЗ супроводжувалося появою плікативних і диз'юнктивних дислокацій [10, 14, 16, 17 та ін.], проявом соляного тектогенезу [3, 11, 13 та ін.), а також конседиметаційними та постседиментаційними тектонічними процесами, що сприяють утворенню структур різних порядків [2 та ін.]. Результати вищевказаних (і їм подібних) досліджень, давали змогу коригувати уявлення на глибинну будову й тектоніку осадового чохла регіону [5, 20 та ін.], гіпсометрію і внутрішню структуру фундаменту [1 та ін.] Дніпровсько-Донецької западини. Безумовно, що трансформація уявлень відбувалась і стосовно будови та тектоніки досліджуваної території – західного субрегіону ДДЗ. Останній у структурно-теріторіальному відношенні, це північно-західна частина ДДЗ, яка на заході обмежується Брагінсько-Лоївською сідловиною, на південному сході – трасою сейсмопрофіля МСГТ Сагайдак – Лебедин, що відпрацьований на північному заході Шилівського глибокого палеозойського прогину, а за адміністративно-територіальними умовами відповідає меридіану Сагайдак – Зіньків – Лебедин. Отже, досліджуваний західний субрегіон схоплює північно-західну частину регіону й певну територію центральної частини ДДЗ. За тлумаченням у праці [6] префікс суб – у нашому розумінні визначає менше, не весь Дніпровсько-Донецький регіон, а тільки західний субрегіон з вищезазначеною територією ДДЗ.

Виклад основного матеріалу і висновки. За регіональним структурно-тектонічним районуванням у західному субрегіоні виділяються північний і південний борти та занурена приосьова зона. У поверхні кристалічного фундаменту субрегіону виділені [18] виступи. Серед них: Лоївський, Даницький, Ведильцівський, Жеведьський, Брусилівсько-Кошелівський, Плисківсько-Лисогорівський, Монастирищанський, Августовський, Леляківський, Гнідинцівський, Липоводолинський і Лубенсько-Білоцерківський. На рівні фундаменту й осадового чохла виділені депресії: Грибоворуднянська, Роїщенська, Седнівська, Михайло-Коцюбинська, Корінецька, Горбівська, Холменська, Носівська, Ніжинська, Ічнянська, Прилуцька, Дмитріївська, Роменська, Срібненська, Богданівська, Синівська, Лютенська. Структури нижчого порядку представлені локальними структурами антиклінальної і гемібрахіантиклінальної будови.

Розкритий розріз відкладів складений осадовими комплексами кайнозою, мезозою і палеозою, які залягають на архей-протерозойських утвореннях фундаменту. У мезозойско-палеозойських відкладах і утвореннях фундаменту виділяються нафтогазоносні комплекси. На величину їхніх запасів впливають різні чинники. Але головними є структурно-тектонічні умови, потужність відкладів, колектори, покришки, термобаричні умови та інше. У разі наявності значних потужностей є умови для формування багатопластових родовищ з великими товщинами продуктивних горизонтів. Структури, які розміщуються в приосьовій частині регіону, мають більші розміри і відповідні пастки та поклади. Серед останніх переважають масивні і масивно-пластові. Кожний з чинників впливає на величину запасів.

Розкритий комплекс порід у досліджуваному субрегіоні плікативно і диз'юнктивно деформований процесами регіонального і субрегіонального впливу, що сприяло формуванню різних типів структур. Вивчення нафтогазоносності структур [8, 9 та ін.] у розкритому розрізі і продуктивних комплексах свідчить про те, що вони представлені наскрізними та похованими брахі- і геміантикліналями з різними типами пасток нафти й газу. Більшість родовищ приурочена до геміантикліналей (Волошківське, Свиридівське та ін.). У розкритому комплексі порід це здебільшого моноклінальні схили, частково окремі інші структури – тераси, структурні носи і напівантикліналі. У продуктивних комплексах нижнього карбону переважна частина геміантикліналей ускладнена порушеннями (Зимницьке, Червонолуцьке родовища та ін.). Незначна частина родовищ виявлена в

порушених брахіантиклінальних структурах (Скоробагатівське, Рудівське та ін.). Характерним є і те, що основні об'єкти розвідки – це наскрізні геміантикліналі (Мехедівська, Золотихінська та ін.) і меншою мірою брахіантикліналі. Що стосується похованих структур, то їхня продуктивність установлена на окремих геміантикліналях (Північнояблунівське) і брахіантикліналях (Рудівське).

Аналіз пасток родовищ і продуктивних площ засвідчить, що поклади ВВ містяться в антиклінальних і неантиклінальних пастках. На їхню будову впливають різні чинники сингенетичного розвитку та постулиного плікативного і диз'юнктивного ускладнення, що часто зумовлює утворення пасток комбінованого типу. На родовищах, які приурочені до брахіантиклінальних структур, поклади ВВ містяться в антиклінальних пастках з умовами літологічного обмеження і тектонічного екранування (Луценківське, Селюхівське та ін.). Більшість родовищ, що перебуває в розвідці, приурочена до геміантиклінальних структур – схилів (Волошківське, Зимницьке, Карпилівське та ін.), структурних носів (Мехедівське та ін.), терас (Червонолуцьке та ін.). За нашим прогнозом такі об'єкти переважатимуть і в подальших ГРР. Через це і з огляду на те, що за результатами різнопланових досліджень основні перспективи пов'язуються з горизонтами нижнього карбону, треба очікувати на виявлення в нижньокам'яновугільних відкладах переважно неантиклінальних пасток і зазвичай літологічно обмежених, а частково і тектонічно екранованих. Поклади ВВ, які розвідуються на геміантикліналях, містяться в неантиклінальних комбінованих літологічно обмежених і тектонічно екранованих пастках.

За результатами виконаних досліджень встановлено, що в осадовому чохлі основним стратиграфічним комплексом у межах західного субрегіону є візейскі відклади [8, 9]. Крім цього поклади ВВ виявлені в середньокам'яновугільних, серпуховських, турнейських і девонських відкладах. Базисним горизонтом є продуктивний горизонт В-22. За фазовим станом ВВ переважають газові і газоконденсатні поклади. Скупчення нафти виявлені лише в пастках декількох родовищ. Більшість родовищ є багатопластовими і за станом розвідки перебувають на різних стадіях. Тому, зважаючи на загальні ознаки будови продуктивних структур і пасток та наш прогноз їхнього виявлення, для ефективного спрямування подальших робіт є потреба систематичного уточнення й обґрунтування геологічних моделей нафтогазопошукових і розвідувальних об'єктів, що сприятиме поліпшенню ефективності ГРР на нафту й газ у західному субрегіоні.

На прикладі процесу підготовки до буріння Берестівської площі ми детально розглянули трансформації локальних структур в умовах Берестівсько-Аркадіївської міждепресійної зони [7], аналізували проблеми виявлення й підготовки до буріння Котлівської, Тунівської та Ющенківської структур в умовах Липово-Побиванської міждепресійної зони. Результати досліджень засвідчили, що до складно побудованих об'єктів західного субрегіону входять наскрізні і поховані структури антиклінальної та геміантиклінальної будови, ускладнені порушеннями скидового типу, з наявністю виклинювання і літологічного заміщення пластів-колекторів та ускладненим характером їхнього поширення на території об'єкта. Тому підготовка складно побудованих структур до введення в пошукове буріння потребує комплексного вивчення геологічної будови і перспектив нафтогазоносності різними методами. Головна увага звертається на виділення зон виклинювань, порушень, розущільнень та інших показників, які свідчать про наявність пасток складної будови. Щоб зменшити пошуковий ризик, потрібно підтвердити нафтогазоносність складно побудованих пасток прямопошуковими дослідженнями. Вони націлені на вивчення міграційних вертикальних потоків ВВ над шуканим покладом (метод електрофізичного прогнозу нафтогазоносності) і на вивчення параметрів геологічного середовища в місцях насиченості розрізу ВВ (прямопошукові геофізичні методи і геохімічні дослідження). Сейсморозвідувальні роботи є основними, які виконуються для виявлення об'єкта, уточнення глибинної будови і можливих пасток. Безумовно, що при цьому враховуються дані всіх видів буріння. Комплексування сейсморозвідки і буріння свердловин, прогнозування геологічного розрізу й прямих пошуків для геологічних моделей об'єктів на основі переінтерпретації сейсмічних і узагальнених геолого-геофізичних матеріалів сприяють якісній підготовці до опошукування складно побудованих перспективних структур і успішному проведенню на них пошукових робіт.

Результати виконаних різнопланових досліджень об'єктів, геологічної структури, нафтогазоносності і геологорозвідувального процесу на нафту й газ засвідчують, що головні перспективи виявлення покладів у субрегіоні треба пов'язувати з нижньокам'яновугільними відкладами – серпуховсько-візейськими і нижньовізейськими-турнейськими нафтогазоносними комплексами. Певні перспективи виявлення нових покладів пов'язуються і з окремими структурами середнього та верхнього карбону і об'єктами нижньої пермі. Девонські відклади і архей-протерозойські утворення фундаменту (виступи) також перспективні, але з огляду глибини залягання є недостатньо вивченими.

Відкриття нових покладів у нижньому карбоні вважаємо можливим на Великобубнівській групі структур, розвиток яких у ранньокам'яновугільну епоху був сприятливим для формування пасток у нижньокам'яновугільних відкладах і збереження в них покладів. Виявлення покладів ВВ пов'язується з комбінованими пастками візейських і турнейських відкладів на Котлівській структурі. Перспективи виявлення покладів ВВ на Тунівській структурі треба пов'язувати з комбінованими пастками у нижньо- і верхньовізейських відкладах. Заслуговує на увагу для виявлення покладів ВВ у пастках нижнього карбону Пісочанська приштокова структура. Відкриття нових покладів прогнозується в пастках нафтогазоперспективних Райдужної, Східноартюхівської, Лакизинської та інших структур.

Структурно-тектонічні ускладнення об'єктів та складний характер розвитку і утруднення прогнозу теригенних і карбонатних пластів-колекторів суттєво впливають на картування і геометризацію покладів, процес та результати пошукових і розвідувальних робіт. Ці та інші ускладнювальні обставини зумовлюють

потребу вирішення наявних проблем щодо постійного уточнення й деталізації геологічних моделей будови об'єктів і покладів ВВ з урахуванням нових даних свердловин та результатів геофізичних досліджень. Як засвідчує практика ГРР, методичною основою під час розв'язання проблем з аналізу розвідки родовищ і пошуків покладів ВВ на об'єктах має бути [9] обґрунтування варіантів моделей будови продуктивних горизонтів, пошукових об'єктів, покладів і всього родовища. Моделі мають враховувати дані польової і промислової геофізики, матеріали буріння свердловин та їхні випробування і дослідження, ідентичну кореляцію стратиграфічних комплексів, продуктивних горизонтів і пластів-колекторів. У такому разі можливі побудови, виконані по покрівлі проникної частини продуктивного горизонту (горизонтів), карти загальної товщини горизонту, порід-колекторів, пористості, нафтогазонасичених об'ємів з гіпсометрією установлених і прогнозованих ВНК, ГВК та контурів продуктивності, вирішують проблеми щодо наявності можливих варіантів будови, нафтогазоносності, оцінки ресурсів і запасів розглядуваного об'єкта. Зіставлення контурів продуктивності відпрацьованих варіантів моделей дає змогу на основі поваріантного підходу, визначити оптимальні місця для буріння нових інформативних свердловин, які забезпечать розвідку родовища з отриманням приростів запасів, оцінку нафтогазоносності пошукових об'єктів і виявлення нових покладів вуглеводнів. Зауважимо також, що дослідження з моделювання покладів ВВ, на основі комплексу геолого-геофізичних даних і попластового вивчення продуктивних відкладів, раціонально виконувати в такій послідовності: аналіз динаміки уявлень на будову і нафтогазоносність об'єктів дослідження в процесі проведення на них ГРР; вивчення нафтогазоносності розрізу на основі результатів попластової кореляції продуктивних горизонтів; даних промислової геофізики і випробування свердловин для виявлення додаткових перспективних пластів і інтервалів; розробка варіантів геологічних моделей за комплексом геологічних і геофізичних матеріалів; виділення нових недовивчених об'єктів; оцінка та уточнення їхньої ресурсної бази і запасів; обґрунтування подальших напрямів ГРР, обсягів буріння, оптимального розміщення свердловин і отримання можливих приростів запасів вуглеводнів.

Результати багатопланового вивчення субрегіону дали змогу визначити стан ГРР у його межах. Визначено перспективні комплекси, відклади для виявлення нових покладів ВВ, рекомендовано першочергові перспективні об'єкти для проведення ГРР. Пропозиції, які розроблено внаслідок виконаних досліджень, спрямовано на сприяння підвищенню ефективності геологорозвідувального процесу на нафту й газ на локальних об'єктах і вивченню глибинної структури та перспектив нафтогазоносності всього західного субрегіону Дніпровсько-Донецької западини.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Андреева Р. И.* К вопросу о внутренней структуре складчатого фундамента Днепровско-Донецкой впадины/Р. И. Андреева//Материалы по региональной тектонике СССР. – М.: Недра, 1964. – С. 29–34.
2. *Баранов И. Г.* Структура и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины/И. Г. Баранов, Ю. А. Арсирий//Научно-аналитический обзор. – М.: ЦНИИ-ТЕНГ, 1964. – С. 1–67.
3. *Билык А. А.* Некоторые вопросы соляной тектоники Днепровско-Донецкой впадины/А. А. Билык//Материалы по геологии газоносных районов СССР. Днепровско-Донецкая впадина: Сб. науч. трв. ВНИИ-Газ. – ГЛ.: Гостоптехиздат, 1962. – Вып. 14/22/. – С. 18–42.
4. *Бондарчук В. Г.* Нарис тектонічної будови території УРСР/В. Г. Бондарчук//Геологічний журнал. – 1955. – Т. 15. – Вип. 3. – С. 7–29.
5. *Гавриш В. К.* Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинное строение и геотектоническое развитие/Гавриш В. К., Забелло Г. Д., Рябчун Л. И. и др. – Киев: Наукова думка, 1989. – 208 с.
6. Геологический словарь. – М.: "Недра". – 1973. Т. 2. – С. 285.
7. *Дем'яненко І. І.* та ін. Вплив трансформування структурних побудов в нижньокам'яновугільних відкладах на структуру міждепресійних нафтогазопошукових і розвідувальних об'єктів/І. І. Дем'яненко, А. П. Кутова//Матеріали Міжнародної наукової конференції "Вторинні природні резервуари та неструктурні пастки як об'єкти приросту запасів вуглеводнів в Україні". – Харків: УкрНДІгаз, 2006. – С. 34–35.
8. *Дем'яненко І. І.* Нафтогазоносні структури і пастки та перспективи їх виявлення в західному субрегіоні Дніпровсько-Донецької западини/І. І. Дем'яненко//Матеріали 8-ї Міжнародної науково-практичної конференції "Нафта і газ України – 2004". – Львів: Центр Європи, 2004. – Т. 1. – С. 91–92.
9. *Дем'яненко І. І.* (старший) Проблеми й оптимізація нафтогазопошукових і розвідувальних робіт на об'єктах Дніпровсько-Донецької западини/І. І. Дем'яненко. – Чернігів: ЦНТІ, 2004. – 220 с.
10. *Доленко Г. Н.* О палеозойском этапе формирования Днепровско-Донецкой впадины/Г. Н. Доленко, С. А. Варичев, Н. И. Галабуда//Геотектоника. 1970. – № 1. – С. 53–60.
11. *Кабыщев Б. П.* Палеонтологические исследования и нефтегазоносность в авлакоченских областях/Б. П. Кабыщев. – Ленинград: Недра, 1987. – 191 с.
12. *Карпинский А. П.* Замечания о характере дислокаций пород в южной половине Европейской России/А. П. Карпинский//Горн. журнал. 1883. – Т. 3. – № 9. – С. 434–445.
13. *Китык В. И.* Соляная тектоника Днепровско-Донецкой впадины./В. И. Китык. – Киев: Наукова думка, 1970. – 202 с.

14.*Клименко В. Я.* Структура Днепровско-Донецкой впадины, условия формирования и закономерности образования и размещения в ней месторождений нефти и газа/В. Я. Клименко. Киев: Изд-во АН УССР, 1957. – 103 с

15.*Круглов С. С.* Тектоника Украины/Под. ред. С. С. Круглова и А. К. Ципко – М.: Недра, 1988. – 254 с.

16.*Лунгерсгаузен Л. Ф.* Этапы развития Днепровско-Донецкой впадины. /Л. Ф. Лунгерсгаузен/ /Докл. АНСССР. – 1939. – Т. 22. – № 6. – С. 112–114.

17.*Мартынов А. И.* Тектоника Днепровско-Донецкой впадины и Донбасса/А. А. Мартынов, В. Н. Хныкин//Тр. УкрНИГРИ. – 1963. – Вып. 3. – С. 35–64.

18.*Цьоха О. Г.* Особливості зведених структурних карт по реперних горизонтах осадового чохла Дніпровсько-Донецької западини/О. Г. Цьоха, Т. С. Гейко//Тези доповідей науково-практичної конференції "Нафтогазова геофізика – стан та перспективи". – Івано-Франківськ, 2009. – С. 268–272.

19. *Чебаненко І. І.* Розломна тектоніка України/І. І. Чабаненко. – Київ: Наукова думка, 1966. – 179 с.

20.*Чирвинская М. В.* Глубинная структура Днепровско-Донецкого авлакогена по геофизическим данным/М. В. Чирвинская, В. В. Сологуб. – Киев: Наукова думка, 1980. – 180 с.

УДК 553.982.2+551.73/.78 (477.4/5)

ПРИНЦИПИ ТИПІЗАЦІЇ ПАСТОК У НАФТОГАЗОВІЙ ГЕОЛОГІЇ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ПАСТОК ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

І. І. Дем'яненко, д-р геол. наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу, УКРДГРІ, м. Київ, demyanenko_i_i@i.ua

Розглянуто створені класифікації пасток в нафтогазовій геології багатьох складнопобудованих стратиграфічно і тектонічно неоднозначних локальних структур, депресій, прогинів, провінцій і регіонів. Указані геоструктури розміщені в різних регіональних, нафтогазогеологічних, структурно-тектонічних умовах на територіях України і закордонних держав. Обґрунтована недоцільність виділення та іменування пасток структурного типу. Запропоновано класифікацію пасток нафти і газу Дніпровсько-Донецької западини.

PRINCIPLES OF THE TRAPS TYPIFICATION IN OIL AND GAS GEOLOGY, CLASSIFICATION OF THE DNIEPER-DONETS DEPRESSION TRAPS

I. I. Demyanenko, Dr. of Geol. Sciences, Senior Researcher, UKRDGRI, Head of Department, Kyiv, demyanenko_i_i@i.ua

In the article classification of traps in the oil and gas geology, many difficultly constructed stratigraphically and tectonically ambiguous local structures, depressions, troughs, provinces and regions. Such geo-structures are located in different regional, oil- and gas-grological, structural and tectonic conditions on the territories of Ukraine and foreign countries. The inexpediency of structural type traps selection and naming is grounded. The classification of oil and gas traps of the Dnipro-Donets depression is proposed.

Вступ. Питання класифікації пасток у різних нафтогазоносних регіонах розглядаються як у спеціальних дослідженнях, так і при висвітленні всієї проблеми пошуків і розвідки покладів нафти і газу. Із результатів вивчення опублікованих та фондових джерел і аналізу процесу ГРР слідує, що цілеспрямованих досліджень, присвячених конкретно пасткам, значно менше ніж наукових праць, в яких розглядаються питання класифікації покладів вуглеводнів (ВВ), типізації структур та інші питання нафтогазової геології.

Виклад головного матеріалу й результатів досліджень. Характерною особливістю загальних класифікацій пасток є те, що вони базуються на генезисі і морфології конкретних пасток. Так іще І. М. Губкін виділяв [9] структурні і літологічні (тектонічно порушені), а У. Л. Рассел – структурні (тектонічні), частково структурні (тектонічні) і частково стратиграфічні, чисто стратиграфічні [22]. У класифікації С. Д. Пірсона значаться стратиграфічні, комбіновані (літологічні і структурні) та структурні пастки [21], а Л. І. Леворсен виділяє структурні, стратиграфічні і комбіновані типи [17]. М. В. Абрамович ділить пастки на структурні, стратиграфічні і літологічні [1], а М. Б. Васоєвич на замкнуті, напівзамкнуті і незамкнуті [25]. М. А. Єременко пропонує розрізняти пастки складчастих і розривних дислокацій, пастки стратиграфічних неузгоджень, літологічні і комбіновані з врахуванням указаних типів [14]. А В. А. Клубков виділяє тектонічні, літогенні і палеогеоморфні [16]. Класифікація К. М. Севостьянова складається з моногенних і полігенних пасток [24], а В. Ю. Хаїн і Б. А. Соколов вважають [29], що пастки можуть бути двох основних типів – сферичні (шарові) і напівсферичні (тупикові) тощо.

З врахуванням загальних класифікацій дослідники виконують типізацію пасток родовищ ВВ окремих регіонів. При цьому в більшості випадків будова пасток висвітлюється в роботах, присвячених історії розвитку нафтогазоносних структур, геології родовищ вувглеводнів, умовам формування і типізації покладів нафти і газу. Так, за результатами узагальнення матеріалів по родовищах Сахари Г. А. Алексін виділив плікативні, диз'юнктивні, літологічні і стратиграфічні типи пасток [3]. У теригенних і карбонатних комплексах Тімано-Печорської нафтогазоносної провінції В. М. Макаревич, Е. К. Бакланов і В. А. Холоділов розрізняють літологічні, стратиграфічні і рифогенні пастки складної будови [19]. Серед пасток нафти і газу в Лєно-Тунгуській провінції А. В. Мельников, Г. Д. Назимков, і С. А. Кащенко за типом резервуару виділяють пластові і масивні, за характером контролю покладів – тектонічні, стратиграфічні, літологічні і за характером пасток – склепіневі, диз'юнктивні, стратиграфічного, літологічного екранування, виклинювання, зрізання, прилягання, заміщення і роздуву [20]. Ю. К. Юферов та ін. пастки нижньоюрських і тріасових відкладів Південно-Мангишлакського прогину ділять на структурні і неструктурні [31]. Аналіз нафтогазоносності підсольового комплексу Припятського прогину, виконаний А. П. Синичкою, показав, що виявлені поклади пов'язані з тектонічно екранованими пастками [25].

Із наведених прикладів видно, що загальним для більшості класифікацій є виділення пасток, які іменуються структурними, стратиграфічними, літологічними (літогенними), рифогенними і комбінованими. В

кожному варіанті класифікацій їх автори врахували умови формування пасток, їх нафтогазоносність та інші чинники, дозволяючи знаходити в пастках схожість і різницю. Разом з цим вважаю за необхідне відмітити, що виходячи з геологічних позицій, пастки, які іменуються в класифікаціях структурними, навряд чи дають чітке уявлення про них. У них визначальним є термін "структура". Але згідно загальноприйнятим уявленням відомо, що структура геологічна – це будова ділянки земної кори, будь-яка форма залягання гірських порід. У тектоніці під структурою розуміються просторові форми залягання гірських порід. Серед них розрізняють різні складки, підняття, штоки, куполи і т. д. У геології нафти і газу з поняттям структури звичайно ототожнюються "…приподнятые положительные тектонические формы (антиклинальные, диапировые, и др. складки, купола, своды и пр.), благоприятные для образования залежей нефти и газа" [27, с. 269]. Все сказане свідчить про те, що структура – це форма залягання гірських порід. У той же час усі типи пасток, що виділяються пов'язані з формами залягання гірських порід, і тоді, дотримуючись цього принципу, вони повинні іменуватися структурами. А це означає, що пасток інших типів не може бути, оскільки в природі немає безформного залягання порід. Тому, враховуючи зміст терміну "структура" від виділення пасток, що іменуються структурними, пропоную утримуватися [12]. Що стосується інших різновидів пасток, наведених у вищевказаних класифікаціях, то вони виділені з урахуванням різних факторів і направлені на вирішення загальної проблеми нафтогазової геології і вияснення інших питань локального і регіонального значення.

Окремі питання будови і нафтогазоносності пасток в продуктивних відкладах фанерозою Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) розглядаються (прямо чи побічно) у багатьох працях. Фактичний матеріал про пастки розвіданих родовищ викладений у геологічних звітах по підрахунку запасів. Розглядаються пастки і в періодичній пресі. Але висвітленість конкретно об'єкта пастки різна, тому, що часто вона не є об'єктом досліджень. Так, наприклад, І. Г. Баранов, О. А. Пархомовський і Л. П. Швай, розглядаючи закономірності формування розміщення нафтових і газових родовищ [4], відмічали, що поклади ВВ, виявлені в ДДЗ, відносяться до пластових, масивних і літологічно обмежених пасток. У підсольових девонських відкладах ДДЗ Б. П. Кабишев виділяє структурні (склепінневі і тектонічно екрановані) пастки і для їх прогнозу рекомендує використовувати палеотектонічний метод [15]. Значне місце в його дослідженнях займають особливості будови і нафтогазоносність тектонічно екранованих пасток (ТЕП). Так, за результатами аналізу будови, більше 150 родовищ із 14 нафтогазоносних регіонів світу (у т. ч. і ДДЗ) Б. П. Кабишевим установлено, що на моноклiналях виділяється чотири типи ТЕП, які утворюються скидом і структурним носом, скидом і напівантикліналлю, скривленим скидом і моноклiналлю, крупним повздовжнім і поперечним скидом. До цих чотирьох типів ТЕП А. Н. Шарданов і Е. К. Гончаров пропонують додатково виділяти лускаті (радіальні) пастки, які утворюються на моноклiналях скидами: крупним поперечним вертикальним і дрібним діагональним, крупним і дрібним діагональним, сходящими діагональними [30]. Н. Я. Барановською і В. К. Гавришем розглянуті умови утворення ТЕП у межах антиклінальних структур ДДЗ і моноклiналей. З врахуванням критеріїв тектонічних (формування розривів, їх кількість у пастці і її гіпсометричний рівень) і літологічних (речовинний склад відкладів, контактуючих по порушенню, доля проникних і непроникних порід, пластичність солі) дана оцінка нафтогазоносності ТЕП, а базисним комплексом для пошуків в них покладів рекомендовані відклади верхньовізейського під'ярусу [5].

Не залишаються без уваги також інші типи пасток. Для пошуків різних літолого-стратиграфічних пасток у палеозої ДДЗ О. Ю. Лукіним виділені зони стратиграфічного виклинювання колекторів верхньофаменських – нижньотурнейських теригенних строкатих моласоїдних утворень над поверхнею стратиграфічного неузгодження і теригенних відкладів під стратиграфічним неузгодженням нижнього тріасу (верхньої пермі), зони розвитку візейських палеорусел, зони виклинювання піщаних проверстків у місцях підвищених градієнтів потужностей, зони розвитку піщаних барів пляжевих пісків і берегових валів, літологічно замкнуті пастки в лінзовидних товщах (пачках) карбону, рифогенні карбонатні утворення в нижньопермських, середньокам'яновугільних, нижньокам'яновугільних і верхньодевонських утвореннях [18]. Питання геології і продуктивності пасток у ДДЗ висвітлювались і в інших дослідженнях. Прогнозування комбінованих нафтогазоносних пасток ДДЗ на підставі результатів геологічних, геофізичних, математичних та інших матеріалів розглянуто в колективній роботі [2] і т. д. Аналізуючи проблему нафтогазоносності палеозойських відкладів ДДЗ, В. І. Созанський і С. Б. Ковальов дійшли висновку, що перспективи відкриття крупних і середніх покладів ВВ у турнейсько-візейських відкладах слід пов'язувати з неантиклінальними пастками на схилах виступів і прогинів Дніпрвсько-Донецької западини [26].

Наведені результати робіт хоча і не претендують на висвітлення результатів усіх досліджень, виконаних у цьому плані по ДДЗ, але дають уявлення про вивчення проблеми пасток у регіоні станом на визначений період. Разом з цим варто відмітити, що, незважаючи на проведення різних видів досліджень, загальна класифікація пасток нафти і газу для умов ДДЗ довгий час була відсутня. Тому, з урахуванням вищенаведеного, про загальні і регіональні класифікації нами пропонується пастки ДДЗ розділяти на антиклінальні і не антиклінальні з можливим наступним виділенням у них характерних різновидів, ураховуючих основні класифікаційні ознаки, серед яких приуроченість пастки до типу структури, порушеність пастки і вид екрану. Пропонуючи такий підхід до класифікації, ми виходимо з того, що при формуванні пасток, як і покладів вуглеводнів, переважне значення має тектонічний фактор. Саме від цього залежить, в основному, форма гірських порід, плікативні і розривні дислокації, наявність узгоджень і неузгоджень у розрізі відкладів, тобто це всі ті основні умови і передумови, які необхідні для утворення різних типів пасток ВВ. Але перш ніж перейти

до типізації пасток ДДЗ відмічу, що, згідно М. Ф. Двалі [10], термін “пастка” нафти і газу запропонований у 1934 році Мак-Коллофом для різних колекторів нафти. За минулий час зміст цього терміну уточнювався і доповнювався з урахуванням даних з геології нафти і газу нових родовищ, відкритих у різних нафтогазоносних басейнах. І, не вдаючись в аналіз дефініції поняття “пастка”, виконаний А. О. Трофімуком, Ю. М. Карогодіним і Е. В. Мовшовичем [28], відмічу, що під терміном “пастка” автор має на увазі частку об’єму природного резервуару, який складається із колектора, непроникних порід і володіє умовами для накопичення вуглеводнів.

З врахуванням вищесказаного про термін “пастка”, прийнятого підходу до класифікації і використовуючи форму залягання порід в якості найважливішої ознаки пасток, яка є одним із основних критеріїв при визначенні методики пошуково-розвідувальних робіт, пастки ДДЗ автором систематизовані по класах, підкласах, видах, типах (рисунок) і характеризуються наступним чином.

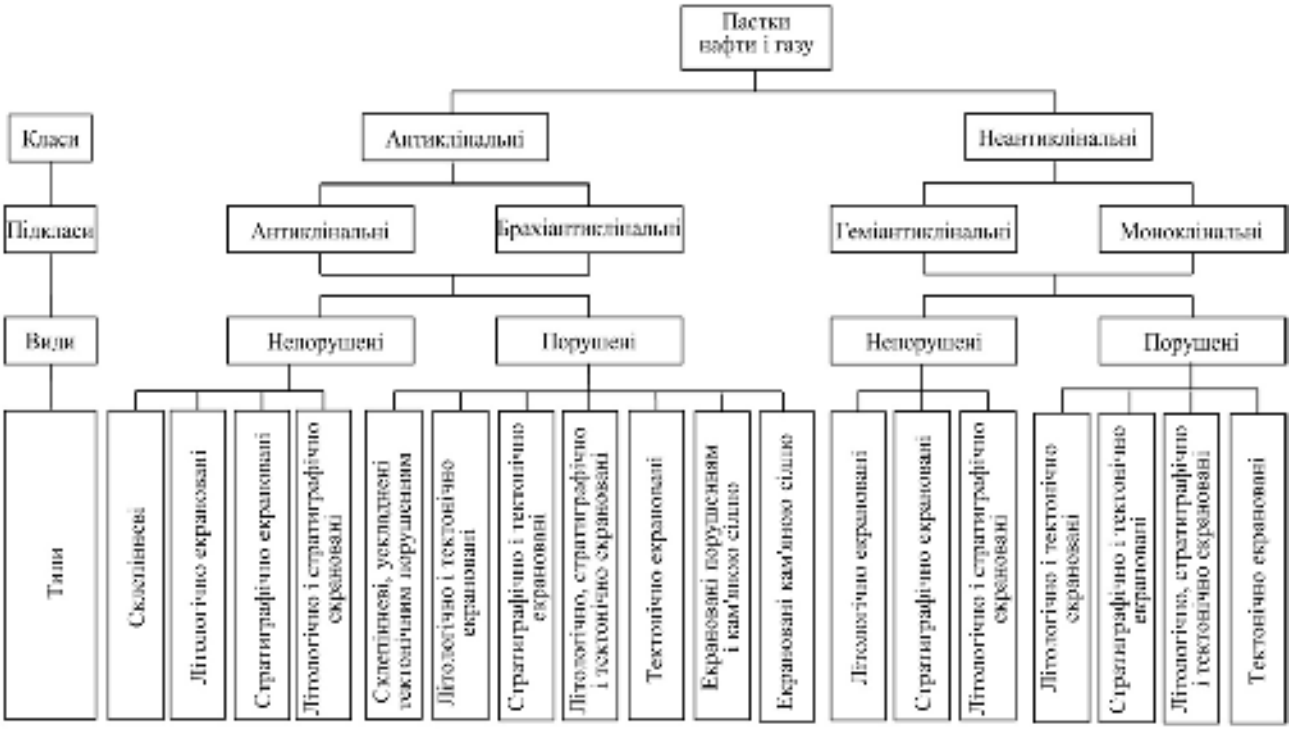


Рисунок. Класифікація пасток Дніпровсько-Донецької западини

Антиклінальні пастки. До цього класу відносяться пастки, які мають у продуктивних горизонтах антиклінальну будову. Складаються вони з підкласів, представлених антиклінальними і брахантиклінальними пастками. У кожному із підкласів виділяються види – порушені і непорушені пастки, які в залежності від виду екрану діляться на типи.

Серед непорушених антиклінальних і брахантиклінальних пасток виділяються чотири типи. Пастки, які приурочені до склепіневої частини структури і скупчення ВВ у них контролюється антиклінальним перегином покрівлі резервуару, представляють склепіневий тип. Їх нафтогазоносність установлена в візейських відкладах Монастирищенського (горизонт В-26), візейських і турнейських вікладах Тимофіївського (горизонти В-17, Т-1), башкирських і серпуховських відкладах Капітанівського (горизонти Б-1-4, Б-7, Н-4) та інших родовищ, виявлених в умовах одно- і багатосклепіневих структур. Пастки літологічно екранованого типу розміщуються в різних частинах структури. Поклади нафти і газу в них обмежуються літологічним складом порід колектора, вклинюванням і (або) заміщенням його непроникними і (або) слабко проникними породами. Такі пастки містять поклади ВВ у візейських відкладах Матлахівського (горизонти В-15-16), серпуховських і візейських відкладах Анастасівського (горизонти Н-4, В-19-21, В-26), серпуховських відкладах Котелівського (горизонт Н-2) родовищ і багатьох горизонтах інших родовищ. Стратиграфічно екрановані пастки розвинуті в умовах неузгодженого залягання порід, а колектор перекритий неузгоджено залягаючою товщею, яка контролює розподіл вуглеводнів. У пастках такого типу поклади ВВ виявлені в нижньопермських відкладах Богданівського (горизонт А-2), нижньопермських і верхньокам’яновугільних відкладах Гнідинцівського (горизонти А-2, Г-11-13) родовищ та інших. Крім цього передбачається поєднання літологічного і стратиграфічного екранування, утворюючого літолого-стратиграфічний тип пасток.

Порушені антиклінальні і брахантиклінальні пастки можуть бути представлені вищеуказаними непорушеними резервуарами, які додатково ускладнені скидом (підкидом), обумовлюючим у багатьох випадках перешкоду для пересування вуглеводнів у пастці. Всього серед антиклінальних і брахантиклінальних порушених пасток виділяється сім типів, виявлених в різних комплексах і частинах регіону. Так, до склепіневих пасток, ускладнених тектонічними порушеннями, приурочені поклади вуглеводнів у візейських відкладах

Артюхівського (горизонти В-19-20, В-26), Кременівського (горизонт В-23) та інших відкладами Яблунівського (горизонт В-26), Солохівського (горизонти В-20, В-22) та інших родовищ, серпуховськими відкладами Семенцівсткого (горизонт Н-3-4) та з другими горизонтами інших родовищ. Стратиграфічно і тектонічно екрановані пастки містять поклади ВВ у серпуховських відкладах Малодівицького (горизонт Н-8-9), Радченківського (горизонти Н-5, Н-7, Н-9), Опішнянського (горизонт Н-3а) родовищ та в других горизонтах і родовищах. Порушені пастки антиклінальної будови з наявністю літологічного, стратиграфічного і тектонічного екранування можливі, але зустрічатись вони будуть значно рідше порівняно з іншими типами. З тектонічно екранованими пастками пов'язана нафтогазоносність турнейських відкладів Новотроїцького (горизонт Т-1), тріасових, московських і серпуховських відкладів Сагайдацького (горизонти И-2, М-2, Н-7), серпуховських відкладів Березівського (горизонт Н-5) родовищ та багатьох інших горизонтів і родовищ. До цього ж нерідкі випадки коли на розподіл ВВ впливають соляні штоки. Так вуглеводнева насиченість візейських відкладів Гадячського (горизонт В-19-20), Клинсько-Краснознаменського (горизонти В-17-19) та інших родовищ екрануються кам'яною сіллю. З пастками, екранованими порушеннями і кам'яною сіллю, пов'язана продуктивність візейських і турнейських відкладів Куличихінського (горизонти В-15-17, В-20-21, Т-1), візейських відкладів Сахалінського (горизонт В-21), башкирських і серпуховських відкладів Решетняківського (горизонти Б-13, Н 4-5) родовищ і т.д.

Неантиклінальні пастки. До цього класу відносяться неантиклінально побудовані пастки. В продуктивних горизонтах вони картуються у вигляді геміантикліналей [13] (незамкнуті підняття, структурні носи, тераси, тектонічні блоки) і моноклiналей (структури, в яких верстви нахилені в один бік), складаючих два одноіменних підкласи пасток. Серед них виділяється два види – непорушені і порушені, які в залежності від різновидів екрану класифікуються по типах.

Серед непорушених геміантиклінальних і моноклінальних пасток виділяється три типи. Характер контролю вуглеводнів у них визначається літологічним і стратиграфічним факторами і утворюються при цьому пастки літологічно екранованого, стратиграфічно екранованого, літологічно і стратиграфічно екранованих типів. Так, продуктивність візейських відкладів Білоусівського (горизонт В-20) і Руденківського (горизонти В-21, В-23-26) родовищ пов'язана з газонасиченістю літологічно екранованих непорушених моноклінальних пасток і т. д.

Порушені геміантиклінальні і моноклінальні пастки представлені вищеуказанами типами непорушених резервуарів, але додатково ускладнені порушеннями. Крім цього в окремий тип виділені тектонічно екрановані пастки. З літологічно і тектонічно екранованими пастками пов'язана продуктивність візейських відкладів Білоусівського (горизонт В-25), московських відкладів Північно-Голубівського (горизонти М-2, М-4) родовищ. До неантиклінальної порушеної літологічно, стратиграфічно і тектонічно екранованої пастки приурочений поклад газу в турнейських відкладах на Руденківському (горизонт Т-1) родовищі і т. д.

Із вищенаведених даних видно, що в ДДЗ продуктивні антиклінальні і неантиклінальні пастки, виявлені в фанерозойському розрізі відкладів широкого стратиграфічного інтервалу, розповсюджені в межах території усього регіону. Запропонована класифікація пасток дозволяє судити про основні резервуари нафти і газу Дніпровсько-Донецької западини. Подальші дослідження по вивченню геологічної історії формування пасток, виявленню особливостей заповнення їх вуглеводнями і характеру збереження покладів нафти і газу допоможуть не тільки розширити пізнання проблеми нафтогазоносності ДДЗ, але з'явиться можливість деталізувати запропоновану класифікацію пасток у залежності від вирішення різних питань, пов'язаних з геологією нафти і газу Дніпровсько-Донецької западини. Одним із таких варіантів є технологічна класифікація пасток, запропонована в 1994 р. В. І. Савченком, в якій згруповані і рекомендовані обсяги буріння для їх опошуковування [23]. Розглядаючи питання теорії пасток, І. В. Височанський виділив [8] акумулюючі і неакумулюючі пастки. Цим же автором разом з В. П. Клочко зроблена перша спроба розглянути моделі імовірних пасток, пов'язаних з різними зонами розущільнення в кристалічному фундаменті. Є. С. Дворянин виділив вісім моделей тектонічно екранованих пасток, поширених в умовах осадового чохла моноклінальних схилів ДДЗ [11]. Подальше вивчення пасток сприяє удосконаленню їх систематизації. Для прогнозу неантиклінальних і комбінованих пасток В. К. Гавриш пропонує [9] використовувати результати досліджень з проблеми циклічності палеоструктурно-геологічного розвитку, а О. Д. Білик вважає, що слід більше уваги приділяти природному зв'язку у ряді "структура – пастка – поклад" [6, стор. 128]. Як видно із наведених прикладів, проблема класифікації пасток у ДДЗ продовжує досліджуватись, що безумовно буде сприяти деталізації існуючої класифікації пасток і підвищенню геологічної ефективності пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ у ДДЗ.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Абрамович М. В.* Поиски и разведка залежей нефти и газа. – Л. – М.: Гостоптехиздат, 1948. – 396 с.
2. *Аверьев В. А.* и др. Методика комплексного прогнозирования нефтегазоносных локальных структур (на примере Днепровско-Донецкой впадины)/В. А. Аверьев, Р. И. Андреева, Е. К. Балицкая и др. – Киев: Наукова думка, 1982. – 196 с.
3. *Алексин Г. А.* Типы залежей нефти и газа в Сахаре//Геология нефти и газа. 1976. – № 7. – С. 71–76.

4. *Баранов И. Г., Пархомовский О. А., Швай Л. П.* Некоторые закономерности формирования и размещения нефтяных и газовых месторождений в Днепровско-Донецкой впадине/Тр. УкрНИГРИ. – Вып. 111. – М: Гостоптехиздат, 1963. – С. 10–26.

5. *Барановская Н. Я., Гавриш В. К.* Особенности распределения тектонически екранированых залежей углеводов в Днепровско-Донецкой впадине и оптимальная методика их поисков. – Киев, 1981. – 65 с. (Препринт/АН УРСР. Ин-т геол. наук; № 81–20).

6. *Білик О. Д.* До питання типізації пасток і покладів вуглеводнів у Дніпрвсько-Донецькій западині//Нафта і газ України. Матер. наук.-практ. конф. – Львів: УНГА, 1995. – С. 128–129.

7. *Вассоевич Н. Б.* Спутник полевого геолога нефтяника. – Л. – М.: Гостоптехиздат, 1952. – 504 с.

8. *Височанський І. В.* Нові аспекти теорії пасток//Нафта і газ України. Матер. наук.-практ. конф. – Львів: УНГА, 1995. – С. 127–128.

9. *Губкин И. М.* Учение о нефти. – М.: Наука, 1975. – 384 с.

10. *Двали М. Ф.* Ловушки нефти и газа//Геологический словарь. – М.: Недра, 1973. – Т. 1. –397 с.

11. *Дворянин Є. С.* Класифікація тектонічно-екранованих пасток для пошуків вуглеводнів на бортових моноклиналях ДДЗ//Нафтова і газова промисловість. – 1996. – № 3. – С. 15–17.

12. *Демьяненко И. И.* Методические особенности выделения некоторых типов ловушек нефти и газа//Проблемы ускоренного выявления новых типов ловушек и ресурсов нефти и газа в Днепровско-Донецкой впадине. Материалы докладов научно-технической конференции. – К., 1987. – С. 84–85.

13. *Демьяненко И. И.* Поиски и разведка залежей нефти и газа в ловушках гемиантиклиналей//Методика геологоразведочных работ на нефть и газ и пути повышения их ефективности. – Львов: УкрНИГРИ, 1985. – С. 54–58.

14. *Еременко Н. А.* Геология нефти и газа. – М.: Недра, 1968. – 389 с.

15. *Кабышев Б. П.* Палеотектонические исследования и нефтегазоносность в авлакогенных областях. – Л.: Недра, 1987. – 190 с.

16. *Клубов В. А.* Нефтеносные ловушки как объекты палеотектонических исследований//Палеотектоника и палеогеоморфология в нефтяной геологии. – 1990. – С. 108–109.

17. *Леворсен А. И.* Геология нефти. – М.: Гостоптехиздат, 1958. – 487 с.

18. *Лукин А. Е.* Перспективы поисков неантиклинальных залежей нефти и газа в ДДВ//Советская геология. – 1976. – № 8. – С. 14–25.

19. *Макаревич В. Н.* и др. Сложнопостроенные ловушки Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции/В. Н. Макаревич, Э. К. Бакланов, В. И. Холодилов и др.//Условия формирования ловушек неантиклинального типа на севере Европейской части СССР. – Л. – 1984. – С. 5–16.

20. *Мельников Н. В., Назимков Г. Д., Кащенко С. А.* Основные типы ловушек нефти и газа в Лено-Тунгусской провинции//Геология месторождений нефти и газа Сибирской платформы. – Новосибирск, 1984. – С. 3–9.

21. *Пирсон С. Д.* Учение о нефтяном пласте. – М.: Гостоптехиздат, 1961. – 570 с.

22. *Рассел У. Л.* Основы нефтяной геологии. Пер. с англ. – Л.: Гостоптехиздат, 1958. – 619 с.

23. *Савченко В. И.* Технологическая классификация ловушек нетрадиционного типа Днепровско-Донецкой впадины и методика их опоискования//Актуальные вопросы нефтяной палеогеоморфологии. Матер. межгосуд. научн. конф. – Чернигов, 1994. –75 с.

24. *Севостьянов К. М.* Классификация ловушек углеводородов//Геология, бурение и разработка газ. м-ний. – М. – 1981. – № 13. – С. 5–9.

25. *Синичка А. М.* Роль разрывных нарушений в образовании ловушек нефти в подсолевом комплексе Припятского прогиба//Тектонические исследования запада Восточно-Европейской платформы. – Минск, 1984. – С. 114–118.

26. *Созанский В. И., Ковалев С. Б.* О закономерностях размещения неантиклинальных ловушек в Днепровско-Донецкой впадине//Происхождение нефти и газа, их миграция и закономерности образования и размещения нефтяных и газовых залежей. – Львов. – 1981. – Ч. 2. – С. 56–57.

27. Структура//Геологический словарь. – М.: Недра, 1973. – Т. 2. – 456 с.

28. *Трофимук А. А., Карогодин Ю. Н., Мовшович Э. Б.* Методические вопросы геологии нефти и газа. – Новосибирск, 1983. – 122 с.

29. *Хаин В. Е., Соколов Б. А.* Основные тектонические закономерности формирования ловушек нефти и газа//Тектоника и критерии нефтегазоносности локальных ловушек. – М.: Наука, 1987. – С. 5–14.

30. *Шарданов А. Н., Гончаров Е. К.* Тектонически экранированые залежи нефти и газа Днепровско-Донецкой впадины. – М.: Недра, 1981. – 82 с.

31. *Юферов Ю. К.* и др. О методике поисков залежей нефти и газа, связанных с ловушками неструктурного типа (на примере Южного Мангышлака)/Ю. К. Юферов, Ю. И. Васильев, В. П. Гаврилов и др.//Геология нефти и газа. – 1972. – № 10. – С. 24–28.

УДК 553.98.042 (477)

ОЦІНКА ПРОМИСЛОВОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЩОДО ГАЗОНОСНОСТІ ВІДКЛАДІВ

О. Дмишко, Львівський КНДЦ УкрНДІгазу, м. Львів, Україна, lisandra@i.ua

Запропоновано методику визначення головних параметрів для складання початкової геолого-економічної оцінки, яка ґрунтується на використанні результатів розробки родовищ-аналогів з урахуванням термобаричних умов залягання об'єкта досліджень та прогнозованих фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів.

ASSESSMENT OF INDUSTRIAL CHARACTERISTICS OF PERSPECTIVITY GAS-BEARING DEPOSITS

O. Dmyshko, Lviv IRC Ukrainian Research Institute of Natural Gas, Lviv, Ukraine, lisandra@i.ua

In this work was proposed a method of determining the main parameters for compilation of the initial geological and economic estimate, which is based on the usage of the results of development of deposits-analogues, considering thermobaric conditions of the research of object and predicted filtration-capacitive properties of rocks-collectors.

У сучасних умовах ринкової економіки інвестиційна привабливість нових перспективних площ, підготовлених до глибокого буріння для пошуків родовищ газу, визначається передусім належною обґрунтованістю їхньої початкової геолого-економічної оцінки (ГЕО-3). Вона одночасно ґрунтується на сукупності доказово одержаних параметрів, що зумовлюють надійність перспективних ресурсів природного газу (код класу 333) та промислових характеристик порід-колекторів. Під останніми розуміємо дебіт газу й дреновані проектною свердловиною його запаси.

Прогнозування технологічних показників освоєння перспективних ресурсів виявлених структур, які підготовлені до пошукового буріння, здійснюється згідно з документом [1] на основі статистичних моделей. Основним джерелом вихідної інформації для проведення розрахунків є результати геологічного вивчення й промислової розробки розміщених поблизу родовищ. Варто відзначити, що в чинному керівному нормативному документі [1] не прописано механізму визначення того чи іншого параметра вихідної інформації. Тому нижче подано наші пропозиції щодо їхнього обґрунтування на прикладі об'єктів, які розміщуються в Дніпровсько-Донецькій западині.

Для розрахунків за статистичними моделями потрібні відомості про термобаричні умови залягання пасток для акумуляції газу, його компонентний склад і об'єм перспективних ресурсів. Також потрібна інформація про оптимальну кількість добувних свердловин для вироблення запасів газу прогнозованих покладів і їхню продуктивність. Варто зауважити, що від надійності двох останніх параметрів залежить економічна ефективність видобутку газу [2]. Адже будівництво свердловин разом з інфраструктурою облаштування промислу складають основну частину капітальних вкладень, а реалізація прогнозованого видобутку газу – грошові надходження.

Стосовно термобаричних умов у надрах Дніпровсько-Донецької западини, то їм притаманні ознаки, характерні для подібних геотектонічних структур з рифтово-авлакогеновою історією геологічного розвитку. Пластові тиски $p_{пл}$ на помірних глибинах (Н до 3 000 м) незначно перевищують гідростатичні (у 1,05–1,15 раза) або дорівнюють їм (усереднено $p_{пл}$=0,0109 Н, МПа). На глибинах понад 3 500–4 000 м у відкладах, літифікованих до стану пізнього катагенезу [3, 4], у розрізі нерідко з'являються горизонти з проявами високих надгідростатичних пластових тисків з коефіцієнтами аномальності до 1,3–1,5 і більшими. Загальною тенденцією є зростання аномальності з глибиною залягання порід-колекторів, яке найінтенсивніше проявляється в центральній частині грабена.

Температурний режим у западині досить строкатий, але регіональні тенденції простежуються досить упевнено і зумовлені, зокрема, теплопровідністю порід фундаменту, галогенів та інших порід осадового чохла з різним літологічним складом, ступенем літифікації тощо. Найнижчі термоградієнти трапляються в розрізі центрального грабена (2 °С/100 м і менше), зростаючи до прибортових його частин (2,5–3,3 °С/100 м) і Донбасу (3,3–3,5 °С/100 м). На зрізі – 3 000 м наведені температури відповідно найнижчі вздовж найбільш зануреної приосьової частини грабена (60–70 °С до 80 °С), на бортах вони досягають 90–100 °С, а у напрямі складчастого Донбасу – до 110–120 °С [3–5]. За універсальну кореляцію пластових температур t у °С щодо глибини Н в м можна прийняти t=10+0,023Н. Треба зауважити, що ізолінії на картах-зрізах дещо залежать від способу усереднення в місцях вимірювання температури, оскільки з різних причин у межах навіть однієї складки можливі значні відмінності теплового поля в її склепінні та на крилах. Так, на Шебелинському родовищі на зрізі 3 000 м у периклінальній частині температура дорівнює 80 °С, а в склепінні зростає до 100–106 °С [4].

За наявними величинами потенційного вмісту конденсату q_o, попередньо одержаними графічно чи аналітично, можна прогнозувати вірогідний компонентний склад пластового газу. За результатами

опрацювання великого масиву інформації встановлено що, молярна частка фракції C_{5+} корелюється відносно q_o з достовірністю 0,96, для вільного метану коефіцієнт кореляції становить приблизно 0,9, а для решти вуглеводнів він перебуває в межах 0,8–0,9. Майже немає зв'язку q_o з невуглеводневими газами, проте їхній уміст у газах не є визначальним і в сумі пересічно коливається в межах 1–6 % молярних (у середньому приблизно 3,5 % мол.). Спостерігається лише слабовиражена тенденція до збільшення кількості азоту та відповідного зменшення вуглекислого газу зі зростанням показників конденсатонасичення пластових систем.

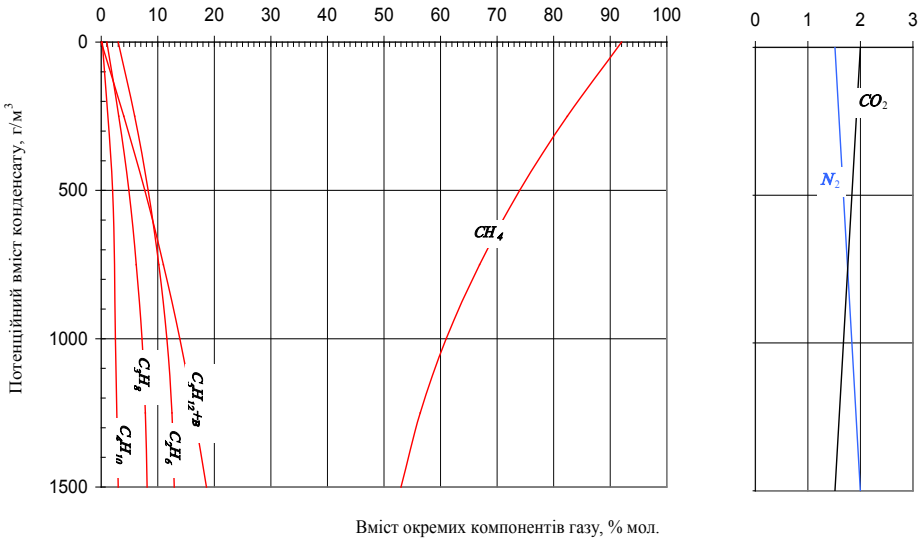


Рис. 1. Прогнозний склад пластового газу в залежності від потенційного вмісту конденсату

Для практичного використання запропоновано графічний метод (рис. 1) або зведений аналітичний вираз:

метан CH_4 етан C_2H_6 пропан C_3H_8

$$(1\cdot10^{-15}\cdot q_0^2-0{,}041\cdot q_o+92)+(3+0{,}0126\cdot q_o-4\cdot10^{-6}\cdot q_0^2)+(1+0{,}0092\cdot q_o-3\cdot10^{-6}\cdot q_0^2)+$$

бутани C_4H_{10} пентан+вищі $C_5H_{12+в}$ азот N_2

$$+(0{,}2+0{,}0038\cdot q_o-1\cdot10^{-6}\cdot q_0^2)+(0{,}0169\cdot q_o-3\cdot10^{-6}\cdot q_0^2)+(2-3{,}335\cdot10^{-4}\cdot q_0)+$$

вуглекислий газ CO_2

$$+[100-(\Sigma C_nH_{2n}+N_2)] = 100\ \%\ \text{молярних}$$

Визначення прогнозних обсягів видобутку газу проводять на основі його загальних запасів промислового значення. Величину останніх отримують унаслідок переведення перспективних ресурсів газу в його запаси з використанням коефіцієнта підтвердження. Значення цього коефіцієнта для нафтогазоносних районів Східного, Західного та Південного регіонів (суша) рекомендовано в праці [6]. У зв'язку з тим, що газодинамічні розрахунки показників розробки проводять для "середньої" свердловини, потрібні відомості про підрахункові параметри, які відповідатимуть величині встановлених запасів газу. У процесі майбутньої розвідки об'єкта зазвичай уточненню підлягають площа покладу (залежить від фактичного коефіцієнта заповнення пастки) та ефективна газонасичена товщина, меншою мірою коефіцієнти пористості й газонасичення. За такої умови вважаємо, що добуток указаних підрахункових параметрів порівнюючи з тими, що використані для визначення перспективних ресурсів, потрібно уточнити до величини коефіцієнта підтвердження останніх.

Газодинамічні розрахунки технологічних показників розробки виконують з використанням коефіцієнтів фільтраційного опору *"а"* і *"в"* продуктивної товщі. Для відкритих покладів їх визначають аналітичними або графічними способами на основі результатів досліджень свердловин методом усталених припливів [7]. На підготовлених для постановки пошукового буріння структурах такої можливості немає, тому значення коефіцієнтів фільтраційного опору приймають за аналогією з відомими об'єктами. Аналізуючи аналітичні вирази для розрахунку *"а"* і *"в"*, робимо висновок, що їхнє значення здебільшого залежать від величини ефективної газонасиченої товщини розкритої інтервалом перфорації та її проникності. Водночас підібрати об'єкт-аналог, який би характеризувався близькими величинами вказаних параметрів, майже неможливо. Для вирішення цієї проблеми в праці [8] запропоновано коефіцієнти фільтраційного опору нових свердловин визначати з використанням виразів:

$$A_{розрах} = A\cdot\bar{h}; \qquad (1)$$

$$B_{розрах} = B\cdot(\bar{h})^2, \qquad (2)$$

де $\bar{h} = h_п/h_{еф}$, $h_п$ – розкрита товщина пласта, $h_{еф}$ – ефективна товщина пласта.

Проте оцінена з використанням документа (1) величина коефіцієнта фільтраційного опору *"а"* є надійною для пластів, які характеризуються різною ефективною товщиною порід-колекторів, але близькою проникністю. Для врахування різних значень останньої ми запропонували обґрунтовувати його величину за таким виразом:

$$a_n = a_1 \frac{(K_{пр} \cdot h)_1}{(K_{пр} \cdot h)_n}, \qquad (3)$$

де індексу "1" відповідають параметри відомих, а індексу "n" нових свердловин, $K_{пр}$ – абсолютна газопроникність. Абсолютну газопроникність розраховують з використанням її залежності від пористості, яка побудована на основі лабораторного дослідження кернового матеріалу і є характерною для відкладів відомого й нового об'єктів. Для цього використовують середню величину відкритої пористості у відомому й новому об'єктах.

Також важливим параметром для прогнозування видобутку газу є дреновані його запаси однією свердловиною. Відомо, що вони залежать від фільтраційних властивостей порід-колекторів, якими є п'єзопровідність та газопровідність. Для нового об'єкта дреновані запаси газу свердловиною можна визначити через складання тотожності з використанням відомої їхньої величини відкритого покладу, породи-колектори якого характеризуються відповідними властивостями. Останні для нового об'єкта й відомого покладу визначають на основі абсолютної газопроникності та ефективної газонасиченої товщини й відкритої пористості, які притаманні їхнім породам-колекторам, з використанням відомих аналітичних виразів [7].

Досить проблемним у процесі складання ТЕМ є визначення мінімальної кількості добувних свердловин, які потрібні для охоплення розробкою прогнозованого об'єму загальних запасів газу. Їхню кількість можна оцінити за аналогією з покладами сусідніх родовищ, які перебувають на пізній стадії розробки. Проте треба відзначити, що для них не завжди є оптимальною щільність розбурювання. У цій ситуації на етапі складання ТЕМ потрібну кількість свердловин рекомендуємо визначати способом ділення загальних запасів газу на їхній питомий дренований об'єм, оцінений з використанням фільтраційних властивостей порід-колекторів об'єкта досліджень.

Наведену методику було використано для складання початкової геолого-економічної оцінки низки перспективних площ, ресурси вуглеводнів яких апробовані ДКЗ України.

ЛІТЕРАТУРА

1. КНД 41-00032626-00-329-99 Складання початкової і попередньої геолого-економічних оцінок геологорозвідувальних робіт на нафту і газ. – Київ, 1999. – 68 с.

2. *Дмишко О. О., Ванькович Ю. М.* Новий підхід до оцінки видобувного потенціалу вуглеводнів з перспективних площ. Тези доповіді. м. Одеса, 2015 р.

3. *Новосилецкий Р. М.* Геогидродинамические и геохимические условия формирования залежей нефти и газа Украины. – М.: Недра, 1975. – 228 с.

4. *Новосилецкий Р. М., Витенко В. А., Полутранко А. Ю.* Зоны нефтенакопления Украины. – М.: Недра, 1987. – 196 с.

5. *Осадчий В. Г., Лур'є А. И., Ерофеев В. Ф.* Геометрические критерии нефтегазоносности недр. – К.: Наукова думка, 1976. – 144 с.

6. *Кульчицький Д. Й., Кузнецова Т. Б., Карамишев О. С.* Визначення коефіцієнтів переведення попередньо розвіданих запасів і перспективних ресурсів вуглеводнів у розвідані запаси. Збірник наукових праць "Нові дані з геології та нафтогазоносності України". – Львів: УкрДГРІ, 1999. – 224 с.

7. Инструкция по комплексному исследованию газовых и газоконденсатных пластов и скважин/Под ред. Г. А. Зотова, З. С. Алиева. – М.: Недра, 1980. – 301 с.

8. *Коротаев Ю. П., Закиров С. Н.* Теория и проектирование разработки газовых и газоконденсатных месторождений. – М.: Недра, 1981. – 294 с.

ЧИННИКИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ДОСТОВІРНІСТЬ ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ РОДОВИЩ БУДЬ-ЯКОЇ СКЛАДНОСТІ, ТА ВПРОВАДЖЕННЯ РІЗНОГО РОДУ ЗАХОДІВ ЩОДО МІНІМІЗАЦІЇ ЇХНЬОГО ВПЛИВУ

А. В. Довганич, П. С Голуб, В. М. Солодкий, ДП "Укрнаукагеоцентр" м. Полтава, Україна, poltavargp@ukr.net,

У цій статті розглянуто головні чинники, що впливають на достовірність ГЕО, та впровадження заходів, які впливатимуть на достовірність підрахунку запасів вуглеводнів та супутніх корисних компонентів. Надано рекомендації щодо вдосконалення методики ГЕО.

FACTORS AFFECT THE ACCURACY OF THE GEOLOGICAL ECONOMIC ESTIMATION OF THE DEPOSITS OF ANY COMPLEXITY, AND THE IMPLEMENTATION OF DIFFERENT ACTIVITIES OF MEASURES ON MINIMIZATION OF THEIR EFFECTS

A. V. Dovhanych, P. S. Holub, V. M. Solodkyi, SE "Ukrnaukageocenter" Poltava, Ukraine, poltavargp@ukr.netъ

This article discusses the main factors that affect the reliability of EGE and the implementation of measures that will affect the reliability of the calculation of hydrocarbon reserves and related beneficial components.Provided recommendations for improving the EGE (economic-geological evaluation) methodology.

Геологорозвідувальні роботи в нафтогазоносних регіонах України на сучасній стадії їхнього вивчення ввійшли в новий досить складний етап пошуків і розвідки покладів у нетрадиційних седиментаційно-палеогеоморфологічного типу структурних формах згідно з визначенням О. Є. Лукіна.

За даними вивчення геологічної будови моделей пасток покладів вуглеводнів під час проведення геолого-економічної оцінки Сахалінського, Вергунського, Виноградівського, Ігнатівського, Ольгівського, Макіївського, Більського, Горобцівського, Роднікового та низки інших родовищ установлено, що достовірність оцінки вуглеводневих покладів залежить від ряду чинників. Основним з них є достовірність визначення моделей будови структурної форми родовищ, яка за новими даними 2D, 3D кардинально змінює вигляд попередньої, покладеної в основу пошуково-розвідувальних робіт. У більшості визначені моделі не відповідають генетичності та динамічності структурних. Унаслідок цього виконані побудови не відповідають генетичному типу піднять. Так, на Більській солянокупольній наскрізній формі за результатами виконаних сейсмічних досліджень структурна форма по всіх поверхах нафтогазонасиченості розчленована скидами на низку східчастих блоків, які занурюються в південно-східному напрямку (рис. 1).

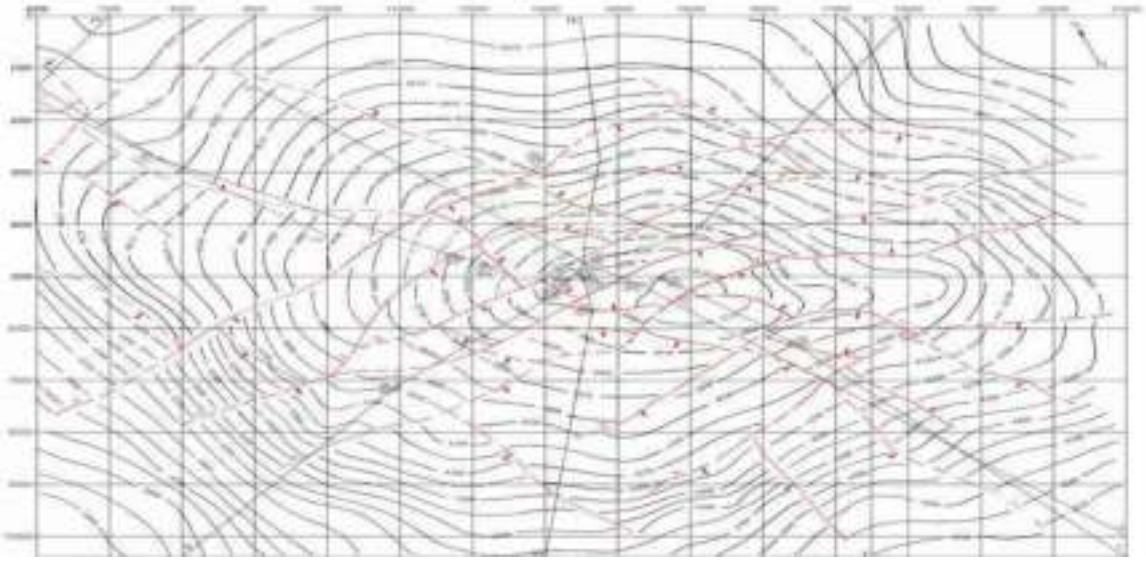


Рис. 1. Структурна карта по горизонту відбиття $Vв_1^{3-п}$

Постає питання – яка динаміка зумовила таку нелогічну динаміку прояву девонської солі, поверхня якої має плікативну форму і весь надсольовий комплекс від турнейських до юрських відкладів має східчасто-блокову систему, що породило таку систему з глибиною (–) 6 000 м положення поверхні девонської солі. Для

солянокупольних криптодіапірових структур, як це встановлено бурінням, типовим є наявність грабена в склепінній найбільш динамічній частині, де діють сили розтягу і формується склепінний грабен. Грабенова будова центральної апікальної частини криптодіапірового типу структур встановлена бурінням на Качанівському, Рибальському, Солохівському, Більському, Михайлівському, Сахалінському та інших родовищах подібного типу структурних форм класу криптодіапірових.

Отже, перша проблема достатньо достовірної геолого-економічної оцінки родовищ полягає в істинній моделі будови структурної форми родовищ.

На превеликий жаль, як ми сьогодні бачимо, ця важлива геометризація моделі будови не знайшла свого бажаного рівня. Окрім вище зазначеного фактора, на достовірність геологічної моделі родовища будь-якої складності впливає повнота вивчення стратиграфічних, літолого-петрографічних, сейсмічних, геолого-геофізичних та промислових особливостей. Нижче зупинимося на кожному з них.

Стратиграфічне розчленування та кореляцію продуктивних горизонтів родовища зазвичай проводять за даними геофізичних досліджень свердловин, рідше використовують результати комплексних лабораторних досліджень керна, палеонтологічні дослідження, палеотектонічний аналіз, палеогеографічні й палеоморфологічні дослідження. Причини їхнього невикористання різні, зокрема часто такі дослідження не проводили, а якщо проводили, то не завжди ця інформація є у надрокористувачів.

Головні проблеми, які є на сьогоднішній день, це брак єдиної синоніміки пластів і літологічних пачок у межах різних організацій (ДП "Укрнаукагеоцентр", УкрНДІгаз, ДП "Науканафтогаз" та інші), які виконують ГЕО.

Під час проведення повторної геолого-економічної оцінки стратиграфічне розчленування та кореляцію продуктивних горизонтів родовищ вуглеводнів автори проводять на основі індексації продуктивних пластів, що прийняті на облік у Державному балансі запасів корисних копалин України. А в процесі розбурювання родовища всі наступні свердловини корелюються з раніше пробуреними. Такий підхід є прийнятним для непорушених або слабопорушених структур, де чітко простежуються реперні горизонти та продуктивні пласти. Проте під час кореляції розрізів свердловин на родовищах дуже складної будови, зокрема тих, які пробурені в приштокових ділянках (Чутівське, Розпашнівське, Машівське та інші), виникають питання щодо однозначного визначення віку порід та зарахування їх до того чи іншого стратиграфічного підрозділу. Для достовірного визначення віку потрібно залучати палеонтологічні, літолого-петрографічні та інші типи досліджень.

Палеонтологічні дані дають змогу з'ясувати генезис вміщувальних гірських порід, відновити умови давніх басейнів, їхні географічні особливості, відтворити історію регіону в той чи інший період. Палеонтологія вивчає видовий склад викопних організмів, їхнє морфологію і мінливість, визначає час існування й ареал виду, виясняє образ життя древніх організмів і їхнє взаємовідношення з довкілля, відновлює основні напрями розвитку великих груп тварин і рослин.

Головне значення палеонтологічного методу – це те, що його використовують для визначення відносного віку гірських порід і широко застосовують під час сучасних біостратиграфічних досліджень. Вік гірських порід можна визначити за допомогою брахіопод, конодонтів, спікул губок, форамініфер і навіть водоростей.

У нас і в світовій практиці було прийнято товщі осадових порід розбивати на окремі горизонти, які мають подібні комплекси органічних залишків. Оскільки найінформативнішими є форамініфери, то комплекс форамініфер прийнято за основу (рис. 2).

Форамініфери – це велика група найпростіших, нараховують понад 20 000 видів сучасних і викопних форм. За формою черепашки, її будовою – визначається стратиграфічна приналежність відкладів, в яких знайдено рештки.

Рис. 2. Основні керівні форми для визначення відносного віку гірських порід (VIII м. ф. г.)

Літолого-петрографічні дослідження на більшості родовищ проводили на початкових етапах пошуково-розвідувальних робіт або на регіональному етапі і тільки незначну частину родовищ досліджували детально впродовж усього періоду розробки. Петрографічний опис порід під мікроскопом дає лише якісний складник, назву породи, склад, тип цементу, украплення та інше, проте такий опис не дає кількісної оцінки елементів-складників породи. Відсутність детальних наукових робіт з палеотектонічного аналізу, палеогеографічних та палеоморфологічних досліджень, а також літофаціального аналізу є одним з недоліків геологорозвідувального процесу.

Вирішення цих проблемних питань на сьогодні полягає в комплексному аналізі геолого-геофізичних матеріалів із залученням сучасного лабораторного та дослідницького обладнання, зокрема рентгено-дифракційної системи *X'Pert*[3] *Powder*, електронного мікроскопа JEOL JCM-6000 та ін.

Нині фахівці ДП "Укрнаукагеоцентр" проводять роботи з оновлення та уточнення мінералогічної бази не тільки в якісному аспекті, але і в кількісному для накопичення геолого-мінералогічної інформації на електронних носіях, яку в подальшому і можна буде використати в комплексі з геофізичними, петрофізичними та математичними даними під час побудови ПДГТМ.

Не менш важливе значення під час створення достовірних моделей покладів має проведення якісних сейсмічних досліджень 3D. На сьогоднішній день одним з найдосконаліших методів вивчення геологічної будови об'єктів – від тектоніки та літології до розподілу фільтраційно-ємнісних властивостей (ФЄВ) – більшість дослідників вважає саме сейсмічні дослідження 3D. Використання сучасних методів обробки, перетворень, атрибутивного аналізу та інтерпретації дає змогу не лише виконати високоточні структурні побудови, але й з високим ступенем достовірності прогнозувати літологію та колекторські властивості порід у міжсвердловинному просторі. Саме такі дані мають стати основою, вихідною інформацією для створення достовірних моделей родовищ.

Використання результатів інтерпретації даних сейсмічної зйомки 3D дають змогу уточнити тектонічну модель та визначити будову родовищ будь-якої складності, а геолого-геофізичне моделювання із залученням атрибутивного аналізу сейсмічних – обґрунтованіше прогнозувати розподіл ФЄВ у колекторі.

Постановку сейсмічних робіт 3D здійснюють, зазвичай у межах відомих родовищ вуглеводнів для детального вивчення геологічної будови, проте інтерпретація сейсмічних матеріалів в окремих випадках залишає бажати кращого. У процесі створення геологічної моделі родовищ спостерігаються випадки незбігу результатів буріння із сейсмічними даними, тому на початковому етапі інтерпретації варто приділити увагу стратиграфічному прив'язуванню розрізів пробурених свердловин, а також попластовій кореляції продуктивної частини розрізу. Особливу увагу требазвертати на комплексне вивчення структурної форми по всій її площі від апікальної частини до зануреної в напрямку занурення (рідше здіймання) пластів, а також у критичному напрямку (в якому структура розкривається). Не менш важливим є визначення меж поширення колекторів, адже від трасування літологічного контуру залежатиме об'єм порового простору, а як наслідок і величина запасів покладу (рис. 3–5)

.

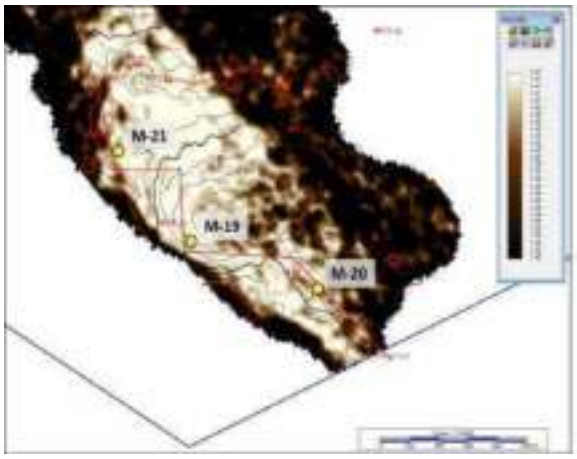


Рис. 3. Карта когерентності хвильового поля

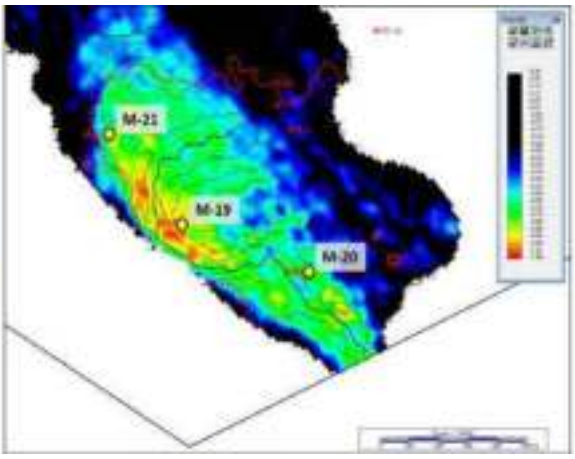


Рис.4. Карта амплітуд хвильового поля

Ці питання варто вирішувати на етапі інтерпретації сейсмічних матеріалів, а під час прогнозування меж поширення колектору – враховувати зміни характеру запису хвильового сейсмічного поля.

Важливим складником під час інтерпретації є виділення та трасування тектонічних порушень у межах структурних елементів, їхніх кутів нахилу та амплітуд, а також встановлення екранувальних властивостей порід-колекторів по системі скидів. Сейсмічні дослідження 3D з наступним геолого-геофізичним моделюванням можуть і мають стати основою для технічних і технологічних рішень.

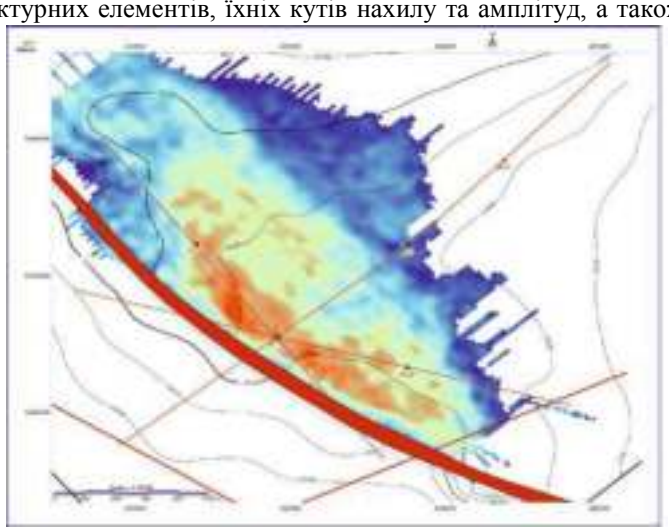
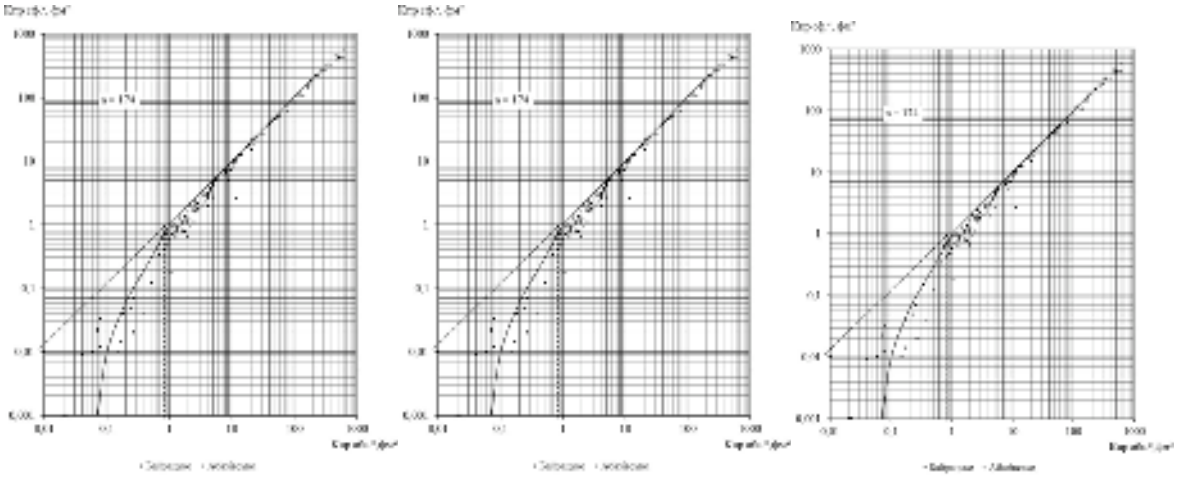


Рис. 5. Структурна карта по горизонту відбиття $Vб_1$ та структурна карта пласта М-2а Макіївського родовища

Проте, як засвідчує практика, навіть на родовищах, що розбурені густою мережею свердловин, продуктивна частина не завжди висвітлена керновим матеріалом. Зазвичай ми маємо точкові відбори кернового матеріалу, а в деяких випадках його взагалі немає. Трапляються випадки, коли керн відібрано, а лабораторних досліджень з визначення фільтраційно-ємнісних властивостей не проводили. Брак керна або обмежена кількість лабораторних визначень не дає змоги достовірно обґрунтувати петрофізичні залежності, а на їхній основі – кондиційні значення пористості, проникності та газонасиченості.

Дослідження кернового матеріалу потрібно для створення петрофізичної основи кількісної інтерпретації ГДС, яка виконується на стадії оперативної обробки геолого-промислової інформації й підрахунку запасів вуглеводнів, під час проектування розробки й дорозробки покладів, упровадження нових технологій підвищення нафтогазоконденсатовилучення. Ця основа ґрунтується на результатах лабораторних вимірювань окремих параметрів на зразках порід для встановлення залежностей типу “керн – керн”, “керн – ГДС”. Подані на розгляд ДКЗ України матеріали мають містити вихідну інформацію з визначення величин показників фізичних властивостей порід-колекторів і порід-покришок з обов’язковим комплексом стандартних і, за потреби, спеціальних лабораторних досліджень. Унаслідок цих досліджень встановлюють найтісніші кореляційні зв’язки між їхніми петрофізичними параметрами, що потрібні для обґрунтування кондиційних значень відкритої пористості й нафтогазонасиченості. Попередньому визначенню підлягає кондиційна межа відкритої пористості, яка зумовлює більшу від нуля фазову проникність нафти або газу. Правильне встановлення цієї межі надзвичайно важливе – за нею здійснюється розподіл перспективного розрізу на ущільнені породи й породи-колектори, виділення ефективних товщин. Цей показник є головним, тому що від його достовірності залежать величина й надійність оцінки загальних і балансових запасів і ГЕО-1 окремих покладів рис. 6.



А Б В

Рис. 6. Графіки залежності, потрібно для обґрунтування промислових кондицій вуглеводнів
(А – графік залежності ефективної проникності від абсолютної, Б – графік залежності пористості від абсолютної проникності, В – графік залежності пористості від залишкової водонасиченості)

Для ГЕО-3 можуть бути використані параметри та петрофізичні властивості порід за аналогією із сусідніми родовищами, котрі мають подібні гірничо-геологічні умови залягання. Для підвищення інформативності й комплексності лабораторних досліджень та раціонального використання керна потрібно передбачити виконання на одному й тому самому зразку найповнішого обсягу літолого-петрофізичних, геохімічних та інших різновидів досліджень, які в подальшому будуть основою для визначення природи геологічних неоднорідностей і характеру прояву в геофізичних полях, що фіксуються методами ГДС. Виявлені при цьому петрофізичні залежності мають відображати фізичну природу явищ і зміну петрофізичних параметрів у межах покладу (підрахункового об’єкта). Для побудови надійних петрофізичних залежностей потрібно досліджувати вибірку керна з кожного виділеного літотипу чи підрахункового об’єкта в кількості не менше ніж 32 зразки з найширшим діапазоном зміни ФЄВ останніх, які відібрані зі свердловин, рівномірно розміщених на площі. Визначення кондиційних ФЄВ порід-колекторів ґрунтується на статистичних залежностях між їхніми фізичними значеннями. Водночас використовуються майже всі характеристичні показники, що зумовлюють якість колектору й визначаються рекомендованим комплексом лабораторних досліджень. Обґрунтованість кондиційних значень ФЄВ має бути підтверджена випробуванням пластів. У разі отримання неоднозначних результатів особливу увагу варто звернути на якість кріплення свердловин і досконалість розкриття колекторів у привибійній зоні.

Отже, для оцінки характеру насичення колектора потрібне проведення випробування пластів. Роботи з випробування і дослідження перспективних горизонтів є дуже важливими й відповідальними в загальному циклі спорудження нафтових і газових свердловин. Від вдалого їхнього проведення залежить вирішення кінцевих завдань розвідувального буріння. Головні завдання випробування перспективних (продуктивних) пластів:

– одержання припливу і відбір проби пластового флюїду з досліджуваного об’єкта;
– вимірювання пластового тиску і температури;
– оцінка колекторських властивостей пласта;
– оцінка ступеня забрудненості привибійної зони пласта;
– оцінка продуктивності пласта (дебіт і тиск на різних режимах роботи свердловини, гідродинамічні параметри пластів, потрібні для проектування розробки родовища).

Пластовий тиск і пластова температура в нафтових свердловинах визначаються способом прямого вимірювання за допомогою портативних глибинних манометрів і термометрів. У разі застосування пластовипробовувачів допускається визначення пластового тиску через екстраполяцію кривих відновлення тиску.

Вимірювання пластових і статичних тисків у газових свердловинах, зняття кривих наростання тиску мають проводитися високоточними приладами.

По кожному з покладів, що мають промислове значення, по окремих свердловинах, розміщених на різних гіпсометричних позначках і в різних частинах оцінюваної площі, має бути здійснено дослідження для отримання вихідних даних та складання технологічних схем і проектів розробки.

У разі одночасного розкриття в обсадженій свердловині декількох пластів-колекторів, дослідження методом сталих відборів має проводитися із застосуванням глибинних дебітомірів для визначення продуктивності кожного пропластка окремо, а в разі одночасного припливу нафти з водою – із застосуванням глибинних вологомірів.

Під час випробування і дослідженні окремих об'єктів у свердловинах, обсаджених експлуатаційною колоною, має бути проведений відбір глибинних проб нафти і води, а також відбір газу і конденсату.

Як засвідчує практика, випробування, а тим паче розробка покладів з різними ФЄВ на багатьох родовищах проводиться одночасно, що є хибою геологорозвідувального процесу. Бувають випадки, коли в розробці перебувають пласти з різним складом пластового газу та потенційним умістом конденсату, а інколи нафтові та газові поклади розробляються одночасно, що є припустимим. У разі одночасного випробування та дослідження продуктивних пластів не завжди проводиться ГДС – контроль з визначення робочих інтервалів, який є обов'язковим. Адже брак таких досліджень не дає змоги достовірно визначити ступінь вивченості й категорію запасів того чи іншого покладу, а під час розподілу видобутку – виконати це достовірно.

Отримуючи промислові припливи на початковій стадії, потрібно відбирати глибинні (для нафти) та поверхневі (газу і конденсату) проби і проводити дослідження на бомбі, результати дослідження в подальшому будуть використані під час підрахунку запасів. Не менш важливим є проведення поточних досліджень, за результатами яких можливе коригування потенційного вмісту конденсату, газовмісту, об'ємного коефіцієнта та інших параметрів.

Промислові дослідження свердловин на конденсатність також входять в обов'язковий комплекс досліджень у процесі ведення контролю за розробкою. Виконуються з установленою періодичністю впродовж усього терміну розробки за допомогою спеціальної пересувної установки з дослідження на конденсатність УДК-1. Одержується кількісне співвідношення наявного в продукції конденсату і води до газу – конденсатогазовий (КГФ) та водний (ВФ) фактори, забезпечується можливість відбору представницьких проб газової (газ сепарації) та рідкої (сирий і стабільний конденсат, пластова або конденсаційна вода) фаз для подальшого вивчення фізико-хімічних характеристик пластової вуглеводневої системи.

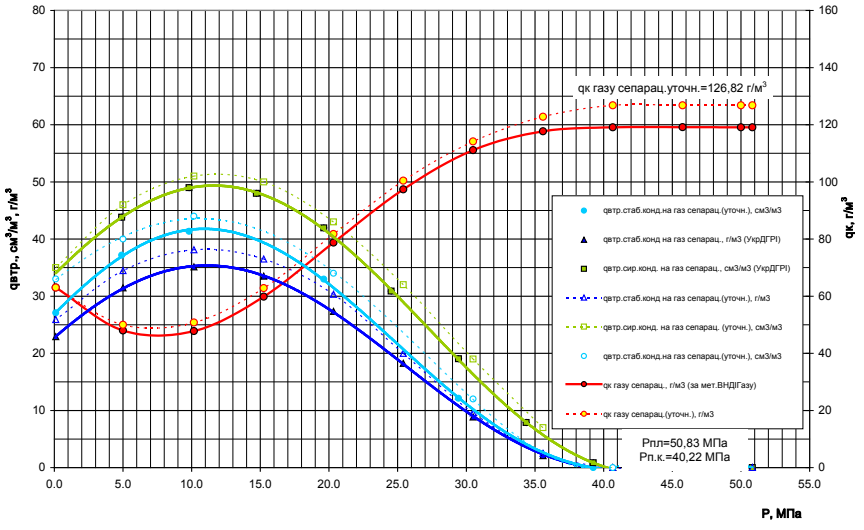


Рис. 7. Уточнення газоконденсатної характеристики за результатами контрольних газоконденсатних досліджень

Значення конденсатогазового фактора є досить важливим параметром. За даними КГФ готуються рекомбіновані проби пластової вуглеводневої системи, його значення є основою для розрахунку потенційного вмісту вуглеводнів фракції С5+ у пластовому газі, за ним плануються об'єми видобутку рідких вуглеводнів. Неправильність визначення КГФ приводить до штучно занижених або завищених запасів і ресурсів конденсату, також неабияк може вплинути на економічну привабливість об'єкта або, навпаки, занизить очікуваний економічний ефект від розробки покладу або родовища, відповідно (рис. 7).

Останнім часом набирає актуальності проблема зниження дебітів або взагалі неотримання продукції після виходу свердловини з буріння та освоєння за позитивних геофізичних та геологічних характеристик покладів. Також спостерігається значне зниження видобутків після проведення поточних підземних ремонтів свердловин з використанням високоякісних рідин глушіння. До сьогодні компанії, що виконують буріння, геофізичну розвідку, геологічні організації та фірми, відповідальні за приготування розчинів (буровий, промивальна рідина, рідина глушіння), перекладають відповідальність за цю ситуацію одні на одних. Для вирішення цієї проблеми наше підприємство модернізувало установку УГКН-1, що наразі дає змогу проводити дослідження кернового матеріалу в пластових умовах з визначенням таких показ-

ників: початкової фазової проникності, зміни показників проникності після кольматації та інтенсифікації. Наявність керносховища та зібрані в ньому зразки кернів майже з усіх родовищ України дає змогу безперешкодно проводити ці дослідження як на "рідних" зразках, так і підбирати відповідні аналоги.

Результатом таких робіт є визначення головних причин зниження очікуваних видобутків після виходу свердловини з буріння або капітального ремонту. Це дає змогу Замовнику якісніше вирати рідини буріння, глушіння та методи інтенсифікації, що дадуть максимальний результат щодо відновлення або поліпшення фільтраційних властивостей порід-колекторів. Наразі ми вже маємо приклади виявлення причин кольматації та підбору якісної рецептури для відновлення початкової проникності.

Підсумовуючи описане вище, можна з впевненістю стверджувати, що від повноти та якості вимірів, викладених у первинній геологічній інформації, залежатиме достовірність визначення моделі родовища, ступінь вивченості покладів, а також кількісна оцінка запасів нафти, газу, конденсату та супутніх корисних компонентів. Для досягнення цієї мети потрібно:

– активізувати роботи національного стратиграфічного комітету та проводити спільні засідання науково-виробничих підприємств, організацій для вирішення дискусійних питань стратифікації, зокрема приведення синоніміки пластів та літологічних пачок до єдиної номенклатури в межах родовищ та площ;

– під час інтерпретації сейсмічних досліджень комплексно підходити до вивчення структурної форми по всій її площі, від апікальної частини до зануреної, а особливу увагу приділяти прогнозу меж поширення колекторів, трасуванню тектонічних порушень, кутам їхнього нахилу та амплітудам;

– на нових площах та вже відкритих родовищах проводити відбір керна та обсяги робіт з лабораторного аналізу кернового матеріалу відповідно до нормативних документів, що дасть змогу в комплексі з промислово-геофізичними методами та випробуванням достовірно обґрунтувати кондиційні значення підрахункових параметрів;

– виконувати повний комплекс промислово-геофізичних досліджень свердловин, перфорацію, відбір вуглеводневої продукції, вивчати пластові вуглеводневі системи, а також дослідження кернового метеріалу в пластових умовах з визначенням фазової проникності, зміни показників проникності після кольматації та інтенсифікації та ін.

Лише комплексний науковий аналіз геолого-геофізичної інформації дасть змогу виконати геолого-економічну оцінку родовища, встановити процеси, що впливають на видобуток вуглеводнів та знайти способи його нарощування. Крім того, проблеми дефіциту нафти й газу можуть бути вирішені як унаслідок розвідки й розробки вже виявлених родовищ, за якими створені моделі, так і виявлених перспективних нафтогазоносних об'єктів, до яких виявляють інтерес інвестори.

ЛІТЕРАТУРА

1. Інструкція із застосування класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до геолого-економічного вивчення ресурсів перспективних ділянок та запасів родовищ нафти і газу/ДКЗ України. – Київ, 1998.
2. Фондові матеріали ДП "Укрнаукагеоцентр". – Полтава, 2016.
3. Наукові та методичні засади дослідження пластових вуглеводневих систем для підрахунку запасів нафти і газу. Г. І. Рудько, В. І. Ловинюков, В. О. Федишин, М. М. Багнюк та інші. – Київ-Черкаси, 2008.

УДК 553.981.2+551.3.051

ЗАСТОСУВАННЯ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НАЙПРОДУКТИВНІШИХ ДІЛЯНОК ВУГЛЕВОДНЕВИХ РОДОВИЩ

М. В. Дорохов[1], В. П. Бодлак[2]
1 – ЛКНДЦ "УкрНДІгаз", Львів, Україна, domav@i.ua, 2 – ЛКНДЦ "УкрНДІгаз", Львів, Україна, bassoneb@i.ua
Розглянуто можливість застосування палеогеоморфологічних методів для прогнозування незалучених до розробки частин продуктивних горизонтів "старих" вуглеводневих родовищ Південного та Західного НГР у відкладах міоцен-олігоценового віку (майкопська, дашавська, менілітова світи), які представлені перешаруванням пластів пісковиків, алевролітів, аргілітів і глин.

USE OF PALEOGOMORPHOLOGICAL ANALYSIS FOR FOR PROGNOSTICATION OF THE MOST PRODUCTIVE AREAS OF HYDROCARBON DEPOSITS

M. V. Dorokhov[1], V. P. Bodlak[2]
1 – Lviv Integrated Research Center of Ukrainian Research Institute of Gas, Lviv, Ukraine, domav@i.ua, 2 – Lviv Integrated Research Center of Ukrainian Research Institute of Gas, Lviv, Ukraine, bassoneb@i.ua
Possibility of application of paleogeomorphological methods is examined for prognostication of the parts of productive horizons of "old" hydrocarbon deposits of South and Western OGBR unbrought over to development in the sedimentations of the Miocene-Oligocene age (Maikop, Dashava, Menilite), that is presented by interbedding of layers of sandstones, siltstones, argillites and clays.

Більшість великих родовищ вуглеводнів України відкрито у 50 роках XX ст. Незважаючи на тривалий час розробки, їхні запаси остаточно не вироблено, а через незначні поточні дебіти свердловин завершення видобутку відтерміновується на 60–90 років. Зниження дебітів свердловин (порівняно з початковими), крім закономірного – через зменшення пластового тиску, часто пов'язане з надходженням у свердловину води та погіршенням фільтрації в породах з пониженими колекторськими властивостями.

Продуктивні горизонти міоцен-олігоценового віку Південного та Західного НГР (майкопська, дашавська, менілітова світи) переважно представлені перешаруванням тонких пластів пісковиків, алевролітів, аргілітів і глин, які об'єднуються в продуктивні пачки. На ділянках з підвищеною глинистістю спостерігається неабияка вертикальна роздробленість продуктивних верств на малопотужні пропластки, яким притаманні автономні гідродинамічні системи. Характерним є те, що в межах однієї пачки є газонасичені й водонасичені пласти [1]. Крім того, цим відкладам притаманна латеральна мінливість колекторських властивостей унаслідок заміщення проникних відкладів непроникними відмінами.

Під час освоєння запасів родовищ вторинне розкриття продуктивних горизонтів такого типу переважно проводилось великими інтервалами, тому до розроблення залучено дрібні як газонасичені, так і водонасичені пропластки, що призводить до високого вмісту води у продукції, а при невеликих дебітах газу до самозадавлювання свердловини.

Пришвидшити дорозробку таких покладів можна шляхом проведення комплексу водоізоляційних робіт та розкриття пропущених газонасичених інтервалів.

Проведення детальної кореляції пластів у межах продуктивних пачок дасть змогу виділити підгоризонти, виявити та розділити газонасичені й водонасичені пропластки і відповідно уточнити геологічні моделі покладів.

Розподіл осадового матеріалу у водяному басейні насамперед залежить від його рельєфу та напрямку і сили циркулюючих у ньому течій, також важливе значення мають клімат, хімічний склад води і глибина. Морське дно – неоднорідна область, де поєднуються процеси інтенсивного осадконагромадження та розмиву або дуже слабкої седиментації. Відповідно для кожного елемента рельєфу (западина, схил, склепіння) існують специфічні умови відкладання осадів: у западинах формуються потужні товщі перешарування аргілітів та алевролітів (рідше пісковиків) з переважанням аргілітів; для схилів притаманні відклади меншої товщини та з приблизно однаковим співвідношенням пісковиків, алевролітів та аргілітів; на склепіннях – при зменшенні загальної товщини відклади збагачені піщаним матеріалом. З точки зору пошуків традиційних покладів вуглеводнів найцікавішими є утворення, які сформувались на палеосклепіннях і палеосхилах, оскільки ймовірність наявності порід з хорошими колекторськими властивостями там значно вища, ніж у палеозападинах [2]. Тому для оптимізації експлуатаційної сітки свердловин на родовищах, де поклади містяться в колекторах з мінливими характеристиками, для виявлення найпродуктивніших ділянок доцільно застосовувати палеогеоморфологічний аналіз.

Для ілюстрації наведених вище узагальнень нижче наводяться результати палеогеоморфологічного аналізу та опис геологічної будови і газоносності Хідновицького газового родовища, яке розміщене на території Мостиського району Львівської області.

У тектонічному відношенні воно приурочене до північно-західної частини Зовнішньої зони Передкарпатського прогину і пов'язане зі структурою огортання, ускладненою насувом стебницької моласи на сарматські відклади. З 1942 року на родовищі відкрито дев'ять покладів газу, три з яких приурочені до верхньодашавської і шість – до нижньодашавської частини розрізу сармату; найбільші з них пов'язані з продуктивними горизонтами НД-1, 2+3, 4 нижньодашавської підсвіти. Усього пробурено 90 свердловин і видобуто більше 18 млрд м^3 газу, а залишкові запаси становлять 3 703 млн м^3. Початковий дебіт свердловин становив 1000–5300 тис. м^3/добу (абсолютно вільний) при теперішньому 0,5–22 тис. м^3/добу. За наявної схеми розробки родовища завершення видобутку планується у 2116 році.

Продуктивні горизонти нижнього сармату на родовищі належать до моласових відкладів, які представлені піщано-глинистими пачками з тонкошаруватим чергуванням пісковиків, алевролітів і глин. Основними пластами-покришками продуктивних горизонтів слугують аргіліти та глини завтовшки 5–10 м, які залягають у покрівельній частині покладів.

З південного заходу поклади продуктивних горизонтів обмежує тектонічна площина Стебницького насуву. Зі сходу та північного сходу чітко відбивається газо-водяний контакт, який для кожного нижчого покладу зміщується на захід, зменшуючи площу продуктивності наступних нижче лежачих покладів. Усі горизонти, витримані по площі родовища; фільтраційно-ємнісні характеристики пластів-колекторів змінюються по латералі суттєво. Максимальне значення піскуватості майже по всіх продуктивних горизонтах пов'язане з південно-східною частиною структури; у напрямі до склепіння складки піскуватість горизонтів зменшується при одночасному зростанні тонкошаруватості розрізу та заміщенні піскуватих проверстків алевролітовими. Величина описуваного параметра – піскуватості – безпосередньо пов'язана з продуктивністю горизонтів: у південно-східній частині родовища абсолютно вільні дебіти газу досягали 1 000–5 300 тис. м^3 за добу, на інших ділянках вони не перевищували 100 тис. м^3 за добу.

Рисунок. Схема розміщення перспективних ділянок для пошуку незалучених до розроблення частин покладу НД-2-3 у межах Хідновицького газового родовища

На рисунку зображено поверхню покрівлі продуктивного горизонту НД-2-3 з нанесеними контурами зон поширення відкладів з найвищими пористістю та ефективною товщиною. У межах горизонту пористість змінюється від 13 до 21 %, а ефективна товщина варіює в межах 10–93 м. Початковий дебіт газу зі свердловин

120, 129, 36, 102, розміщених у зоні розвитку порід з добрими колекторськими властивостями, становив 91, 297, 135 і 505 тис. $м^3$ добу, тоді як у свердловинах за межами зони не перевищував 30 тис. $м^3$ добу.

На впорядкованій провідними українськими геологами карті ерозійної донеогенової поверхні Передкарпатського прогину (І. Вишняков, Х. Заяць, Ю. Крупський, П. Бодлак та ін. 2001 р.) у районі Хідновицької структури закартовано долиноподібне пониження в рельєфі морського дна, по якому відбувалося перенесення осадового матеріалу. Як видно, ділянки з найвищим значенням піскуватості продуктивних горизонтів родовища припадають на північний схил палеоканалу.

Ефективна товщина продуктивного горизонту в цій зоні становить 80–90 м, а розріз представлений пісковиками та алевролітами, які перешаровані тонкими пластами аргілітів. Поклад на цій ділянці можна вважати масивно-пластовим, оскільки товщина непроникних порід є незначною.

За межами палеоканалу ефективна товщина горизонту зменшується до 10 м, пласти пісковиків заміщуються алевролітами та непроникними глинами, які розділяють продуктивний горизонт на декілька частин, утворюючи поклади пластового з елементами літологічного заміщення типу.

Наявність неоднорідності будови продуктивної товщі перебуває відмінних методів розроблення різних ділянок родовища. У межах палеоканалу (зона високої піскуватості) виправданим є вторинне розкриття продуктивного горизонту великими інтервалами. На ділянках зі зниженим значенням ефективної товщини розроблення кожного підгоризонту доцільно проводити окремо, оскільки вони можуть містити ізольовані один від одного поклади (лінзи).

З такими особливостями поширення колекторів продуктивних горизонтів пошук незалучених до розроблення пропластків у межах Хідновицького газового родовища варто розпочати з детальної кореляції розрізів свердловин присклепіневої частини складки, де можна очікувати відкриття нових літологічно-екранованих покладів газу.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Андрейчук М., Дорохов М., Бодлак В., Токарська Г.* Уточнення геологічних моделей родовищ вуглеводнів шляхом детального розчленування продуктивних відкладів на прикладі Свидницького газового родовища//Геологія і геохімія горючих копалин. – № 1–2 (170–171). – Львів, 2017. – С. 16–17.

2. *Дорохов М. В.* Реконструкція умов осадконагромадження району структури Субботіна у нижньомайкопський час//Азово-Черноморский полигон изучения геодинамики и флюидодинамики формирования месторождений нефти и газа: Тез. докл. VIII Междунар. конф. “Крым-2009”. (Крым, Ялта, 14–18 сент. 2009 г.). – Симферополь: Агео, 200. – 117 с.

ПРАКТИЧНІ Й НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ АКВАТОРІЇ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДАНИМИ ГЕОХІМІЧНОЇ ПРОГНОЗНО-ПОШУКОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ "GHPKU"

О. М. Дудік[1], С. О. Дудік[2]
1 – канд. геол.-мінерал. наук, старший наук. співробітник ІГМР НАНУ, м. Київ, Україна, dud-am@ukr.net,
2 – молодший науковий співробітник ІГМР НАНУ, м. Київ, Україна dudik81@gmail.com
У доповіді наведено наукові й практичні результати, які одержано під час дослідження придонного морського середовища (донних осадів і придонної води) Прикерченського шельфу Чорного моря з використанням геохімічної технології "GHPKU". Демонструються геохімічні карти і моделі виявлених вуглеводнево-металевих геохімічних систем, газофлюїдних зон, прогнозованих нафтогазових родовищ. Оцінено інформативність окремих геохімічних ознак і ефективність геохімічних технологій під час пошуків нафтогазових покладів у морських умовах. Теоретично й практично обґрунтовано, що "Метод пошуків родовищ нафти й газу за накладеним аномаліями вуглеводнів" здатний успішно вести пошуки нафтогазових родовищ в умовах Чорноморського шельфу.

PRACTICAL AND SCIENTIFIC RESULTS OF RESEARCH BLACK SEA ACCUMULATION UNDER THE "GHPKU" GEOCHEMICAL PROGNOSTIC SEARCH TECHNOLOGY DATA

O. M. Dudyk, Cand. geol. min. Sciences, senior sciences, fellow of IGMR NASU, Kiev, Ukraine, dud-am@ukr.net
S. O. Dudik, Junior Science, fellow of the IGMR NASU, Kyiv, Ukraine, dudik81@gmail.com
The report presents the scientific and practical results obtained in the study of the near-bottom marine environment (sediments and bottom waters) of the Black Sea coast of the Prykerchensky shelf, using the geochemical technology "GHPKU" Geochemical maps and models of detected hydrocarbon-metal geochemical systems, gas fluidal zones, projected oil and gas deposits. Estimated informativeness of separate geochemical signs and efficiency of geochemical technologies in search of oil and gas deposits in marine conditions. It is theoretically and practically grounded that "The search method of oil and gas fields under the imposed anomalies of hydrocarbons" is capable of successfully conducting exploration of oil and gas deposits in the conditions of the Black Sea shelf

Вступ. Придонне середовище морів і океанів, що об'єднує верхній шар донних відкладів і придонну воду, являє собою зону взаємодії літосфери й гідросфери. У ньому міститься й постійно поповнюється інформація про геохімічний стан надр, їхню нафтогазоносність і рудоносність, епігенетичні процеси, які відбуваються в цьому середовищі. Тому верхній шар донних відкладів і придонна морська вода є основними об'єктами геохімічних досліджень під час проведення прогнозно-пошукових робіт на вуглеводні й рудні корисні копалини.

У 2006–2009 рр. Інститут геолого-екологічних проблем Донбасу (ІГЕПД) проводив геохімічні дослідження нафтогазоносності Чорноморського шельфу. З огляду на відсутність науково обґрунтованих і апробованих методичних розробок і досвіду геохімічних пошуків родовищ нафти й газу в морських акваторіях України на начальному етапі, у дослідному порядку, були вивчені геохімічні особливості товщі води і донних осадів Прикерченського шельфу Чорного моря, а також в обмеженому обсязі було вивчено як еталон Субботінське нафтогазове родовище.

Ці роботи дали змогу пристосувати для умов морського шельфу розроблену в ІГЕПД прогнозно-пошукову геохімічну технологію на вуглеводні "GHPKU", і згідно з нею провести комплексні геохімічні дослідження Прикерченського шельфу на площі 644 км^2. Усього по мережі 500×500 м було обстежено 2 576 пунктів. Дослідженнями були охоплені відомі антиклінальні структури Маячна, Субботіна, Личагіна, Союзна, Керч, Кавказька і прикордонні частини Піонерсько-Західної, Безіменної, Глибокої та Соколової-Південної структур.

Комплексне геохімічне картування включало вивчення на кожному пункті:

– розчинених у придонному шарі води CH_4, CO_2, O_2, H_2, He;

– сорбованих морськими донними відкладами (переважно сіро-зеленими мулами) вуглеводнів від CH_4 до nC_4H_{10};

– сорбованих морськими донними відкладами 46 хімічних елементів – Al, Si, Ca, Fe, Na, Mg, Mn, Ba, P, Ti, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, Sn, Mo, W, Bi, Cd, Ag, Au, As, Sb, U, Li, Be, Sc, Ga, Ge, Se, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, In, Te, Cs, La, Ta, Tl , Ce, Yb.

Геохімічні особливості морської води Прикерченського шельфу

Проведені режимні дослідження на 150 пунктах і газогеохімічне картування Прикерченського шельфу (досліджено 2 576 пунків) дали змогу визначити основні геохімічні властивості морської води, особливо її придонного шару. У придонній морській воді дослідженої площі за середньої глибини моря 59,7 м середній

уміст розчиненого газу становить 13,47 $см^3$/л. Середній склад цієї газової суміші (%): N_2 – 72,51, O_2 – 26,73, CO_2 – 0,75, CH_4 – 0,0074, H2 – 0,00004. Гелій у морській воді більш ніж на 90 % пунктів міститься в концентраціях нижче чутливості методу аналізу – менше 0,00005 %.

Дослідження впливу гідрометеорологічних умов на вміст газів у придонній атмосфері (до шторму і після нього) засвідчили, що в умовах незначних глибин моря (до 50 м) різка зміна гідрометеорологічних умов приводить до значних фізико-хімічних змін всю водну масу – від поверхні до придонної частини водяного стовпа. Так, уміст метану в придонній воді після шторму знижується в 1,2–3,1 раза.

Вивчення розчинених газів в розрізі водяного стовпа в інтервалі глибин 0–50 м. засвідчило, що найнижча розчинність газів характерна для його поверхневої частини. На глибині 5–10 м вона дорівнює 11,73 $см^3$/л, а на глибині 20–50 м сягає 13–14,9 $см^3$/л.

Метан у розрізі водяного стовпа (0–50 м) характеризується закономірним зростанням його концентрацій з глибиною. В інтервалі глибини 5–10 м його вміст становить 0,000492–0,000735 %, а на 20–50 м він набагато зростає – до 0,0061–0,0100 %.

Етан і кисень ведуть себе протилежно метану. У придонному шарі води їхній уміст менший, ніж у верхній частині. *Вуглекислий газ* не має виражених закономірностей розподілу в товщі водяного стовпа в інтервалі глибини 0–50 м.

Результати режимних досліджень і газогеохімічного картування придонної морської води в межах Прикерченського шельфу (644 $км^2$) дають змогу зробити такі висновки щодо інформативності окремих геохімічних ознак і ефективності "атмохімічного методу пошуків родовищ вуглеводнів за розчиненими в придонній воді газами".

Інформативність геохімічних ознак для пошукових цілей на вуглеводні

Метан і кисень належать до найінформативніших. Комплексні і контрастні аномалії цих газів (негативні аномалії O_2, позитивні CH_4) засвідчують ділянки сучасного газофлюїдного розвантаження надр (вуглеводнями та ін.) і різною мірою їхнього окиснення з виділенням CO_2. *Вуглекислий газ* є малоінформативним. Його аномалії в придонній морській воді пов'язані з розвантаженням ним надр за тектонічними розривами. Частка CO_2, що утворюється пд час окислення вуглеводнів є незначною. *Водень і гелій* належать до неінформативних ознак. В умовах Прикерченського шельфу Чорного моря їх майже неможливо використовувати в прогнозно-пошукових цілях, а також для картування тектонічних порушень.

Висновок: *"атмохімічний метод пошуків родовищ вуглеводнів за розчиненими в придонній воді газам" фіксує стан придонної атмосфери за дуже короткий період – час відбору водно-газової проби (хвилини). З огляду на це, а також високу геохімічну нестабільність морської придонної атмосфери, пов'язану з багатьма чинниками, цей геохімічний метод не може самостійно виявляти продуктивні структури, оцінювати їх і встановлювати в межах таких структур нафтогазові поклади.*

Геохімічні властивості донних відкладів Прикерченського шельфу

Для визначення геохімічних властивостей різних за складом донних відкладів, поширених на пошуковій площі в інтервалі глибин 0–3 метри, за чотирма дослідницькими профілями були відібрані проби з усіх прошарків (мулу сірого, мулу сіро-зеленого, детриту піщанистого, піску сірого, мулу чорного). Два з профілів перетинали нафтогазове родовище Субботіна в районі продуктивних свердловин № 1 і 403. Усього було відібрано 440 дослідних проб. Їхні хроматографічні і плазмово-спектрометричний аналізи були виконані в лабораторії ІГЕПД.

Результати вивчення розподілу сорбованих форм вуглеводнів C_1-C_4 і 22 хімічних елементів у різних за складом морських донних осадах засвідчили, що найстабільніший їхній розподіл спостерігається в сіро-зелених мулах, які мають високі сорбційні властивості й поширені майже на всій території досліджень. З огляду на це, а також те, що сіро-зелені мули залягають на порівняно невеликій глибині, доступній для відбору проб "прямоструминною трубою", був зроблений висновок – *пошуки родовищ нафти і газу за накладеними аномаліями вуглеводнів і металів на території Прикерченського шельфу треба проводити через випробування нижніх частин прошарку сіро-зелених мулів.*

На рис. 1 показаний геолого-геохімічний розріз за дослідницьким профілем № 24, який перетинає Кавказьку, Союзну й Субботінську антикліналі. Показані на ньому графіки концентрацій олова і ванадію в сіро-зелених мулах демонструють наявність накладених аномалій цих металів у районах Кавказької й Субботінської антикліналей.

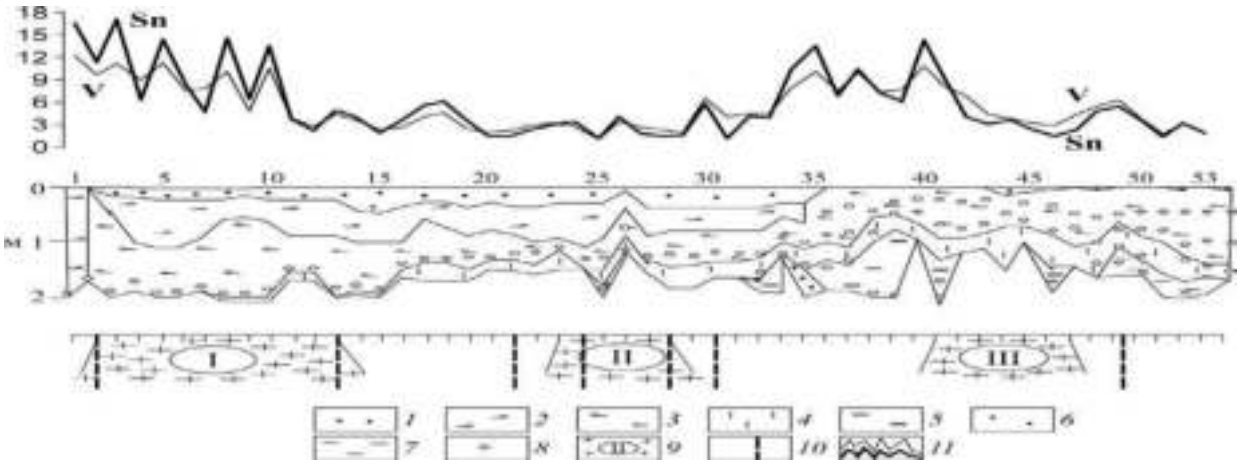


Рис. 1. Геолого-геохімічний розріз за дослідницьким профілем № 24

1–7 – морські донні відклади: 1 – верхній піщано-черепашковий горизонт, 2 – мул сірий, 3 – мул зелений, 4 – детрит сірий, 5 – глина сіра, 6 – пісок, 7 – глина зелена; 8 – місця відбору проб; 9 – місця розміщення антиклінальних структур: I – Кавказької, II – Союзної, III – Субботінської; 10 – тектонічні порушення; 11 – графіки вмісту в зелених мулах Sn, V (n×10–4 %)

Виконані дослідно-методичні роботи на продуктивній еталонній Субботінській структурі засвідчили наявність у різних прошарках донних відкладів над нею накладених вуглеводнево-металевих аномалій. Аналогічні аномалії були встановлені і над Кавказькою антикліналлю, що за геохімічними ознаками продуктивніша за Субботінську.

Наукові і практичні результати геохімічних досліджень Прикерченського шельфу

Найважливіші наукові й практичні результати щодо нафтогазоносності Прикерченського шельфу були одержані під час використаня ***"методу пошуків родовищ нафти і газу за накладеними аномаліями вуглеводнів"*** і ***"…за накладеними аномаліями металів"***. Особливої уваги заслуговують установлені дві аномальні вуглеводнево-металеві зони значних масштабів, які в субширотному напрямку простягаються більше ніж на 22–25 км і виходять своїми флангами за межі вивченої території. В їхній будові беруть участь усі досліджені сорбовані форми вуглеводнів (метан, етан, пропан, пропілен, і-бутан і н-бутан) і велика група хімічних елементів-индикаторів "Субботінського типу" (Mo, Ga, Au, U, Pb, Co, Fe, V, Ni, Sn, As, Mn, Cu), що свідчить про їхню спільну участь у формуванні великих нафтогазових-металевих зон (структур) у районі Субботінсько-Личагінської антикліналей (Північна зона) і Кавказько – Соколово-Південної антикліналей (Південна зона).

Наведені на рис. 2 накладені аномалії метану й пропілену в сіро-зелених мулах Південної вуглеводнево-металевої зони, а на рис. 3 накладені аномалії етану і н-бутану Північної зони засвідчують, що розміри вуглеводневого складника цих аномальних зон перевищують 150 км^2.

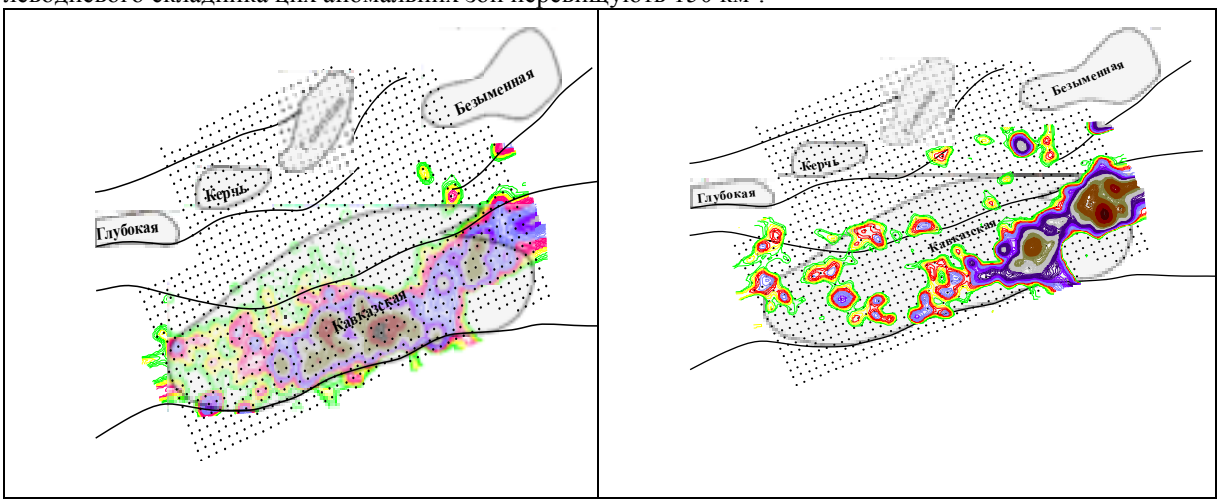


Рис. 2. Накладені аномалії метану й пропілену в донних сіро-зелених мулах Південної ВМГС

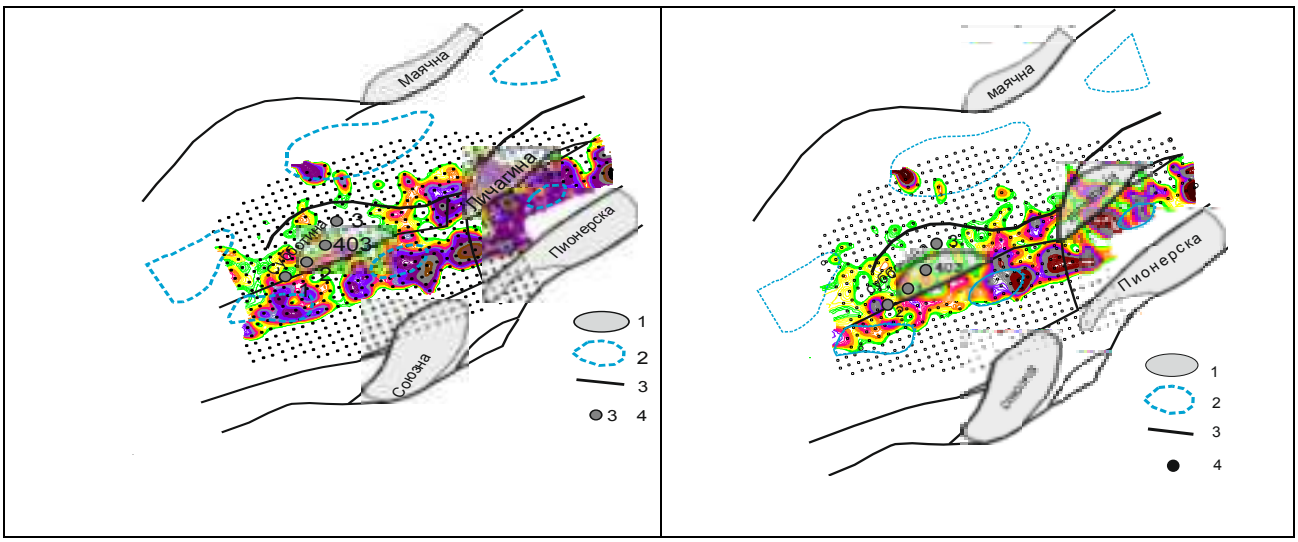


Рис. 3. Накладена аномалія етану і н-бутану в донних сіро-зелених мулах Північної ВМГС

Структури на рівні верхньої крейди: 1 – антикліналі; 2 – синкліналі; 3 – розривні порушення; 4 – свердловини

Одержані результати щодо розподілу в межах цих зон сорбованих донними відкладами вуглеводнів і металів являють собою вагому і достатню інформацію для їхнього прогнозно-геохімічного моделювання.

Виконане прогнозно-геохімічне моделювання Північної аномальної вуглеводнево-металевої зони вказує, що вона являє собою геохімічну систему (ВМГС) з накладеною геохімічною спеціалізацією і високою продуктивністю як на вуглеводні, так і на рудні корисні копалини. В її межах розміщуються більші частини Субботінської і Личагінської антикліналей, невеликі позитивні складчасті структури між ними, а також грабеноподібна лінійна структура, яка прилягає до них з півдня.

ВМГС є похідними глибинних геохімічних процесів, що мають причиново-наслідкові зв'язки і охоплюють підсистеми: 1) генерації вуглеводнево-металевої речовини; 2) її транспортування; 3) розсіювання-концентраії; 4) епігенетичних перетворень нафтогазових і рудних покладів і формування над ними накладених аномалій вуглеводнів і металів.

Сучасний геохімічний стан ВМГС і навколишніх територій – це інтегральний показник дії ендогенних, екзогенних та епігенетичних процесів, які привели до наявного в цей час розподілу в їхніх межах (у вертикальному й латеральному розрізах) хімічних елементів, їхніх сполук (зокрема і в газовій фазі), до утворення нафтогазових або рудних покладів з їхніми подальшими епігенетичними перетвореннями.

В основу прогнозно-геохімічної моделі Північноприкерченської ВМГС покладені результати досліджень сорбованих донними відкладами вуглеводневих газів. Представлена нижче карта вуглеводневого складника цієї ВМГС характеризує розподіл усіх вивчених сорбованих вуглеводневих газів від C_1 до C_4 (рис. 4).

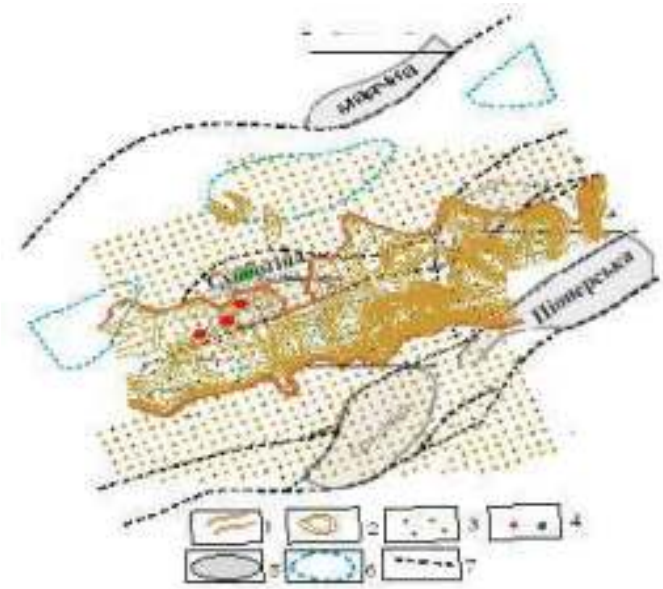


Рис. 4. Вуглеводневий складник Північноприкерченської ВМГС

1 – контур вуглеводневого складника Північноприкерченської ВМГС; 2 – накладені аномалії вуглеводнів C_1-C_4, які виділені за допомогою інтегрального показника Fug; 3 – пункти геохімічних досліджень; 4 – свердловини (продуктивні № 1, 2, 403; непродуктивна № 3); 5–7 – структури на рівні нижньої частини верхньої крейди: 5 – антикліналі; 6 – синкліналі; 7 – розривні порушення

Зовнішній контур виявленої накладеної вуглеводневої аномалії (зони) відповідає значенню показника Fug +0,1. У цих межах за ширини 5,0–6,5 км вона простежується більше ніж на 22 км (не оконтурена з двох сторін). Ізолінії показника Fug, (значення 0,1) засвідчують неоднорідність цього аномального об'єкта, складну геохімічну і морфологічну будову. Ця накладена аномальна вуглеводнева зона являє собою верхній зріз лінійно витягнутого стовбуватого геохімічного тіла, де чітко виділяється

“транспортувальна” вуглеводнева підсистема (газофлюїдна зона) і підсистема їхнього “розсіювання-концентрації”.

Контури газофлюїдної зони виділені по ізолінії значень інтегрального показника Fug +0,6 (рис. 5). Північна межа її майже збігається з показаним на структурній карті майкопа тектонічним порушенням, що обмежує з півдня Субботінську й Личагінську антикліналі. Особливістю цієї газофлюїдної зони є наявність лінійно розміщених семи висококонтрастних кільцевих аномальних центрів, де показник Fug перевищує +2,5, а у двох сягає +4,0 (№ 3) і +6,8 (№ 7). Лінійно витягнені аномальні центри являють собою кільцеві газофлюїдотранспортувальні тектонічні структури розміром 0,5–2,0 км^2. Ми їх назвали “трубами дегазації”.

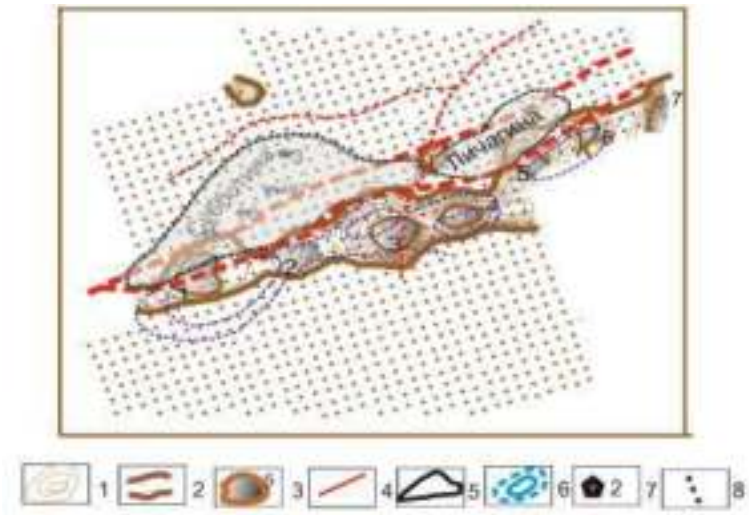


Рис. 5. Транспортувальна підсистема (газофлюїдна зона)
1 – накладені аномалії вуглеводнів C_1-C_4, виділені за допомогою інтегрального показника Fug; 2 – границі газофлюїдної зони (підсистема транспортування вуглеводнів від генерувальних глибинних джерел); 3 – кільцеві структури, що транспортують вуглеводні (“труби дегазації”); 4–6 – розривні і складчасті структури (майкопа): 4 – розривні порушення; 5 – Субботінська і Личагінська антикліналі; 6 – западини; 7 – свердловини; 8 – пункти геохімічних досліджень

Зовнішня межа накладеної вуглеводневої аномалії, встановлена за значенням показника Fug +0,1, окреслює площу *розсіювання-концентрації вуглеводнів*, транспортованих від глибинних джерел. У цих межах, на різних рівнях геологічної колони, відбулося формування нафтогазових покладів, наявність яких у межах Субботінської структури підтверджено свердловинами (№ 1, 2, 403), показаними на моделі.

Потрібно зазначити, що процесом розсіювання-концентрації вуглеводнів, які мігрували з глибинних джерел, не була охоплена вся територія Субботінської і Личагінської антикліналей. Північні їхні частини розміщуються за межами накладеної вуглеводневої аномалії, встановленої за значенням Fug +0,1. Отже, у цій частині цих структур не могли формуватися нафтогазові поклади, свідченням чого є буріння “сухої” свердловини № 3, закладеної в північній частині Субботінської антикліналі за межею накладеної вуглеводневої аномалії.

Важливим також практичним результатом, одержаним під час геохімічних досліджень північної частини Прикерченського шельфу, за допомогою геохімічної технології “GHPKU”, є виявлення кільцевої вуглеводневої аномалії, яку ми назвали “Геохімічною структурою”, у межах якої прогнозується поклад вуглеводнів розміром 11,5 км^2 (рис. 6).

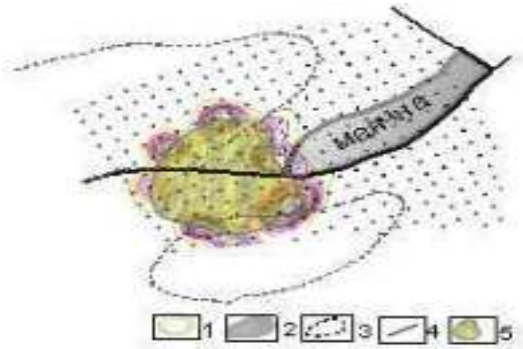


Рис. 6. Прогнозно-геохімічна модель Геохімічної структури
1 – накладена аномалія вуглеводнів кільцевої будови, виділена за значенням інтегрального показника F1ug;
2–4 – структури на рівні нижньої частини верхньої крейди: 2 – антикліналі; 3 – синкліналі (западини); 4 – розривні порушення; 5 – прогнозований за геохімічними показниками нафтогазовий поклад розміром 11,5 км^2

Висновок

Дослідження придонного морського середовища Прикерченського шельфу Чорного моря з використанням геохімічної технології “GHPKU” привели до відкриття великих розмірів (понад 150 км^2) вуглеводнево-металевих геохімічних систем, газофлюїдних зон, нових продуктивних структур, прогнозування в їхніх межах нафтогазових покладів. На великому обсязі фактичного матеріалу доведено високу ефективність цієї технології, особливо її основного методу – “Методу пошуків родовищ нафти і газу за накладеними аномаліями вуглеводнів”, який здатний успішно виявляти продуктивні структури, визначати місце розміщення в них нафтогазових покладів, їхні границі, розміри, морфоструктурні і геохімічні властивості.

ОСОБЛИВОСТІ ГЕОХІМІЧНИХ ПОШУКІВ РОДОВИЩ ВУГЛЕВОДНІВ В УМОВАХ ДДЗ ЗА ДАНИМИ КОМПЛЕКСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕТАЛОННИХ РОДОВИЩ І ПОШУКОВИХ ДІЛЯНОК

С. О. Дудік[1], О. М. Дудік[2],
1 – молодший наук. співробітник ІГМР НАНУ, м. Київ, Україна, dudik81@gmail.com, 2 – канд. геол.-мінерал. наук, старший наук. співробітник ІГМР НАНУ, м. Київ, Україна, dud-am@ukr.net
У доповіді розглянуто результати комплексних геохімічних досліджень окремих еталонних родовищ вуглеводнів з метою створення для умов ДДЗ високоефективної прогнозно-пошукової геохімічної технології. Характеризовано технологію "GHPKU" і її основного методу – "Методу пошуків родовищ нафти й газу за накладеними аномаліям вуглеводнів". Наведено приклад її використання на одній із пошукових площ ДДЗ, де прогнозовані за геохімічними ознаками поклади було розкрито пробуреними пізніше свердловинами.

FEATURES OF GEOCHEMICAL SEARCH OF CARBOHYDRATE ERTILIZERS IN CONDITIONS OF DDZ, ON THE DAY OF COMPREHENSIVE STUDIES ETHNIC DEVELOPMENTS AND SEARCH SECTORS

S. O. Dudik, Junior Science. fellow of IGMR NASU, Kiev, Ukraine, dudik81@gmail.com
O. M. Dudyk, Cand. geol. min. Sciences, senior sciences. Fellow of IGMR NASU, Kiev, Ukraine, dud-am@ukr.net
The report examines the results of complex geochemical studies of individual reference hydrocarbon deposits, which were carried out with the purpose of creating a high-performance predictive-searching geochemical technology for the conditions of the DDZ. The characteristic of the technology "GHPKU" developed by us and its main method – "Method of search of oil and gas fields under the imposed anomalies of hydrocarbons" is given. The given example of its use in one of the search areas of the DDZ, where geochemically predicted, deposits were discovered later drilled wells.

Вступ. У 1997–2001 рр. в Інституті геолого-екологічних проблем Донбасу (ІГЕПД) була створена й апробована на еталонних родовищах геохімічна прогнозно-пошукова технологія на вуглеводні "GHPKU". Її впровадження у виробництво на території ДДЗ відбулось у 2002–2003 рр.

Ця геохімічна технологія ґрунтується на сучасних знаннях про формування нафтогазових родовищ і їхнє подальше руйнування глибинними епігенетичними процесами, на вченні про накладені геохімічні аномалії над покладами корисних копалин, на законі про безперервну міграцію в часі й просторі хімічних елементів і різноманітті форм їхнього існування.

Технологія "GHPKU" являє собою комплекс спеціально розроблених методів і методик вивчення в ґрунтах та їхніх материнських породах різних форм вуглеводнів та інших газів, рухомих форм металів, виконання прогнозно-геохімічного моделювання досліджених геологічних об'єктів за геохімічними ознаками з використанням сучасних геохімічних інформаційних систем ("Gold Digger" та ін.).

Наведені нижче результати вивчення еталонних родовищ і пошукових площ ДДЗ наочно показують, що ця прогнозно-пошукова геохімічна технологія дає змогу успішно вести пошуки родовищ вуглеводнів у нафтогазоносних районах України. Вона здатна виявляти й оцінювати продуктивні структури, а в їхніх межах визначати місце розміщення нафтогазових покладів, їхні границі, розміри, морфоструктурні й геохімічні властивості.

Результати геохімічних досліджень еталонних нафтогазових родовищ ДДЗ

Еталонними родовищами ДДЗ, на яких проводились дослідні геохімічні роботи та апробація науково-методичних розробок, були Мехедівське і Голотовщинське родовища Срібнянської депресії, Юліївське і Рогівське родовища Північного борту ДДЗ і Кохівське родовище Південного борту ДДЗ. Об'єктами досліджень на вказаних родовищах-еталонах були дві поверхневі геолого-геохімічні системи: *підґрунтова атмосфера; ґрунти ілювіального горизонту і їхні материнські породи*. На них, за спеціальними технологіями і методиками, були досліджені:

– у підґрунтовій атмосфері на глибині 2 метрів вільні форми газів – метан, вуглекислий газ, кисень, водень і гелій;

– у залізо-марганцевих новоутвореннях ґрунтів і їхніх материнських породах до 30 хімічних елементів – Cu, Pb, Co, Ni, Zn, Mo, Cr, V, Ti, Sn, Mg, Mn, Ba, Be, Nb, Zr, Ga, La, Y, Yb, Ag, Bi, Ge, Sc, Li, P, Al, Fe, Ca, Si, Na;

– у ґрунтах і їхніх материнських породах сорбовані форми вуглеводневих газів – метан, етан, пропан, пропилен, бутан, ізобутан.

Підґрунтова атмосфера територій родовищ-еталонів і пошукових площ цих районів ДДЗ характеризується середнім умістом у газовій суміші (значення фону) O_2 – 18,81 %, CO_2 – 1,37 %, CH_4 –

0,00025 %, He – 0,00043 %, H – 0,000083 %. Отже у ній, порівнюючи з приземною атмосферою, з якою вона перебуває в постійному зв'язку, міститься на 1,34 % більше вуглекислого газу, на 0,00005 % метану і на 2,14 % менше кисню. Ці дані й високий зворотній кореляційний зв'язок між вуглекислим газом і киснем, а також зворотній зв'язок їх з метаном свідчать про спільну участь в активних біохімічних процесах цих основних газових компонентів, які відбуваються в поверхневій геолого-геохімічній системі (до рівня ґрунтових вод) цих територій.

Отже, уміст у підґрунтовій атмосфері *кисню, вуглекислого газу, метану і його гомологів* залежить від спрямованості й активності біохімічних процесів, які не одинакові в різних ландшафтно-геохімічних зонах України і в межах їхніх окремих елементарних ландшафтів, які показано на рис. 1.

В умовах елювіальних і транселювіальних елементарних ландшафтів, які становлять до 70–80 % території ДДЗ, вільний доступ атмосферного кисню в підґрунтову атмосферу приводить до цілковитого окиснення мігровних з надр вуглеводнів. Унаслідок у ній над нафтогазовими покладами спостерігається закономірне збільшення вмісту вуглекислого газу, зменшення кисню за фонових концентрацій вуглеводнів.

Над покладами всіх досліджених нафтогазових родовищ ДДЗ (Юліївського, Наріжнянського, Рогівського, Мехедівського, Голотовщинського Макарцівского та ін.), які розміщуються в межах елювіальних і транселювіальних ландшафтів, аномалій метану і його гомологів у підґрунтовій атмосфері не виявлено. Водночас над окремими з них

встановлені позитивні аномалії вуглекислого газу й дефіциту кисню, які перебувають у тісному просторовому зв'язку.

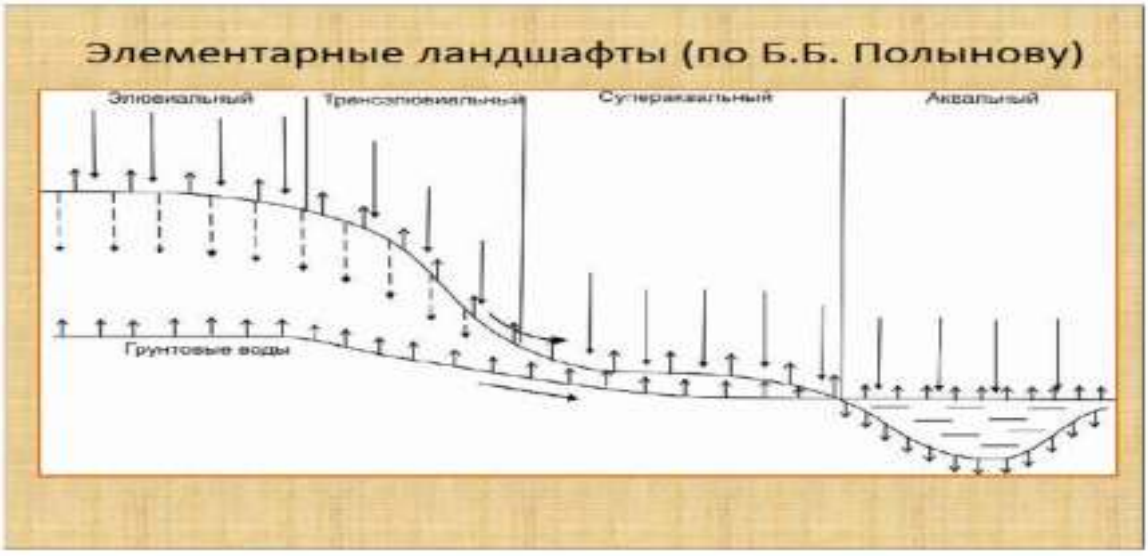


Рис. 1. Класифікація елементарних ландшафтів за Б. Б. Полиновим

В умовах супераквальних ландшафтів через анаеробні умови і брак кисню повітря ґрунтів і їхніх материнських порід насичується недоокисненими сполуками, насамперед метаном, сірководнем, вуглекислим газом. На *території аквальних ландшафтів* (заболочених) з розкладанням рослинних залишків без доступу повітря під впливом бактерій утворюється болотний газ, основними компонентами якого є CH_4 і CO_2.

Отже, у межах *супераквальних і аквальних ландшафтів* формуються аномалії метану й вуглекислого газу ***"ландшафтного типу",*** які не мають зв'язку з їхньою міграцією з глибинних джерел. Майже на всіх досліджених ділянках у межах територій з високим рівнем стояння ґрунтових вод і на заболочених територіях (супераквального й аквального ландшафтів) були встановлені різної контрастності аномалії метану і вуглекислого газу "ландшафтного типу".

Водень і гелій у підґрунтовій атмосфері нерідко перебувають у прямій залежності між собою й водночас вони не мають зв'язку з іншими дослідженими підґрунтовими газами. Їх аномалії були встановлені над відомими й прогнозованими зонами тектонічних порушень.

Рухомі форми хімічних елементів. Під час вивчення в ґрунтах і їхніх материнських породах рухомих форм хімічних елементів був застосований "термомагнітний геохімічний метод" (ТМГМ). Дослідження вмісту приблизно 30 хімічних елементів у вилучених залізо-марганцевих новоутвореннях (екстрактах) проводились за допомогою спектрального аналізу (спектрограф PGS-2). Окрім того, на родовищах-еталонах вивчались також валові концентрації хімічних елементів у ґрунтах і їхніх материнських породах

Проведеними дослідженнями встановлено, що метод ТМГМ, за своєю прогнозно-пошуковою інформативністю не перевищує звичайних літохімічних методів пошуків, які вивчають валові концентрації

хімічних елементів. В їхніх накладених аномаліях майже ідентичний асоціаційний склад хімічних елементів – V, Ti, Co, Ga, Pb, Cu, Ni, Fe, Mn, Cr, Mo, Sn.

Сорбовані форми вуглеводневих газів у ґрунтах і їхніх материнських породах

Роботи на родовищах-еталонах засвідчили, що найповнішу та найоб'єктивнішу прогнозно-пошукову геохімічну інформацію надають сорбовані форми вуглеводнів, період накопичення (акумуляції) якої відповідає віку досліджуваних відкладів, що перекривають поклади, у нашому випадку ґрунтів і їхніх материнських порід.

Результатом теоретичних, методичних і практичних робіт ІГЕПД у цьому напрямі став розроблений і впроваджений в умовах ДДЗ новий пошуковий геохімічний метод: "Метод пошуків родовищ нафти й газу за накладеними аномаліями вуглеводнів". Установлено, що утворення накладених геохімічних аномалій над нафтогазовими родовищами відбувається внаслідок субвертикальної міграції речовини з покладів упродовж тривалого періоду (з періоду становлення родовищ до теперішнього часу) і що основну роль у цій міграції вуглеводнів відіграють процеси фільтрації (ефузії газів), меншою мірою дифузії. Сприятливими умовами висхідної міграції вуглеводнів є величезна різниця між їхніми концентраціями в нафтогазових покладах (80–95 %) і в підґрунтовому повітрі (не перевищує 0,0002–0,0004 %), а також висока рухливість їх в газовій фазі.

За своєю будовою накладені геохімічні аномалії родовищ вуглеводнів являють собою стовбуваті геохімічні тіла, контрастність яких закономірно знижується від покладу в сторону денної поверхні. Морфологічні особливості будь-якого зрізу цих тіл, зокрема і на рівні денної поверхні, зберігають загальні ознаки будови самих вуглеводневих покладів і характерні їхні зміни (руйнування) глибинними геологічними процесами.

Верхні зрізи таких стовбуватих накладених геохімічних аномалій фіксуються на рівні денної поверхні, навіть якщо їхні кореневі частини (поклади нафти й газу) залягають на глибинах, які перевищують п'ять і більше кілометрів, що встановлено на Голотовщинському і Мехедівському родовищах.

Найактивніше висхідна міграція вуглеводнів відбувається вздовж границі нафтогазових покладів (газово-водяного контакту й одночасно фізико-хімічного геохімічного бар'єру), а також розривними порушеннями і зонами розвитку тріщинуватості в місцях найбільших напруг в антиклінальних структурах. Цим пояснюється утворення стовбуватих концентрично-зональних, кільцевих і лінійних накладених вуглеводневих аномалій, встановлених на всіх досліджених родовищах на рівні денної поверхні.

Наявність накладених, кільцевої будови, аномалій вуглеводнів була установлена над покладами усіх досліджених родовищ-еталонів (Мехедівського, Голотовщинського, Юліївського і Рогівского). В їхній будові беруть участь граничні вуглеводні від C_1 до C_4, а на деяких з них також і ненасичені вуглеводні (етилен, пропилен, бутилен). Морфологічні й геохімічні особливості цих аномалій дають змогу в їхніх межах прогнозувати розміщення нафтогазових покладів, унаслідок генерації речовини яких відбулося їхнє формування .

На рис. 2 показана зонально-кільцевої будови стовбувата накладена вуглеводнева аномалія, яка встановлена в розрізі профілю № 3 Юліївського родовища. Інтегральний показник F1sb відображає розподіл граничних вуглеводнів, а F2sb – ненасичених вуглеводнів. Визначена під час моделювання зона активної ефузії вуглеводнів (центр кільцевої аномалії) відповідає границі покладів, яка встановлена буровими роботами.

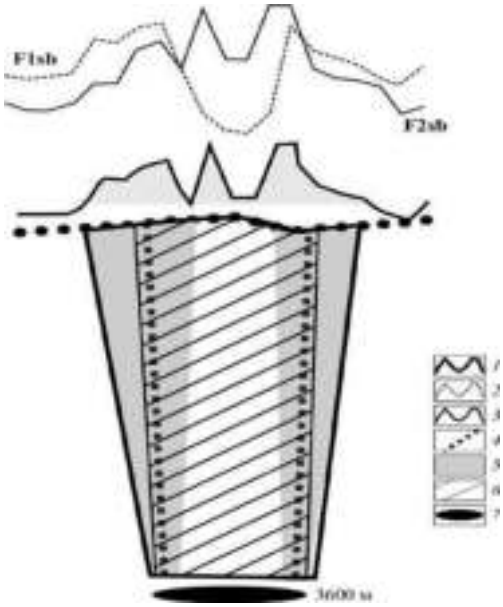


Рис. 2. Геолого-геохімічна модель Юліївського родовища в розрізі профілю № 3

Графіки: 1 – об'єднує позитивні значення інтегральних показників F1sb і F2sb; 2 – значень інтегрального показника F1sb; 3 – значень інтегрального показника F2sb; 4 – зона активної ефузії вуглеводнів. Накладені аномалії вуглеводнів: 5 – граничних; 6 – ненасичених. 7 – місце розміщення нафтогазового покладу

Отже, результати вивчення на родовищах-еталонах за спеціальними технологіями й методиками геохімічних особливостей двох приповерхневих геолого-геохімічних систем (ґрунтів і їх материнських порід; підґрунтової атмосфери) дають змогу зробити обґрунтовані висновки щодо застосування в умовах ДДЗ різних пошукових геохімічних методів на вуглеводні:

1) "Атмохімічний метод пошуків родовищ вуглеводнів за вільними підґрунтовими газами" в умовах активного протікання неконтрольованих біохімічних процесів, особливо в чорноземній зоні, нездатний надати потрібну прогнозно-пошукову інформацію про реальну нафтогазоносність територій і продуктивність її окремих структур. У цьому криється відповідь на причину низької ефективності цього геохімічного пошукового методу, який і донині окремі фахівці широко використовують в умовах України;

2) “Літохімічний метод пошуків родовищ нафти й газу за рухомими формами хімічних елементів (накладеними аномаліями металів)” має обмежені можливості й може бути застосованим лише в разі використаня природних сорбентів з вищими сорбційними властивостями, ніж залізо-марганцеві новоутворення, а також застосування чутливіших і точніших аналітичних методів досліджень хімічних елементів натомість спектрального аналізу. Це підтвердили пізніші роботи ІГЕПД під час використаня плазмено-спектрометричного аналітичного комплексу, який дає змогу з високою чутливістю й точністю аналізувати до 65 хімічних елементів.

3) “Метод пошуків родовищ нафти й газу за накладеними аномаліями вуглеводнів” є найефективнішим з відомих геохімічних прогнозно-пошукових методів на поклади вуглеводнів. Він здатний успішно вести пошуки в нафтогазоносних районах України, виявляти й оцінювати продуктивні структури, а в їхніх межах визначати місце розміщення нафтогазових покладів, їхні границі, розміри, морфоструктурні й геохімічні властивості.

Приклад практичного використання “Методу пошуків родовищ нафти й газу за накладеними аномаліями вуглеводнів”

Наведені нижче результати дослідження Наріжнянської площі ДДЗ (104 км^2) наочно показують високу ефективність цього геохімічного пошукового методу в умовах ДДЗ та інших нафтогазоносних районів України. Ця пошукова ділянка розміщється на північному борті ДДЗ. На півночі до неї примикає Юліївське газоконденсатне родовище. У межах цієї площі розміщення Наріжнянсько-Огульцівська зона антиклінальних структур, що являє собою ланцюжок малоамплітудних напівзамкнутих складок (Наріжнянську, Рогівську, Шилівську, Бурівську).

На рис. 3 показана прогнозно-геохімічна модель Наріжнянської площі, яка складена за результатами картування мережі 500×250 м сорбованих ґрунтами і їхніми материнськими породами вуглеводнів C_1-C_4.

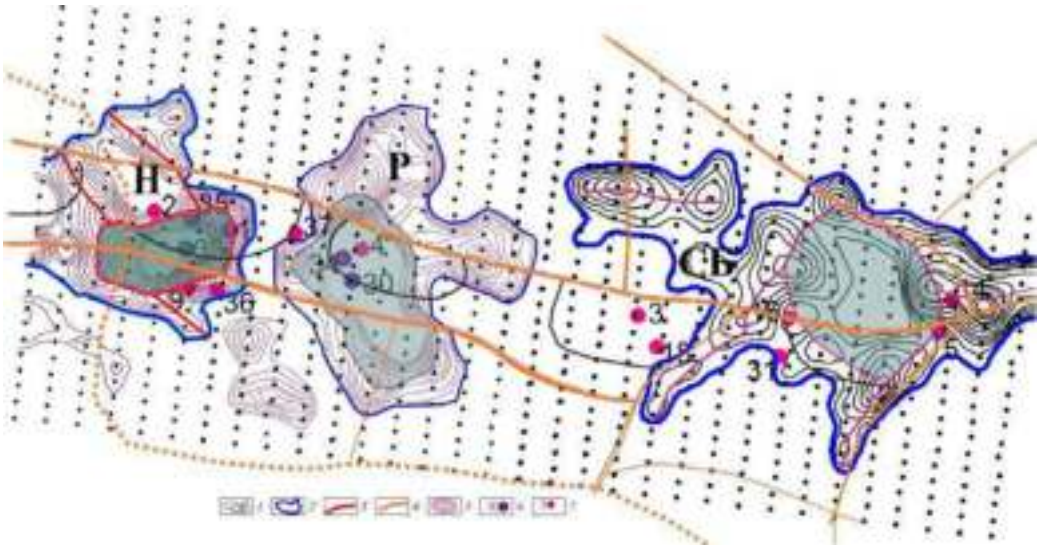


Рис. 3. Прогнозно-геохімічна модель Наріжнянської площі ДДЗ

Структури: Н – Наріжнянска, Р – Рогівська, СБ – Північно-Бурівська. 1 – накладені аномалії сорбованих ґрунтами вуглеводнів від C_1 до C_4, які виділені за допомогою показника F1ug; 2 – границі накладених ореолів розсіювання вуглеводнів на рівні денної поверхні; 3 – розривні порушення, встановлені за геохімічними ознаками, на рівні денної поверхні; 4 – розривні порушення, встановлені геолого-геофізичними дослідженнями, на глибинах продуктивних горизонтів (3,5–4,0 км); 5 – прогнозовані за результатами геохімічних досліджень нафтогазові поклади; 6–7 – свердловини: 6 – продуктивні; 7 – непродуктивні

Три великі накладені вуглеводневі аномалії кільцевої будови ми виділили за допомогою інтегрального показника F1ug. В їхній будові беруть участь, з різними навантаженнями, вуглеводні від C_1 до C_4. За геохімічними і морфологічними ознаками вони відповідають продуктивним структурам блокового типу, в яких частково розміщені відомі антикліналі – Наріжнянська, Рогівська і Бурівська.

У межах цих структур на прогнозно-геохімічній моделі показані прогнозовані місця розміщення газоконденсатних покладів, їхні границі і розміри, які мають відповідно 2,2, 4,7 і 4,4 км^2. Результати прогнозу підтверджені буровими роботами. На рис. 3 видно, що всі продуктивні свердловини розміщуються в контурах прогнозованих покладів, а “сухі” – за їхніми межами.

УДК 553.001.13 (477)

КОНЦЕПТУАЛЬНІ НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ РЕФОРМУВАННЯ ГАЛУЗІ ГЕОЛОГІЇ ТА НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ

***М. В. Жикаляк*[1]**
1 – д-р економ. наук, канд. геол. наук, ДРГП "Донецькгеологія", м. Бахмут, Україна, dongeo@ukr.net
На основі детального аналізу реального стану та оцінки потенційної вартості вітчизняної мінерально-сировинної бази відповідно до сучасних тенденцій сталого розвитку базових галузей промисловості обґрунтовано концептуальні напрями та організаційні заходи реформування галузі геології і надрокористування в Україні.

CONCEPTUAL DIRECTIONS TO IMPROVE THE OVERHAULING MECHANISM OF THE FIELD OF GEOLOGY AND NATURAL RESOURCES MANAGEMENT IN UKRAINE

***M. V. Zhykalyak*[1]**
1 – Doctor of Economics, Candidate of Geological Sciences, SRGE "Donetskgeologiya", Bakhmut City, Ukraine, dongeo@ukr.net
On the basis of a detailed analysis of the real state and estimation of the potential value of the domestic mineral resource base in accordance with the current trends of sustainable development of the basic industries, the conceptual directions and organizational measures for the reform of the field of geology and natural resources management in Ukraine are grounded.

Вступ

У зв'язку із кардинальними змінами, які відбулися у національній економіці в умовах поетапної інтеграції України у світове ринкове середовище, особливо визначальної актуальності набуває проблема реальної кон'юнктури вітчизняної мінерально-сировинної бази і необхідність суттєвого її удосконалення з метою забезпечення перспективного функціонування основних галузей промисловості та сталого розвитку мінерально-сировинного комплексу в цілому. Реалізація інноваційних заходів щодо реформування і трансформації мінерально-сировинної бази держави на основі вартісної оцінки родовищ корисних копалин і ділянок надр і обґрунтування ефективного нормативно-правового забезпечення надрокористування дозволить суттєво удосконалити державне регулювання геологорозвідки та гірничовидобувної діяльності у відповідності з європейськими принципами і стандартами, а використання науково обґрунтованої концепції оподаткування гірничої ренти сприятиме оптимізації системи справляння та адміністрування податків за використання надр для видобування корисних копалин.

У цілому метою сталого розвитку вітчизняної мінерально-сировинної бази повинно стати забезпечення перспективних потреб національного господарства у мінеральній сировині на довгострокову перспективу, а також організація збалансованого і комплексного використання та відтворення мінерально-сировинних ресурсів в інтересах нинішнього і майбутніх поколінь громадян України.

Стан мінерально-сировинної бази України тапроблеми її реформування і удосконалення

Україна належить до регіонів світу з високим рівнем геологічної вивченості території, значної насиченості мінеральними ресурсами і великими обсягами їх видобування та використання для сталого функціонування і розвитку вітчизняної промисловості. В її надрах виявлено близько 20 000 родовищ і проявів біля 200 різновидів корисних копалин, з яких 96 видів мають промислове значення й обліковуються Державним балансом запасів у складі розвіданих 7 667 родовищ [1]. Однак кількісні показники мінерально-сировинної скарбниці України не зовсім об'єктивно відображають реальний стан, ліквідність та перспективи використання розвіданих мінеральних ресурсів, оскільки вітчизняною промисловістю освоєно усього 3 295 родовищ корисних копалин. Тобто у резерві в Україні знаходиться 58,3 % розвіданих родовищ, здебільшого загальнопоширених місцевого значення або з невизначеними перспективами щодо доцільності їх промислового освоєння у відповідності із сучасними техніко-технологічними, кон'юнктурними, соціально-економічними або природоохоронними вимогами і умовами.

Чому ж тоді стільки неліквідних розвіданих родовищ корисних копалин в Україні облікується у Державному балансі запасів? Для порівняння станом на початок 2009 року Державним балансом запасів Росії на території у 28 разів більшою за територію України було враховано 12 245 родовищ 65 видів корисних копалин, у тому числі по твердим корисним копалинам 7 425 родовищ, з яких в експлуатації знаходилося 1 909 (38 %) родовищ [4].

Можливо чиновникам від геології та ДНВП "Геоінформ" з метою пошуку корупційної ренти та сприяння віртуальній (тіньовій) діяльності приватних фірм і компаній вигідно розпоряджатися мінерально-сировинним

потенціалом, неліквідним за сучасними техніко-економічними вимогами? Однак це зовсім не відповідає умовам ринкової економіки та задекларованим Україною європейським принципам і цінностям!

Безумовно, таке не державницьке відношення до актуалізації облікованих у Державному балансі об'єктів і запасів корисних копалин, значною мірою, зумовлене тим, що становлення та розвиток мінерально-сировинної бази України до 1991 року визначалися, головним чином, специфікою базових галузей республіканської економіки як невід'ємної складової мінерально-сировинного комплексу колишнього Радянського Союзу. При цьому тривале інтенсивне використання надр в основних гірничо-видобувних регіонах Донбасу, Дніпровсько-Донецької западини, Кривбасу та Прикарпаття призвело до виснаження високоліквідної мінеральної сировини, накопичення негативних екологічних наслідків гірничовидобувної і переробної промисловості, істотного фізичного і морального зношення вугільної, гірничо-металургійної та гірничо-хімічної галузей, ламання і руйнування усталених стереотипів управління національною економікою в умовах відсутності випереджувальних реформ або хоча б ефективної реструктуризації. Тому навколо реформування Державної служби геології та надр України і намірів щодо удосконалення державного регулювання надрокористування та гірничої діяльності в державі більше розмов, інсинуацій і скандалів, ніж реальних ефективних заходів, не кажучи вже про очікувані позитивні результати.

Знищення за останні 10 років вітчизняної системи сталого прирощення запасів корисних копалин для компенсації видобутих, із доведенням до кризового стану геологічної галузі, зумовили знаходження в реальному мінерально-сировинному комплексі 10 % великих родовищ, які забезпечують 51 % усього обсягу видобування корисних копалин, близько 27 % середніх родовищ із 24 % видобутку та понад 63 % малих, на які припадає лише 25 % від загального обсягу видобутку мінеральної сировини. Практично не розвідуються і не освоюються нові інноваційно-знакові родовища, а у зв'язку із захопленням Російською Федерацією Криму і тривалою не контрольованістю органами державної влади України чималої частини Донбасу, Азовського моря і глибоководного шельфу Чорного моря економіка держави втратила від 25 до 50 % обсягів видобутку і реалізації високоліквідної продукції видобувної та переробної промисловості.

В умовах переважаючого олігополітичного, напівтіньового або рейдерського ринкового реформування надрокористування на протязі останніх 15 років держава випустила із рук стратегічне управління та економічно збалансоване державне регулювання вітчизняним мінерально-сировинним комплексом. Це зумовило деградацію національного природно-ресурсного потенціалу на шкоду енергетичній, економічній та екологічній безпеці України і призвело до значного зростання обсягів незаконного і тіньового видобування корисних копалин загальнодержавного значення, катастрофічного не забезпечення компенсаційного відтворення (прирощення) мінеральної сировини в надрах та розвалу сформованої на протязі століття Державної геологічної служби в цілому.

Навіть після встановлення Міністерством екології та природних ресурсів України повного контролю над функціонуванням Держгеонадр замість подолання інерційного тренду у розвитку вітчизняної мінерально-сировинної бази державне фінансування ключової галузі економіки здійснюється за залишковим принципом в обсягах біля 8 % від передбачених Загальнодержавною програмою-2030 показників, а інвестиційні перспективи блокуються не погодженням Міністерством абсолютної більшості перспективних об'єктів у процесі розгляду матеріалів щодо отримання спецдозволів на користування надрами за формальними чинниками або у зв'язку із неякісним опрацюванням матеріалів ДНВП "Геоінформ". Разом з тим у Мінекоресурсів України можуть успішно проходити екологічну експертизу та погодження надрокористування ділянки, які не обліковані в якості проявів корисних копалин (Яблунівська ділянка вогнетривких глин верхнього тріасу в Костянтинівському районі Донецької області) – частково засаджена сосною, є резервним лісовим фондом і знаходиться у другому і третьому санітарному поясі Олександро-Калинівської ділянки Калинівського родовища прісних підземних вод.

Недосконале надроресурсне законодавство, невизначеність або розмитість відповідальності держави та спеціально уповноважених державних органів за не підтвердженість інформації про кількісну і якісну оцінку запасів корисних копалин, в умовах відсутності специфікації права власності на них у надрах, не сприяють ефективній інноваційній господарській діяльності інвесторів і надрокористувачів щодо геологічної розвідки та освоєння нових родовищ і нових видів мінеральної сировини. Натомість від Державної служби геології та надр України постійно вимагається виставляти не електронний аукціон родовища і ділянки, геологічне вивчення та геолого-економічна оцінка запасів корисних копалин яких у минулі роки проводилася за застарілими методиками, а наявна геологічна, технологічна й економічна інформація про них є недостатньою для повноцінної реальної оцінки доцільності експлуатації цих родовищ у ринкових умовах і прийняття інвесторами позитивних комплексно обґрунтованих рішень.

З метою створення сприятливих умов для залучення інвестицій та прискорення економічного зростання Президент України Петро Порошенко 2 березня поточного року підписав новий Закон України "Про приватизацію державного і комунального майна" № 7 066, який Верховна Рада прийняла 18 січня 2018 року.

На виконання цього закону Міністерство економічного розвитку і торгівлі України визначило ряд підприємств і установ, які входять до сфери управління Державної служби геології та надр України, та не є об'єктами приватизації у зв'язку із стратегічним їх значенням для держави: ДНВП "Геоінформ", ДКЗ України, Український Державний геологорозвідувальний інститут (УкрДГРІ), КП "Південукргеологія", ДРГП "Причорномор", ДП "Українська геологічна компанія" і ДГП "Укргеофізика".

Прийняття нового Закону України про приватизацію є обов'язковою умовою продовження співпраці України з МВФ, а його реалізація повинна забезпечити залучення інвесторів у збиткові державні підприємства і

знизити рівень корупції в державному секторі економіки. Тоді чому і на якій підставі до об'єктів приватизації в системі Держгеонадр України **не внесені** такі реально збиткові або системно проблемні державні геологічні підприємства як КП "Південукргеологія" (борги більше 20 млн грн.), ДРГП "Причорномор" (борги, застава майна), ДП "Українська геологічна компанія" (застава майна), а ДРГП "Донецькгеологія" – стабільно прибутково працююче на підконтрольній Україні території Донбасу стратегічне підприємство із 98-річною історією діяльності включене до переліку приватизаційних об'єктів? І чому виконання геологорозвідувальних, геофізичних і сейсморозвідувальних робіт, які уже давно виконуються приватними компаніями і фірмами, для КП "Південукргеологія", ДРГП "Причорномор", ДП "Українська геологічна компанія" і ДГП "Укргеофізика" стали обґрунтуванням їх стратегічного статусу?

Необхідно також відмітити, що згідно п. 1 ст. 4 Закону України "Про приватизацію державного і комунального майна" до об'єктів приватизації належать усі об'єкти права державної і комунальної власності, крім тих, приватизація яких прямо заборонена цим Законом та іншими законами України. Тобто право ДРГП "Донецькгеологія" як об'єкта державної власності, що не підлягає приватизації захищене ст. 1 і додатком 1 Закону України "Про перелік об'єктів права державної власності, що не підлягають приватизації" № 847-14 в редакції від 02.06.2016 № 1409-VIII, чинність якого не відмінена і не може відмінятися новим законом про приватизацію. Крім того значна частина державного майна, балансоутримувачем якого є ДРГП "Донецькгеологія", використовується для забезпечення діяльності Апеляційного суду Донецької області, Військової прокуратури, юридичного управління Донецької області та обласної прокуратури для представництва інтересів держави в суді в умовах військової операції (АТО). На балансі цілісного майнового комплексу ДРГП "Донецькгеологія" знаходиться Геологічний музей як частина Музейного фонду України і захисні споруди цивільного захисту, які в системі Держгеонадр України є ще тільки на балансі УкрДГРІ.

Таким чином, передбачені для реалізації нового закону про приватизацію заходи в галузі геології та надр України, не відповідають концепції фінансового оздоровлення державного сектору економіки та основній меті і принципам приватизації, перш за все, збиткових і проблемних державних підприємств для прискорення економічного зростання та залучення іноземних і внутрішніх інвестицій.

Щодо вартісної оцінки мінерально-сировинного потенціалу України

Сучасна ринкова оцінка мінерально-сировинного потенціалу України повинна здійснюватися з використанням інноваційно-інвестиційних принципів структурування та геолого-економічного логістичного районування території країни і гірничо-видобувних регіонів на основі складання інтерактивних цифрових геолого-економічних карт видобувної цінності окремих видів корисних копалин і ділянок надр в цілому. У процесі геолого-економічного аналізу вітчизняної мінерально-сировинної бази на рівні родовищ корисних копалин і ділянок надр в якості вартісної оцінки повинна прийматися не валова оцінка мінеральної сировини в надрах, а видобувна цінність – цінність потенційно видобувних обсягів корисних копалин, видобуток яких є нормативно рентабельним і потенційно-видобувні запаси відповідають не менше ніж 20–25-річній перспективі споживання.

Перехід на вартісну оцінку реального мінерально-сировинного потенціалу України дозволить виявити нові елементи і чинники структурування мінерально-сировинного комплексу, уточнити геолого-економічне районування території держави і окремих регіонів, обґрунтувати або суттєво деталізувати центри економічного зростання для реалізації ресурсно-інноваційного шляху освоєння вітчизняної мінерально-сировинної бази на період до 2030 року, а з урахуванням півстолітнього досвіду європейських країн щодо запровадження рентного надрокористування та державного регулювання гірничої ренти і на подальшу перспективу (рис. 1).

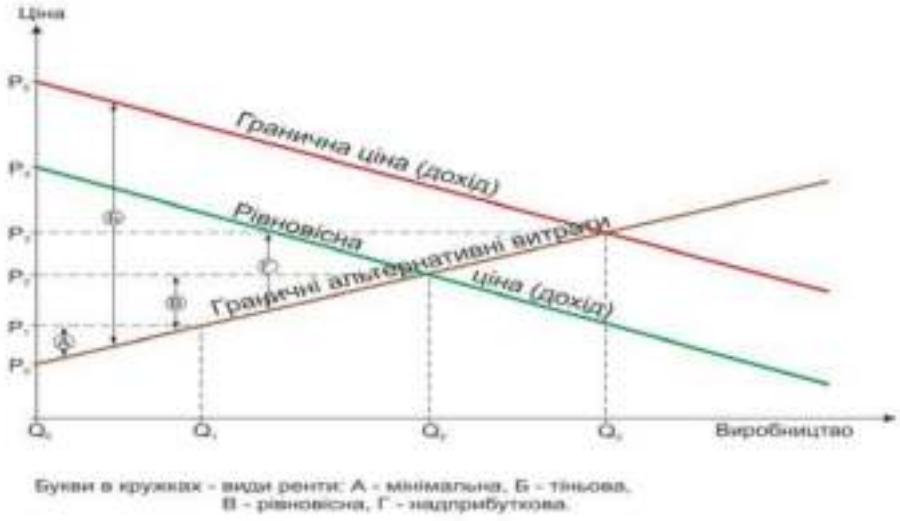


Рис. 1. Рента при видобуванні корисних копалин

Попередній аналіз інноваційно-інвестиційного потенціалу мінерально-сировинної скарбниці держави, стан основних фондів і технологічних процесів у видобувній та переробній промисловості переконливо доводить, що вітчизняний мінерально-сировинний комплекс на довгострокову перспективу є і буде однією із найважливіших передумов стабілізації, сталого розвитку та поетапного входження України у європейську і світову ринкову економіку. При цьому найважливішою метою мінерально-сировинної політики України на період до 2030 року повинно стати забезпечення раціонального й ефективного використання високоліквідного й інноваційно-інвестиційно привабливого мінерально-сировинного потенціалу з метою стабілізації та модернізації вітчизняної промисловості для забезпечення поточних і перспективних потреб економіки держави та експорту. Вона також повинна обґрунтувати здійснення принципових структурних перетворень та системних заходів, унеможливлюючих незаконний тіньовий видобуток корисних копалин і неефективне ресурсомарнотратне надрокористування, створення дієвих економіко-правових і методологічних механізмів щодо геологічного вивчення, раціонального використання, охорони та відтворення (прирощення у надрах) мінеральних ресурсів, включаючи державну підтримку нових ефективних методів і способів вивчення, прогнозування, моніторингу геологічного середовища і довкілля із впровадженням взаємопов'язаних систем кадастрів на основі цифрових інтерактивних геоінформаційних систем.

Першочерговою стратегічною метою державної політики у сфері відтворення (прирощення в надрах), раціонального використання й охорони мінеральних ресурсів на період до 2030 року і подальшу перспективу повинно стати досягнення оптимальних рівнів прирощення у надрах запасів базових і стратегічних видів корисних копалин, не виснажуючи регіональне і збалансоване споживання мінеральної сировини та охорона усього комплексу природних багатств, направлене на підвищення соціально-економічного потенціалу країни, якості життя українського народу, реалізацію прав ниньошнього та майбутніх поколінь на користування вітчизняним природно-ресурсним потенціалом і сприятливе оточуюче середовище проживання [3, 5]. Одночасно дотримання національної енергетичної та економічної безпеки України обумовлює посилену економію не відновлюваної мінеральної сировини, матеріалів, енергії та енергоресурсів на усіх стадіях промислового виробництва і споживання.

З метою своєчасного прогнозування та попередження негативних явищ і екстерналій в умовах недосконалих ринкових відносин планування та реалізацію заходів щодо сталого розвитку мінерально-сировинної бази і надрокористування в Україні доцільно здійснювати у дві взаємопов'язані стадії – оперативних системних дій та стратегічних розробок. Необхідно також забезпечити формування ефективної системи органів державного управління у сфері надрокористування із поєднанням адміністративних і економічних методів державного регулювання, чіткою координацією та розмежуванням сфер їх діяльності для зниження рівні опортунізму, пошуку ренти та корупції, а також удосконалити правову базу для стимулювання інноваційних та інвестиційних процесів.

Визначення вартості видобувних запасів корисних копалин з урахуванням техніко-економічних розрахунків (показників) і суми капітальних вкладень в експлуатацію або використання питомих капітальних вкладень в освоєння родовищ корисних копалин дозволить обґрунтувати інвестиційну ємність мінерально-сировинного потенціалу ділянок надр, родовищ, гірничо-видобувних регіонів, басейнів і країни в цілому.

Інноваційно-інвестиційний шлях освоєння вітчизняної мінерально-сировинної бази на основі обґрунтування галузево-збалансованих центрів економічного зростання передбачає тісну співпрацю держави, бізнесу і громади у межах мінерагенічно-спеціалізованих зближених родовищ (груп родовищ) у створенні магістральних, транспортних і енергетичних мереж (держава) та виробничої і соціальної сфери (бізнес). У свою чергу, виділення **інноваційно-інвестиційних центрів економічного зростання** в умовах інтеграції мінерально-сировинного комплексу України і базових галузей промисловості в європейську і світову систему економічних відносин, набуває особливого стратегічного значення у створенні конкурентних переваг власних родовищ корисних копалин для сталого функціонування переробної промисловості та забезпечення соціально-економічного розвитку регіонів.

Організаційні заходи та нормативно-правове забезпечення системного реформування галузі геології та надрокористування

Практично в усіх провладних пропозиціях, пропозиціях олігополітичних угрупувань, регіональних еліт і младореформаторів від контрольованої громадськості щодо реформування в Україні галузі геології та надрокористування простежується одна загальна риса – модернізувати Кодекс України "Про надра", чинне надроресурсне законодавство і дозвольну систему з надання надр у користування під свої бізнес-інтереси або розширення рентоорієнтованих функцій і повноважень, а не з метою удосконалення державного регулювання надрокористування та підвищення його інноваційно-інвестиційної складової. Однак зараз в умовах затяжної соціально-економічної кризи, розбалансованості банківської системи і суттєвого погіршення реальних базових показників національної економіки, коли сировинний потенціал відновлюваного збільшення внутрішнього валового продукту (ВВП) практично вичерпано, стабілізація економічного спаду і поступовий розвиток вітчизняної промисловості неможливі без радикальної технологічної реконструкції, перш за все, паливно-енергетичного та гірничо-металургійного комплексів і поетапного переходу національної економіки від експортно-сировинної до ресурсно-інноваційної стратегії розвитку. Диверсифікація вітчизняної промисловості

повинна базуватися як на використанні розвинутого гірничо-металургійного комплексу із значними запасами залізних і марганцевих руд, графіту, нікелю, кобальту, титану і хрому, так і на основі освоєння перспективних покладів кольорових металів, берилія, ванадія, вольфраму, літія і цирконія, танталових та тантал-ніобієвих руд і рідкісно-земельних елементів ітрієвої та церієвої груп.

Основні напрями інноваційної реструктуризації вітчизняної мінерально-сировинної бази передбачають запровадження принципово нової методики оцінки освоєних і резервних родовищ у відповідності з реальним станом гірничовидобувної та переробної галузей промисловості, адаптованими до ринкових умов оціночними параметрами та стандартами і європейським досвідом уніфікації та реформування мінерально-сировинної бази країн – нових членів Європейського Союзу.

Формування конкурентоспроможної мінерально-сировинної бази та інтерактивної достовірної інформації про родовища і перспективні прояви корисних копалин, які б відповідали сучасним вимогам інвесторів, неможливе без переоцінки і вилучення із Державного балансу неліквідних запасів шляхом переведення у позабалансовий галузевий облік нерентабельних родовищ загальнопоширених корисних копалин, некондиційних і неекологічних запасів мінеральної сировини з метою концентрації гірничовидобувної діяльності на високотехнологічних і ліквідних запасах із найбільш сприятливими гірничо-геологічними, техніко-економічними та екологічними умовами. Це дозволить оцінити реальний стан використання і перспективи розвитку мінерально-сировинної бази основних галузей видобувної та переробної промисловості в цілому і за гірничопромисловими регіонами та територіальними центрами соціально-економічного зростання. Урахування при цьому гірничо-геологічних, техніко-технологічних, економічних, екологічних і регіональних чинників дозволить визначити ринкову цінність мінеральної сировини із виділенням високоліквідних, високотехнологічних, технологічних, ліквідних, сприятливих, рентабельних, умовно рентабельних, нерентабельних і несприятливих родовищ і ділянок корисних копалин, а також обґрунтувати нову структуру Державного балансу запасів корисних копалин для більш надійного прогнозування попиту і пропозицій в основних секторах споживання, визначення інноваційно-інвестиційних перспектив та експортного потенціалу. Некондиційні за умовами експлуатації або залишені за гірничо-геологічними умовами в надрах запаси корисних копалин доцільно вилучати із Державного балансу запасів і ставити на Галузевий облік регіональних геологічних підприємств і ДНВП "Геоінформ".

У відповідності з абзацом 3 п. 2 ст. 4 Закону України "Про приватизацію державного і комунального майна" № 2269-VIII приватизація корисних копалин загальнодержавного значення заборонена. Безумовно, стосовно запасів корисних копалин загальнодержавного значення, які розвідані за рахунок бюджетних і державних коштів, така норма є абсолютно обґрунтованою та справедливою. Однак як не можуть бути у приватній власності запаси корисних копалин, розвіданих за рахунок приватних або інших недержавних інвестиційних коштів, права на видобування і використання яких закріплені виданими спецдозволами на надрокористування?

На які інновації та інвестиції у галузі геології і надрокористування можна розраховувати, якщо розвідані за недержавні інвестиційні кошти запаси корисних копалин будуть залишатися не у приватній чи корпоративній власності надрокористувача-інвестора, а у державній власності?

Права власності на розвідані за рахунок недержавних коштів запаси корисних копалин у надрах необхідні інвестору-надрокористувачу для включення їх в активи видобувного підприємства, отримання банківських кредитів, випуску акцій та як засіб забезпечення зобов'язань при залученні капітальних ресурсів.

Експлуатація родовищ корисних копалин із достатньо позитивним рівнем гірничої ренти, обумовленої сприятливими геологічними, техніко-економічними, виробничо-інфраструктурними і екологічними чинниками є головним орієнтиром і гарантом інноваційно-інвестиційного розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року і подальшу перспективу. У свою чергу визначення економічного прибутку (ренти) у гірничовидобувній промисловості здійснюється в процесі геолого-економічної (техніко-економічної) оцінки родовищ за наступними характеристиками і параметрами [3, 5, 6]:

– кількість і категорійність запасів корисних копалин;
– геометричні параметри і якість мінеральної сировини;
– гірничо-геологічні умови експлуатації родовищ;
– техніко-технологічні особливості експлуатації родовищ;
– географо-економічні та інфраструктурні умови експлуатації родовищ;
– соціально-економічні чинники і екологічні екстерналії експлуатації родовищ корисних копалин.

Нормативно-методична та експертна апробація геолого-економічної оцінки родовищ і затвердження рентабельних запасів корисних копалин виконується Державною комісією по запасах України за геологічною вивченістю, вірогідністю та підготовленістю запасів корисних копалин з урахуванням техніко-технологічних, економічних і екологічних чинників. Тому функціонування ДКЗ України в умовах загальнодержавної власності на надра є одним із обов'язкових і найбільш дієвих засобів державного регулювання надрокористування, а функціональна діяльність ДКЗ як спеціально уповноваженого компетентного державного органу забезпечує ресурсне управління раціональним розвитком і ефективним використанням вітчизняного мінерально-сировинного комплексу у відповідності із довгостроковою державною стратегією, середньо- довгостроковими галузевими програмами та інноваційно-інвестиційними перспективами.

Крім того специфікація прав власності на розвідані запаси корисних копалин у надрах у процесі оформлення спецдозволу на користування надрами (чи Державного Акта на надра) і набуття

надрокористувачами прав власності на запаси як на мінеральну сировину із доцільністю видачі Сертифіката прав власності на них як на нерухомість, можливі тільки на основі комплексної геолого-економічної оцінки розвіданих запасів корисних копалин у ДКЗ України і визначення величини гірничої ренти інвестора – пропорційно недержавному інвестиційному забезпеченню пошуково-розвідувальних робіт та згідно із ліцензійними умовами надрокористування. Однак функціональна діяльність ДКЗ України як спеціально уповноваженого компетентного державного органу повинна здійснюватися не на комерційних принципах оцінки вартості послуг з геолого-економічної апробації та експертизи запасів корисних копалин, а на затверджених Кабінетом Міністрів України державних розцінках і тарифах й оптимальною кількістю експертів на одне родовище з урахуванням його складності та виду мінеральної сировини.

Розвідані запаси корисних копалин у надрах у залежності від джерела фінансування геологорозвідувальних робіт на конкретному родовищі (державного, приватного чи корпоративного), чинного нормативно-правового регулювання надрокористування та соціально-економічного режиму країни можуть знаходитися у державній, приватній, корпоративній (акціонерній) або змішаній у формі державно-приватного партнерства власності. Однак, незалежно від того у чиїй власності будуть знаходитися розвідані мінеральні ресурси, держава повинна регулювати процес від геологічної розвідки, затвердження запасів корисних копалин, освоєння родовищ, видобування та використання мінеральної сировини, діючи в інтересах суспільства в цілому та окремих власників для забезпечення балансу інтересів і мінімалізації негативних наслідків гірничовидобувної діяльності.

Збалансовані організаційні заходи щодо удосконалення державного регулювання та нормативно-правового забезпечення системного реформування галузі геології та надрокористування повинні охоплювати усі напрями і складові від геологічного вивчення надр, розвідки і підготовки до промислового освоєння родовищ корисних копалин, надання прав на їх видобування та використання на конкурсній основі до оптимізації системи оподаткування використання надр у залежності від величини гірничої ренти з метою забезпечення ефективного відтворення мінерально-сировинної бази згідно довгострокового прогнозування рівнів споживання основних видів мінеральної сировини та сприяння екологічній реабілітації гірничовидобувних регіонів.

Перш за все, необхідно реформувати інституційну базу, пов'язану з державним регулюванням і наданням надр у користування для видобування корисних копалин. Тому, на відміну від діючого порядку, у системі Державної служби геології та надр України необхідно створити **Департамент Державного кадастру надр (Держнадракадастр)** України із закріпленням за ним функцій діяти від імені держави щодо розгляду заяв і матеріалів та оформлення, видачу, припинення або анулювання спецдозволів на користування надрами, обов'язково замінивши їх на **Державний Акт на надра** (за аналогією з Державним Актом на землю). При цьому вплив Міністерства екології та природних ресурсів України доцільно обмежити тільки аналізом природоохоронних документів, експертиз і заходів без контролюючої та блокуючої участі у роботі Департаменту Держнадракадастру України в процесі прийняття рішення щодо видачі Спецдозволу на надрокористування чи Державного Акта на надра у майбутньому.

Необхідно також удосконалити діючі нормативно-правові акти з метою чіткої визначеності і захисту прав власності на неї держави та інвесторів-надрокористувачів, гарантування геологорозвідувальним підприємствам авторського права на геологічні звіти як на інтелектуальну власність, уточнити порядок розпорядження, передачі або продажу іншим суб'єктам різних категорій користувачів геологічної інформації у відповідності з міжнародними нормами і стандартами. При цьому обов'язково урахувати, що геологічна інформація, вироблена на стадії регіональних геологічних досліджень є безплатним суспільним товаром, який виробляється державою або держава фінансує його виробництво, а геологічна інформація, що виробляється на стадії пошуку і розвідки родовищ корисних копалин має властивості ринкового товару, але з певною долею суспільного товару у залежності від обсягу фінансування його виробництва державою.

Ефективному реформуванню надрокористування сприятиме удосконалення системи рентного оподаткування видобутку корисних копалин у залежності від величини гірничої ренти – вартості видобутої мінеральної сировини без урахування витрат на її постачання споживачу, а не використання вартості видобутку одиниці корисної копалини як це справляється зараз [3], а також правове визначення незаконного і тіньового видобутку корисних копалин загальнодержавного значення в якості крадіжок державного майна в особливо великих розмірах за фактом правочину.

Для сприяння інноваційно-інвестиційної діяльності державних геологорозвідувальних підприємств Держгеонадр України і формування ринкових відносин у сфері геологічного вивчення надр і геологорозвідки не доводити штучно їх до банкрутства і приватизації, а законодавчо забезпечити можливість отримання прибутків від геологорозвідувальних робіт і розвіданих запасів корисних копалин, гарантування авторського права на геологічні звіти, прискорена амортизація основних засобів і технологій, надання інвестиційних податкових канікул і банківських кредитів геологорозвідувальним підприємствам, які виконують пошук і розвідку родовищ корисних копалин на свій ризик тощо. Крім того досягненню значних позитивних ефектів сприятиме впровадження програмно-цільового методу реформування бюджетного фінансування розвитку мінерально-сировинної бази України із забезпеченням прямого взаємозв'язку між розподілом бюджетних коштів, плановими і фактичними інноваційними геологічними результатами та їх використанням у відповідності із встановленими пріоритетами мінерально-сировинної державної політики.

Висновки

У наслідок інтенсивного довготривалого використання високоліквідних запасів корисних копалин загальнодержавного значення, не забезпечення на протязі тривалого часу компенсаційного їх прирощення (відтворення) у надрах, захоплення Російською Федерацією Криму і тривалої не контрольованості органами державної влади України старопромислового Донбасу, Азовського моря та Чорноморського глибоководного шельфу, необхідність комплексної геолого-економічної інвентаризації, сучасної вартісної переоцінки та реформування вітчизняної мінерально-сировинної бази є надзвичайно актуальним стратегічним завданням національного масштабу.

У сукупності з інноваційно-інвестиційними напрямами сталого функціонування розвинутого мінерально-сировинного комплексу можна зробити основний висновок, що у складних соціально-економічних і політичних умовах стратегія стабілізації та подальшого розвитку національної економіки на середньо-довгострокову перспективу повинна базуватися на ефективній мінерально-сировинній базі країни і створенні матеріально-технічної основи для виробництва високотехнологічної та високоліквідної мінерально-сировинної продукції.

Для підвищення ефективності виконання стратегічних завдань Загальнодержавної програми-2030 потрібно реалізувати викладені вище організаційні заходи щодо системного реформування галузі геології та надрокористування, а при визначенні соціально-економічної доцільності геологічного вивчення нових ділянок або розвідки й освоєння нових родовищ корисних копалин необхідно, перш за все, оцінювати геолого-економічну доцільність та обґрунтовані промислово-господарські потреби держави, базових галузей промисловості, традиційних гірничо-видобувних регіонів і центрів економічного зростання.

З метою стабілізації й сталого розвитку національної економіки в інтересах нинішнього та майбутніх поколінь українців ресурсно-інноваційне та екологічно ощадливе надрокористування в державі повинно стати надрокористуванням з божим благословенням, а не обслуговувати сумнівні бізнес-проекти олігополітичних, провладних і напівтіньових еліт або взаємопов’язаних посередницьких компаній.

ЛІТЕРАТУРА

1. Геологічній службі України – 100 років//Ювілейний довідник. – Київ.: Український державний геологорозвідувальний інститут, 2018. – С. 86–137.

2. Загальнодержавна програма розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року//Закон України від 21.04.2011. – № 3268-VI.

3. *Жикаляк Н. В.* Государственное регулирование рентных отношений в горной промышленности Украины: моногр//Н. В. Жикаляк; НАН Украины, Институт экономики промышленности. – Донецк, 2013. – 548 с.

4. Минерально-сырьевой потенциал надр России: состояние и направления его инновационнного использования. – Санкт-Петербург: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. – 39 с.

5. Реструктуризація мінерально-сировинної бази України та її інформаційне забезпечення. – К.: Наукова думка, 2007. – 347с.

6. *Рудько Г. І.* Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин/Г. І. Рудько, М. М. Курило, С. В. Родованов. – К.: АДЕФ. – Україна, 2011. – 384 с.

УДК 551.73 (552.57): (447.61/62)

ЗАСТОСУВАННЯ ЛУТУГІНСЬКОЇ МЕТОДИКИ В КАРТУВАННІ ТА КАРТОГРАФУВАННІ ВЕРХНЬОПАЛЕОЗОЙСЬКИХ ВІДКЛАДІВ ДДЗ ЯК ЧИННИК НАРОЩУВАННЯ МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ ВУГЛЕВОДНІВ

***М. В. Жикаляк*[1]**
1 – д-р економ. наук, канд. геол. наук, ДРГП "Донецькгеологія", м. Бахмут, Україна, dongeo@ukr.net

Верхньопалеозойські відклади північно-західних окраїн Донбасу і південно-східної частини ДДЗ є одним з найбільш вивчених і освоєних нафтогазоносних комплексів України. Для підвищення надійності стратифікації та кореляції верхньопалеозойських відкладів Дніпровсько-Донецької западини на прикладі північно-західних окраїн і південно-східної частини ДДЗ запропоновано під час картування домезозойської поверхні як стратиграфічний каркас використовувати світи і маркувальні вапняки Донбасу та біостратиграфічні зони ДДЗ. Це забезпечить значне підвищення інформативності структурно-тектонічних побудов верхнього і нижнього поверхів нафтогазоносних площ, дасть змогу суттєво уточнити особливості будови брахіантикліналей, солянокупольних структур і синклінальних прогинів та обґрунтувати комплексний вплив на формування сучасного структурного плану ДДЗ як давньокімерійського, так і альпійського тектогенезу.

APPLICATION OF LUTUHIN'S METHOD IN CHARTING AND MAPPING OF UPPER PALEOZOIC DEPOSITS OF THE DNIEPER-DONETS RIFT AS A FACTOR OF DEVELOPING OF RAW-MATERIALS BASE OF CARBOHYDRATES

***M. V. Zhykalyak*[1]**
1 – Doctor of Economics, Candidate of Geological Sciences, SRGE "Donetskgeologiya", Bakhmut City, Ukraine, dongeo@ukr.net

The Upper Paleozoic deposits of the north-western margin of Donbas and the south-eastern part of the Dnieper-Donets Rift are one of the most studied and developed oil and gas complexes in Ukraine. In order to improve the reliability of stratification and correlation of the Upper Paleozoic deposits of Dnieper-Donets Rift on the example of north-western margin and south-eastern part of Dnieper-Donets Rift it was offered during charting of pre-Mesozoic surface as a stratigraphic framework to use series and marking limestone of Donbass and biostratigraphic zones of the Dnieper-Donets Rift. This will provide a significant increase in the informativeness of structural and tectonic constructions of the upper and lower stages of oil and gas areas, will significantly clarify the peculiarities of the structure of brachianthiclines of salt-cavity structures and synclinal bowings and to substantiate the complex influence on the formation of the modern structural plan of the Dnieper-Donets Rift in ancient Kimmerian and Alpine tectogenesis.

Вступ

За останні 10–15 років у результаті буріння глибоких свердловин у різних структурно-фаціальних зонах Дніпровсько-Донецької западини та з використанням сучасних світових досягнень теорії і практики нафтогазової геології істотно змінилися уявлення про геологічну будову та вуглеводневі перспективи більшості регіонів ДДЗ, північних і північно-західних окраїн Донбасу та периферійних зон западини. При цьому найважливішими геологічними чинниками розміщення родовищ і найбільш достовірними критеріями прогнозування нових покладів нафти і газу є регіональні структурно-тектонічні умови, наявність сприятливих літолого-фаціальних і структурно-формаційних комплексів, глибинних і локальних приповерхневих розривних порушень, а також очікувані типи пасток, їх морфологія та закономірності формування і локалізації.

Тривалий час загальноприйнятим було уявлення про плавне занурення кристалічного фундаменту і мульдоподібне залягання в ДДЗ не тільки мезозойських, але й верхньопалеозойських відкладів, про первинно-древнє унаслідоване походження Шебелинської нафтогазоносної структури та про наявність у середині картамиської світи і між верхньокам'яновугільними та нижньопермськими відкладами стратиграфічної й кутової незгідності тощо. Тому з метою підвищення надійності стратиграфічного розчленування та кореляції кам'яновугільних і нижньопермських відкладів ДДЗ у різних структурно-фаціальних необхідно, перш за все, забезпечити картування та картографування в масштабі 1:200 000 домезозойської поверхні з використанням в якості маркуючих горизонтів світ і вапняків Донбасу та біостратиграфічних зон Дніпровсько-Донецької западини. Це забезпечить суттєве підвищення інформативності структурно-тектонічних побудов верхнього і нижнього поверхів нафтогазоносних площ, простеження субширотних та поперечних розривних порушень і дозволить суттєво уточнити особливості будови брахіантиклінальних і солянокупольних структур та синклінальних прогинів і комплексно обґрунтувати вплив на формування сучасного структурного плану і промислову нафтогазоносність ДДЗ як древньокімерійського, так і альпійського тектогенезу.

Палеотектонічна та парагенетична єдність стратиграфії верхньопалеозойських відкладів Донбасу і ДДЗ

Дніпровсько-Донецька западина і Донецька складчаста споруда у верхньому палеозої розвивалися як єдина геотектонічна структура – Доно-Дніпровський (Дніпровсько-Донецький) прогин, становленню і розвитку якого у девонському періоді передувало формування пізньоархейсько-ранньопротерозойської геосинкліналі та інтенсивна тектоно-магматична діяльність у середньому і пізньому протерозої:

Слободжанин – професор Петербурзького Гірничого інституту **Євграф Петрович Ковалевський (1792–1867 рр.)** уперше висловив припущення і підтвердив за результатами геологічних досліджень у 1827–1829 роках десятків родовищ корисних копалин і опорних виходів гірських порід на площі 18 000 кв. км, що кам'яновугільна товща не зникає в районі міст Бахмут і Лисичанськ, а простягається далі на захід і північний захід під покровом товщі порід більш молодшого віку. Є. П. Ковалевський обґрунтував також першу літолого-формаційну стратиграфічну схему від девонських до палеоген-неогенових відкладів і назвав безіменний кряж Дикого поля – **Донецьким вугільним басейном** та склав першу **геогностичну (геолого-формаційну)** карту Донбасу [4].

У подальшому поет і натхненний скульптор Донецького басейну – **Леонід Іванович Лутугін** і його послідовники усю 12 км товщу донецького карбону розчленували на три відділи, а кожний відділ на світи з використанням для індексації буквенно-цифрової номенклатури. Нижній відділ був розчленований на сім світ – C_1^1 – C_1^7 (зараз на чотири – C_1^1 – C_1^4), середній на шість – C_2^1 – C_2^6 (зараз на вісім – C_2^0 – C_2^7), а верхній на три – C_3^1 – C_3^3 (зараз також три – $C_{2\text{-}3}^1$, C_2^2, C_3^3). Для кожної світи (знизу вверх) присвоєна латинська буква: C_1^1 – A, C_1^2 – B, C_1^3 – C, $C_{1\text{-}2}^4$ – D, C_2^0 – E, C_2^1 – F, C_2^2 – G, C_2^3 – H, C_2^4 – I, C_2^5 – K, C_2^6 – L, C_2^7 – M, $C_{2\text{-}3}^1$ – N, C_3^2 – O і C_3^3 – P. При цьому граничні й внутрішньосвітні вапняки позначаються великими, а вугільні пласти – малими латинськими буквами [4, 8]. Облік, кореляція та індексація вапняків і вугільних пластів у кожній світі здійснюється знизу вверх з урахуванням особливостей ритмічності та циклічності відкладів. Вивчення, ідентифікація та кореляція вапняків, пісковиків і вугільних прошарків у розкритих розрізах карбону або доломітів і кам'яної солі у нижньопермських відкладах, а також точне нанесення на карту денної поверхні виходів і простеження найбільш характерних вапняків, доломітів, пісковиків, гіпсо-ангідриту та вугілля дозволяє виявляти диз'юнктивні порушення порід та вивчати структурні особливості верхньопалеозойських відкладів.

Створена на основі детального розчленування та кореляції кам'яновугільних відкладів Л. І. Лутугіним і лутугінцями "Детальна геологічна карта Донецького басейну" масштабу 1:42 000 не втратила свого значення до теперішнього часу. Лутугінський метод широко використовувався та використовується при проведенні як середньо-крупномасштабних геологічних зйомок Донбасу, так і при складанні детальних геолого-промислових карт шахтних полів і вугільних родовищ, а також при картуванні червонобарвних і карбонатно-хемогенних відкладів нижньої пермі. Крім того, за результатами крупномасштабного глибинного геологічного картування перспективних площ північно-західних окраїн Донбасу доведено, що і під значним покровом більш молодих відкладів з урахуванням комплексної інтерпретації геофізичних досліджень можна забезпечити складання геологічних карт домезозойських відкладів, які за своєю детальністю будуть наближатися до детальності аналогічних карт відкритого Донбасу.

Специфічною особливістю стратиграфії донецького карбону є співіснування, взаємозв'язок і співвідношення світного розчленування за лутугінською методикою, як частин відділів кам'яновугільної системи, що міцно укоренилася у Донбасі, та поярусної й по-горизонтної зональної схеми згідно із усталеними за палеонтологічними даними міжнародних стратиграфічних меж карбону південно-східної частини Дніпровсько-Донецької западини.

Нижньокам'яновугільна епоха у Донбасі та ДДЗ характеризується широким розвитком трансгресій морського басейну з поступовим його просуванням у північно-західному напрямі. Ритмічні коливання поверхні дна басейнів седиментації зумовили формування розрізу багатої гами ритмічно чергуючи фаціальних типів порід – від континентальних і субконтинентальних до морських. При цьому, уніфікована схема розчленування нижньокам'яновугільних відкладів ДДЗ добре корелюється із зонами, підзонами і світами Донбасу, а індексація основних маркуючи вапняків здебільшого співпадає із їх індексацією у Південному і Західному Донбасі.

Перехід від нижнього карбону до середнього у південно-східній частині ДДЗ, як і в Донбасі, літологічно простежується за появою у розрізах свердловин потужних пластів вапняків групи E_1 (світа C_2^0) і надійно стратифікується за характерними родами і видами форамініфер і брахіоподи, а верхня проводиться на подошві вапняка N_4 (раніше – про кровлі вапняка N_2) світи $C_{2\text{-}3}^1$ за масовим вимиранням середнокам'яновугільних форамініфер і багатьох видів фузулін та за появою родів Profusulinella і Quasifusulina [8]. У цілому розрізи середнього карбону представлені поліфаціальними згіднозалягаючими відкладами башкирського і московського ярусів, стратиграфічна межа між якими проводиться по вапняку K_3 (світа C_2^5) за зникненням архедисцид і появою та розквітом родів: Aljutovella, Eofusulina, Verella та інших [8].

Вапняки башкирського ярусу – малопотужні (1–2 м), але іноді досягають потужності до 5–10 м. Найбільш витриманими є вапняки E_3 – E_4, E_5 – E_6, E_8 – E_9 (світа C_2^0), F_1 і F_2 (світа C_2^1), G_1, G_2, G_3 (світа C_2^2) H_1, H_4, H_5, H_6 (світа C_2^3), I_1, I_2, I_3, I_4 (світа C_2^4), K_1 і K_2 (світа C_2^5), а L_4, L_6, L_7 (світа C_2^6), M_1, M_4, M_5 – M_6 (світа C_2^7) однак потужність вапняків L_1 (світа C_2^6) і M_{10} (світа C_2^7) може достягати 3–4 м.

Загальна потужність відкладів башкірського ярусу змінюється від 500–650 до 770–м, а московського – від 550–820 м на північних окраїнах Донбасу, зменшується до 550–320 м у північно-західному напрямі, досягаючи 400–490 м на південному борті ДДЗ та 1 020–1 200 м у розрізах північно-західних окраїн Донбасу [8].

Згідно залягаючи на середньокам'яновугільних верхньокам'яновугільні відклади на території південно-східної частини ДДЗ широко розвинуті та представлені у повному обсязі товщею пісковиків, алевролітів і аргілітів, що чергуються з проверстками вапняків та рідко вугілля. Відклади морських фацій у розрізі верхнього карбону відіграють дуже незначну роль у перехідній зоні між Донбасом і ДДЗ з переважанням прибрежно-континентальних строкатобарвних утворень у північно-західній та західній частинах ДДЗ. Загальна потужність відкладів верхнього карбону південно-східної частини ДДЗ закономірно збільшується від 250–500 м у бортових частинах до 1 300–1 400 м – в осьовій [8]. Основними маркуючими вапняками є пласти і прошарки N_4, N_5 (світа $C_{2\text{-}3}^1$), O_1, O_2, O_4^1, O_5, O_6, O_7 (світа C_3^2) і P_1, P_2, P_3, P_4, P_5^0 (світа C_3^3).

На території східної частини ДДЗ зональна схема верхньокам'яновугільних відкладів добре корелюється із світами, зонами, підзонами та маркуючими вапняками Донбасу тільки з урахуванням особливостей літолого-фаціальної мінливості порід та уточненням співвідношення у розрізах свердловин і на площі басейну парагенетичних фаціальних комплексів – осадочних формацій.

Стратиграфічне розчленування нижньопермських відкладів як у Донбасі, так і у південно-східній частині ДДЗ базується на літолого-фаціальних особливостях розрізів картамиської, микитівської, слов'янської та краматорської світ з кореляцією і картуванням маркуючи пластів вапняків, доломітів, прошарків сіробарвних порід, верств гіпсо-ангідриту, кам'яної та калійної солей.

На початку 1980-х років у стратиграфічному розчленування кам'яновугільних відкладів ДДЗ поступово стали домінувати літолого-фаціальний та структурно-фаціальний методи, які стали основою для підготовки уніфікованої схеми стратиграфії карбону Доно-Дніпровського прогину, затвердженої УРМСК у 1988 році. Дана уніфікована схема у 1999 році була взята за основу Легенди Державної геологічної карти України масштабу 1:200 000 – серія Дніпровсько-Донецька.

Однак досвід практичного використання цієї уніфікованої схеми показав, що деякі із виділених світ мають вузько локальне, а не басейнове розповсюдження. При їх ідентифікації та кореляції у переважній більшості випадків ураховувались не стратиграфічні чинники, а просторові межі літолого-фаціальних комплексів, пов'язаних між собою поступовими переходами на площі, тобто зумовлених парагенетичним формаційним співвідношенням геологічних тіл. При цьому була суттєво занижена роль традиційної біостратиграфічної схеми мікрофауністичних зон як основного інструмента кореляції місцевих літо-стратиграфічних підрозділів і продуктивних нафтогазових горизонтів ДДЗ. Тому не випадково, що у наукових статтях і геологічних звітах появляються необґрунтовані висновки про наявність кутового стратиграфічного неузгодження у середині картамиської світи або між нижньопермськими і верхньокам'яновугільними чи між карбонатною та піщано-сланцевою товщами нижнього і середнього карбону тощо.

Відмічені вище особливості будови осадочних товщ є наслідком не кутової стратиграфічної неузгодженості, а результатом співвідношення у розрізі та на площі одновікових літолого-фаціальних комплексів – регресивної та трансгресивної підформацій червонобарвної міденосної формації нижньої пермі чи строкатобарвної верхнього карбону і червонобарвної нижньої пермі або різних геологічних формацій (літолого-фаціальних комплексів) нижнього і середнього карбону, які, у зв'язку із послідовними фаціальними переходами у різних структурно-седиментадійних зонах, займають різний стратиграфічний рівень по відношенню до маркуючих світ і вапняків Донбасу чи до нафтогазоносних і біостратиграфічних зон ДДЗ. Тому неврахування при стратиграфічному розчленування та кореляції кам'яновугільних відкладів відмічених особливостей і парагенетичних взаємозв'язків не дозволить підготувати достовірну по-горизонтну крупно- і середньомасштабну гелого-тектонічну основу домезозойських відкладів ДДЗ.

Картувати можна і літолого-фаціальні комплекси – осадочні формації чи локальні світи, але при цьому в якості стратиграфічного та кореляційного каркасу верхньопалеозойських відкладів обов'язково необхідно використовувати світи і маркуючі вапняки Донбасу та біостратиграфічні зони ДДЗ.

Стан вуглеводневого потенціалу Східного нафтогазоносного регіону

Дніпровсько-Донецька западина (ДДЗ) є добре вивченим до глибини 5 км нафтогазоносним басейном, з якого за більш ніж 70-річний період видобуто 1,8 трлн м^3 природного газу. Тут же зосереджена основна кількість родовищ природного газу (239 із 396) та нафти з газовим конденсатом (127 із 192), 81 % запасів і 94 % видобутку газу і 51 % запасів та 75 % видобутку нафти, а сумарні вуглеводневі ресурси (сучасний вуглеводневий потенціал) налічують 5319,0 млн т умовного палива [1, 2, 5].

Розвіданість початкових сумарних видобувних ресурсів становить 54 %, а ступінь їх використання 38 %, а у Фонді нафтогазоперспективних об'єктів Східного НГР знаходиться 206 перспективних сейсморозвіданих структур, у тому числі, 100, що знаходяться у пошуково-розвідувальному бурінні та 91 – підготовлених до пошуково-параметричного буріння [1, 5, 6, 7]. Однак великі родовища вуглеводнів із запасами більше 30 млн т умовного палива (у. п.) приурочені головним чином до центральної приосьової частини ДДЗ, а середні (10–30 млн т у. п.) – розміщені як у приосьовій, так і у прибортових частинах ДДЗ.

Промислова продуктивність западини встановлена у широкому стратиграфічному діапазоні, у т. ч. у верхньопалеозойських відкладах виділено п'ять нафтогазоносних комплексів:

1) **верхньокам'яновугільно-нижньопермський** – містить 46 покладів у 26 родовищах. На горизонті мінус 5 000 м займає площу 3 600 кв. км і включає до 16 гранулярних або структурно-тріщинних колекторів. Розріз верхнього карбону на 20–40 % складається із поліміктових пісковиків, пористістю 11–14 % і газонасиченістю 70–78 % [5, 6];

2) **середньокам'яновугільний** нафтогазовий комплекс на зрізі мінус 5 000 м поширений на площі 10,9 тис. кв. км і оконтурює зону максимального прогину ДДЗ. Уключає 165 покладів з перспективами відкриття нових родовищ. У розрізі середньокам'яновугільних відкладів встановлено 20 продуктивних горизонтів – 7 (від М-1 до М-7) у відкладах московського ярусу і 13 (від Б-1 до Б-13) у піщаних відкладах башкирського ярусу. Відкрита пористість алевроліто-піщаних порід змінюється від 1,7 до 12–25 %, а максимальна газонасиченість становить 75–80 % [5, 7];

3) **у верхньосерпуховському комплексі** виявлено 164 поклади у 68 родовищах (8,3 % розвіданих запасів). Породи-колектори представлені пісковиками і, меншою мірою, вапняками. Основною ємністю є міжзернові пори, каверни і відкриті мікротріщини. Відкрита пористість пісковиків змінюється від 0,4–3,1 до 6,7–15,6 %, а вапняків у середньому становить 6–14 %. Тип покладів – пластовий склепінний, літологічно і тектонічно екранований [5, 7].

Піщані пачки і карбонатні прошарки об'єднані у 8 продуктивних горизонтів – від С-2 до С-9;

4) **верхньовізейсько-нижньосерпуховський комплекс** у ДДЗ представлений 332 покладами у 119 родовищах (26,4 % розвіданих запасів вуглеводнів) на площі 13,7 тис. кв. км. Саме з даним комплексом пов'язана більшість відкритих покладів не антиклінального типу, а зараз він є основним об'єктом пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ у ДДЗ [5, 7].

Верхньовізейські відклади є регіонально нафтогазонасиченими. Тип покладів – пластовий склепінний, літологічно і тектонічно екранований. Верстви пісковиків (горизонти В-14, В-15, В-16 і В-17) характеризуються пористістю від 6,5–8,9 до 21,8 % та газонасиченням 64–76 %. Відкрита пористість вапняків становить 6–14 %.

До відкладів нижньосерпуховського ярусу приурочені піщано-алевролітові продуктивні горизонти від С-23 до С-16 потужністю 11–36 м і пористістю 8–16 % [5, 7].

5) **турнейсько-нижньовізейський нафтогазоносний комплекс** на горизонті мінус 5 000 м поширений у бортовій та приосьовій частинах у вигляді смуги на площі 1 850 кв. км. Основними породами-колекторами у турнейських відкладах є вапняки (горизонт Т-2, Т-3) с пористістю від 2 до 11,6 %. Пісковики та алевроліти (горизонт Т-1) мають пористість 5,6–14,0 % [5].

У нижньовізейських відкладах основними колекторами є дрібно- і середньозернисті пісковики з відкритою пористістю 5–22 %. Із чотирьох продуктивних горизонтів (В-24, В-25, В-26 і В-27) найбільш вивченим і найбільш перспективним із газонасиченням 85–92 % є горизонт В-26, а горизонт В-24 має обмежене поширення і представлений переважно вапняками з прошарками теригенних порід [5].

Перспективи відкриття нових покладів і родовищ із значними запасами вуглеводнів на думку більшості вітчизняних вчених і практиків пов'язані із колекторами центральнобасейнового типу та з маловивченими або невивченими великими структурами і блоками нижнього поверху нафтогазоносності [1, 3, 5, 6]. Проте, ураховуючи тематику статті, на думку автора, залишилося багато нез'ясованого у погоризонтному картуванні домезозойських відкладів ДДЗ, суттєвому неспівпаданні осьових частин нафтогазоносних структур на докайнозойській та домезозойській поверхні, визначенні впливу на формування сучасного структурно-тектонічного плану альпійського тектогенезу, уточненні перспектив газоносності верхнього поверху та прогнозуванні глибинної будови структур і основних нафтогазоносних горизонтів за межами освоєних родовищ і ділянок. При цьому в якості першочергових заходів необхідно здійснити переінтерпретацію всіх геолого-геофізичних даних і матеріалів минулих років, а з метою виділення локальних перспективних об'єктів та пошуку структурно-тектонічних пасток доцільно виконати картографування домезозойських відкладів ДДЗ за лутугінською методикою з використанням у процесі аналізу просторово-часової альпійської геодинамічної активізації Дніпровсько-Донецького прогину концепції глобальної тектоніки внутрішньоплитної мегаструктури літосферних плит. Крім того ураховуючи, що основна маса вуглеводнів генерується у зонах древніх і молодих підсувів літосферних плит, особливу увагу необхідно приділити закономірностям розвитку поперечної підкидної розривної тектоніки, кінетики та парагенетичного взаємозв'язку зон стиснення і зон розтягу з обґрунтуванням структурно-тектонічних і геодинамічних бар'єрів як найбільш перспективних для локалізації промислових покладів вуглеводнів.

Особливості геолого-тектонічної будови домезозойських відкладів північно-західного Донбасу і південно-східної частини ДДЗ

У масштабі всього Доно-Дніпровського прогину північно-західні окраїни Донбасу і південно-східна частина ДДЗ виступають як геолого-структурні елементи другого порядку. В якості найбільш суттєвих ознак, за якими систематизуються тектонічні елементи другого порядку розглядаються особливості морфології та генезису структур і структурних форм, тектонічних зон та блоків, які відрізняються від суміжних площ поєднанням певних морфологічних або генетичних типів складок і розривних порушень.

Північно-західні окраїни Донбасу або перехідна зона між Донецькою складчастою спорудою та Дніпровсько-Донецькою западиною (ДДЗ) представлена Бахмутською і Кальміус-Торецькою котловинами, які розділені Головною і Дружківсько-Костянтинівською антикліналями і Торецьким підняттям. На півночі та північному заході Бахмутської котловини до північно-західних окраїн Донбасу традиційно відноситься Краснооскольське підняття та Курульський купол, а також Кам'янсько-Святогірсько-Дробишевська субширотна система антиклінальних піднять і Слав'янсько-Дронівська зона брахіантикліналей, які розділені Камишевахсько-Лиманським прогином кімерійсько-альпійського віку.

Південно-східна межа північно-західних окраїн Донбасу пов'язана з поперечним Бахмутським підкидом альпійського віку, північна – обмежена Сіверсько-Донецьким насувом, південна – Очеретинським насувом, південно-західна – Криворізько-Павловським скидом, а північно-західна, перехідна у південно-східну частину ДДЗ, – контролюється Ізюмським скидом, західною перикліналлю Краснооскольского підняття та південно-східними периклиналями Великокамишиваської і Мечебилівської брахіантикліналей.

Для Бахмутської та Кальміус-Торецької котловин характерно пологе залягання верхньопалеозойської товщі з крутим падінням бортів котловин при переході у Центрально-Донбаську антиклінальну зону та наявність потужного (до 3,5 км) покрову мезозойських і кайнозойських відкладів. Ускладнююча деформація котловин з формуванням структур третього і четвертого порядку відбувалася головним чином у древньокімерійську фазу складчастості з інтенсивними проявами у західній частині Бахмутської котловини у доноворайський час верхнього тріасу та в процесі альпійського тектоногенезу соляного діапіризму, а також поперечної розривної тектоніки північно-східного простягання.

Аналіз по-горизонтного домезозойського структурного плану **південно-східної частини ДДЗ** та особливості будови кам'яновугільних і нижньопермських відкладів переконливо свідчать, що Донбас і Дніпровсько-Донецька западина представляють собою єдину седиментаційну область повільного пульсуючого прогинання і на протязі всього палеозою їх розвиток був тісно пов'язаним [2, 5].

Підняття та пульсуюче занурення південно-східної частини ДДЗ на протязі мезозою були дуже складними та диференційованими. Значні стратиграфічні перерви відбувалися на протязі верхньої пермі, у кінці верхнього тріасу – у передлейясовий час, у ранній крейді та у ранньому палеогені. При цьому найбільший вклад у формування сучасного структурно-тектонічного плану западини пов'язаний з проявленням потужного тиску з півдня-південного заходу в процесі древньокімерійського тектоногенезу та із південного сходу в післякрейдовий період – у результаті інтенсивного підйому відкритого Донбасу та суміжних альпійських геосинклінальних областей.

Найбільш зануреною – Центрально-Осьовою зоною південно-східної частини ДДЗ є осьова частина Мечебилівської брахіантикліналі та обмежена осьовими насувами Біляєвсько-Миронівська-Хрестищенська-Розпашнівська система антиклінально-солянокупольних структур. Північною межею південно-східної частини ДДЗ є Сіверсько-Донецький насув, а південною – Перещепінський насув. Приосьова зона з півночі обмежена Олексіївським насувом, а з півдня – Олександрівським підкидом. Північно-західну межу південно-східної частини ДДЗ можна визначати по Харківському скиду північно-східного простягання або проводити за межами дослідженої території та пов'язувати із зоною древньокімерійсько-альпійського Полтавсько-Ворсклівського глибинного розлому субмеридіонально-північно-східного простягання.

Поперечні регіональні тектонічні порушення північно-східного простягання мають складний східчастий характер і розділяють усі структури другого та третього порядку Дніпровсбко-Донецької западини на самостійні тектонічні зони. Найбільш характерними є зона розтягу між Богодухівським і Харківським скидами з максимальним розвитком солянокупольних структур та зона інтенсивного стиснення, зумовленого радикальним впливом Павлоградсько-Чугуївського підкиду (рис. 1). Тангенціальне стиснення у зв'язку із інтенсивним підйомом Петровського купола та північного крила Волвенківського підняття, а також надзвичайно високою тектонічною активізацією глибинного Павлоградсько-Чугуївського підкиду обумовили формування на південному борту Балаклійського синклінального прогину в умовах скритого соляного діапіризму – безкорневої древньокімерійсько-альпійської Шабелинської газоносної мегаструктури (рис. 1).

Побудова середньомасштабної геологічної карти домезозойських відкладів північно-західних окраїн Донбасу та південно-східної частини ДДЗ за лутугінською методикою дозволила здійснити також парагенетичний і кінетичний аналіз систем глибинних розломів Донбасу та ДДЗ із врахуванням гравіметричних і сейсмічних даних та виявити наступні геодинамічні обстановки тектонічних деформацій:

– найбільш древніми, сформованими в процесі заальсько-пфальської фази складчастості, є осьові насуви північно-західного простягання;

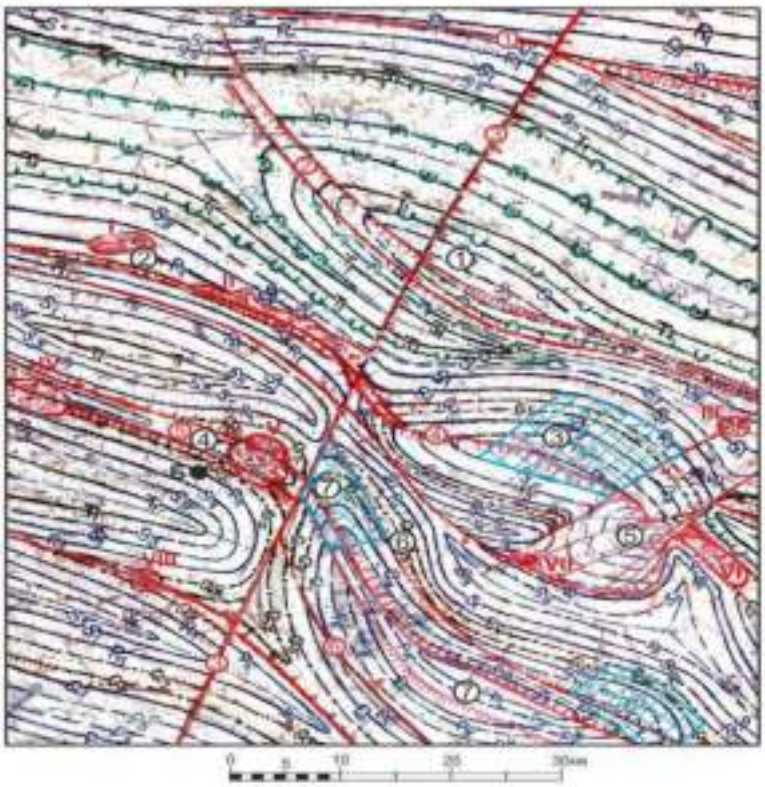
– субширотні насуви і скиди пов'язані і древньокімерійською тектоно-магматичною активізацією;

– найбільш ефективними для формування нафтогазоносних структур і покладів є поперечні підкиди і компенсуючо-розвантажувальні скиди альпійського віку;

– бортові Сіверсько-Донецький та Перещепинський насуви формувалися в процесі герцинсько-древньокімерійського тектогенезу, однак характеризуються також значною альпійською активізацією.

Уточнення перспектив газоносності південно-східної частини ДДЗ і північно-західних окраїн Донбасу

Питання науково-теоретичного обґрунтування просторового розміщення та генезису нафтогазових родовищ Дніпровсько-Донецької западини до сих пір залишаються до кінця не виясненими. При цьому необхідно підкреслити як малу ймовірність наявність генетичного зв'язку газових родовищ ДДЗ з вугленосністю Донбасу, так і неможливість формування промислових покладів нафти та газу тільки за рахунок вертикальної міграції флюїдів по зонам розривних порушень скидового типу. Напевно, найбільш суттєвим чинником, який визначає закономірність просторового розміщення родовищ нафти і газу ДДЗ необхідно вважати вертикально-бокову міграцію флюїдів у зонах поперечних альпійських підкидів та їх перерозподіл вздовж осьових і прибортових насувів.



Умовні позначення:

Структури: 1-Шебелинське підняття, 2-Олексіївська, 3-Волвенківська, 4-Біляївська, 5-Петрівський купол,6-Миролюбівська, 7-Мечебилівська. —— синклінальні прогини.

I-VIII Соляні штоки: I-Єфремівський, II-Олексіївський, III-Протопопівський, IV-Миронівський, V-Біляївський, VI-Берекський, VII-Степківський, VIII-Краснопавлівський.

Тектонічні порушення: 1-Сіверсько-Донецький насув, 2-Шебелинські осьові насуви, 3-Павлоградсько-Чугуївський підкид, 4-Олексіївський насув, 5-Головні осьові насуви, 6-Криворізько-Павлівський скид, 7-Олександрівський підкид.

Рекомендовані ділянки на природний газ.

Б● Біляївська свердловина компанії «Шелл».

Рис. 1. Зчленування структур у зоні впливу Павлоградсько-Чугуївського підкиду

Загальновідомо, що природний газ знаходиться як у звичайних газових пастках, так і в безперервних газових накопиченнях у вугленафтогазоносних осадочних формаціях. Звичайні пастки природного газу в ДДЗ добре вивчені і представлені структурним та літолого-стратиграфічним типами або їх комбінацією [2].

Формування типових пасток обумовлено ущільненнями, які локалізують у сприятливих структурних і літологічних умовах газ, що переміщується у пастках-колекторах, гірському масиві та надрах, завдяки своїм фізико-хімічним властивостям. Безперервно-газові накопичення, на відміну від звичайних типових пасток, у ДДЗ і на північно-західних окраїнах Донбасу вивчені схематично та не системно і представлені регіональними газопроявами центральнобасейнового типу в пісковиках з низькою проникністю і у вуглистих сланцевих товщах. При цьому в умовах перманентного стиснення у зонах альпійської тектоно-магматичної активізації завдяки витисненню флюїдів з великих глибин на ділянках розвитку інтенсивного соляного діапіризму

відбувається не тільки вертикальна міграція вуглеводнів, але й локалізація у сприятливих структурних, гірничо-геологічних і гідрогеологічних умовах газонасичених блоків та високопродуктивних газоносних ділянок. До речі, у наукових роботах минулих років підраховано, що при інверсії геотектонічного режиму тільки у Донецькому басейні було генеровано біля 10 трлн кубічних метрів метану із значною домішкою важких вуглеводнів [2].

Основні родовища південно-східної частини ДДЗ приурочені до нижньопермсько-верхньокам'яновугільного комплексу, екрановані регіональним нижньопермським соленосним флюїдоупором і контролюються солянокупольними підняттями-діапірами девонської солі [5, 6]. Однак основні проблеми подальших пошуків вуглеводнів на схилах Машівсько-Шебелинського, Сторовіровсько-Єфремівського, Розпашнівсько-Хрестищенсько-Біляївського і Тарасівсько-Верхньоланівського валів та на південному моноклінальному схилі ДДЗ зумовлені слабкою вивченістю домезозойської поверхні та закономірностей поширення продуктивних горизонтів і колекторських властивостей порід на флангах антиклінальних і солянокупольних структур в умовах латерального екранування [3, 5, 6]. Тому визначальна роль у формуванні акумулятивних гранулярних колекторів, структурних і тектонічно-екранованих нафтогазоносних зон тут належатиме як взаємовідносинам на площі літолого-фаціальних комплексів, так і особливостям проявлення кіммерійського й альпійського тектогенезу.

Плікативні структури третього і четвертого порядку південно-східної частини ДДЗ тісно пов'язані з геологічним розвитком Донбасу, лінійні та напівлінійні складки якого у північно-західному напрямку переходять у брахіантикліналі, валоподібні підняття, солянокупольні структури та чисельні синклінальні прогини. При цьому на відміну від північно-західних окраїн Донбасу для південно-східної частини ДДЗ характерно спокійне відносно незначне зміщення до кайнозойського структурного плану по відношенню до мезозойського, а широкий розвиток відкритих і скритих солянокупольних структур створює сприятливі умови для розвитку різнонаправлених локальних тектонічних порушень [2, 5, 6].

Діапазон нарощування промислової нафтогазоносності охоплює усі відділи карбону і нижню перм у межах скритосолянокупольних брахіантикліналей, соляних куполів та соляних штоків і прилягаючих до них прирозломних структур у бортових зонах западини. Високоперспективними необхідно вважати також глибоко занурені пологі міжкупольні структури, складки видавлювання (витиснення), прибортові бар'єрні виступи та заливо-подібні депресії, а також ділянки моноклінально-витриманих усталених бортів западини і структурно-тектонічні флексури та тераси.

Аналіз розміщення традиційних покладів вуглеводнів верхнього поверху ДДЗ за ступенем катагенезу верхньопалеозойських нафтогазоносних горизонтів доводить, що родовища нафти і газу поширені у відкладах, ступінь перетворення яких відповідає стадіям катагенезу $МК_1$ і $МК_2$ або в окремих випадках – $МК_3$ [3, 5]. З глибиною залягання нафтогазоносних горизонтів ступінь катагенетичних перетворень зростає і, відповідно, погіршуються колекторські властивості нафтогазоносних порід. Тому нерозвідані потенційно видобувні запаси природного газу в ДДЗ та північних і північно-західних окраїнах Донбасу необхідно повязувати із ділянками максимального збереження первинного або виникненням вторинного порового простору [5]. Отримані автором геологічні результати щодо суттєвої деталізації структурно-тектонічних особливостей будови домезозойської поверхні регіону, виявлення та картування субширотних древньокімерійських і поперечних альпійських тектонічних порушень сприяють виникненню вторинного порового простору й обґрунтовують підвищення у найбільш сприятливих локальних тектонічно-екранованих умовах фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів, перш за все, центральнобасейнового типу.

Найбільш сприятливі газомісні літолого-фаціальні та колекторські властивості в покладах центральнобасейнового типу пов'язані із закономірностями розповсюдження щільних пісковиків світ C_1^3, C_{1-2}^4, C_2^2, C_2^3, C_2^5, C_2^7 і C_{2-3}^1. Природний газ маловуглистих щільних пісковиків – це переважно вільний або розчинений газ із незначною (10–15 %) сорбованого газу. Середня газонасиченість пісковиків змінюватиметься від 10–15 до 27–30 $м^3/м^3$, досягаючи максимальних значень в інтервалі глибин від 2 500 до 4 000–4 500 м. Фільтрація газу починатиметься за умови газонасичення пісковиків більше 20 % і водо-насичення пластів менше 50 %, незалежно від пористості. Оптимальна газовіддача щільних пісковиків змінюватиметься від 20–30 до 40–50 %.

Виявлення нових покладів природного газу структурного, структурно-тектонічного та літолого-структурного типу прогнозується на західній периклиналі Краснооскольского підняття, на північно-східному крилі Волвенківського підняття, на північній та північно-східній периклиналі Мечебилівської брахіантикліналі та на структурному виступі – напівантикліналі в 14 км на південний захід від м. Барвінкове, який контролюється Криврізько-Павлівським та Ізюмським скидами (рис. 1).

Висновки

Просторовий і парагенетичний зв'язок верхньопалеозойських осадочних товщ Донбасу та Дніпровсько-Донецької западини дозволили вивести на високий якісний рівень теоретичні та практичні основи стратиграфії та кореляції кам'яновугільних і нижньопермських відкладів, суттєво уточнити особливості взаємовідносин у розрізі та на площі Доно-Дніпровського прогину вугленосних і нафтогазоносних літолого-фаціальних комплексів – осадочних формацій.

Виявлені інноваційні особливості будови північно-західних окраїн Донбасу і південно-східної частини Дніпровсько-Донецької западини значно розширюють та доповнюють зональні й об'єктові закономірності локалізації промислової нафтогазоносності на освоєних структурах і дозволяють більш достовірно обґрунтувати прогнозні перспективи відкриття нових покладів вуглеводнів. Це має надзвичайно важливе значення для України, оскільки питома вага власної вуглеводневої сировинної бази складає всього біля 0,5 % від світових запасів нафти і газу.

Установлено також, що розміщення родовищ вуглеводнів контролюється не тільки субширотною древньокімерійською тектонічною зональністю, але й поперечними північно-східними тектонічними зонами і блоками альпійської тектоно-магматичної активізації та кімерійсько-альпійським соляним діапіризмом. Зона поперечних альпійських підкидів і скидів обґрунтовуються також в якості системи найбільш ймовірного живлення продуктивних структурно-тектонічних блоків, брахіантикліналей, куполів, літологічно- і тектонічно-екранованих нафтогазоносних горизонтів глибинними вуглеводневими флюїдами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Атлас родовищ нафти і газу України в 6-ти томах, том III – Східний нафтогазоносний регіон. – УНГА, 1999. – Львів. – С. 932–1416.

2. *Балуховський Н. Ф.* Особенности формирования и размещения залежей углеводлородов в Донецко-Днепровском прогибе//в кн. Генезис нефти и газа. – Изд-во "Недра", 1967. – М.: – С. 545–555.

3. *Голуб П. С., Мельченко В. В., Алієва Ю. О.* Катагенетичні перетворення осадових порід Дніпровсько-Донецького басейну, як критерій оцінки перспективи нафтогазоносності регіону/Матеріали міжн. наук.-практ. конф. "Геофорум-2014". – Том 2. – Київ – Одеса. – С. 178–184.

4. *Новик Е. О., Пермяков В. В., Коваленко Е. Е.* История геологических исследований Донецкого каменноугольного бассейна (1700–1917): Изд-во Академии наук Украинской ССР, 1960. – Киев. – 532 с.

5. Особливості геологічної будови і перспективи нафтогазоносності глибоко занурених горизонтів Дніпровсько-Донецької западини/В. М. Бенько, Б. Й. Маєвський, А. А. Лагутін, В. Р. Хомин; за заг. ред. Маєвського Б. Й. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2013. – 208 с.

6. *Радул Р. К., Карпенко І. В.* До проблеми перспектив верхньокам'яновугільних і нижньопермських відкладів південної придепресійної моноклінальної зони Дніпровсько-Донецької западини (на прикладі Октябрсько-Шандрівської моноклінали)/Зб. наук. праць УкрДГРІ, 2008. – № 4. – С. 128–136.

7. *Старосельський Є. М., Рудько Г. І.* Закономірності формування та розподіл родовищ вуглеводнів (на прикладі вуглеводневого потенціалу палеозойських басейнів світу): Монографія/Є. М. Старосельський, Г. І. Рудько. – Київ – Чернівці: Букрек, 2012. – 328 с.

8. Стратиграфія УРСР, Том V. – Карбон. – Київ: "Наукова думка". –409 с.

УДК 556.3.04 (477.62)

ГАРМОНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ РЕГІОНАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ПІДЗЕМНИХ ВОД ДОНБАСУ ЗІ СТАНДАРТАМИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

М. В. Жикаляк[1], С. В. Куроєдова[2], М. Є. Маринченко[3]
1 – д-р економ. наук, канд. геол. наук, 2 – головний гідрогеолог Донбаської ПЗЕГП, 3 – начальник загону з держ. кадастру та обліку підземних вод, ДРГП "Донецькгеологія", м. Бахмут, Україна, dongeo@ukr.net
Масове закриття та затоплення вугільних шахт, зупинення або порушення усталеного режиму функціонування промислових і гірничодобувних підприємств Донбасу в умовах військової операції (АТО) набагато ускладнили природно-техногенні умови, гідродинамічні та гідрохімічні характеристики підземних вод на території Донецької й Луганської областей. Тому оцінка екологічного стану підземних вод на підконтрольній та непідконтрольній органам державної влади території Донбасу як резервних джерел питного і господарського водопостачання є надзвичайно важливим соціально-економічним завданням під час реалізації обласного плану дій з охорони довкілля.
Функціонування державного моніторингу порушеного режиму підземних вод потрібно здійснювати коштом обласного фонду охорони навколишнього природного середовища з урахуванням і відображенням вимог Водної Рамкової Директиви та Директиви Європейського Союзу щодо підземних вод.

HARMONIZATION OF THE REGIONAL MONITORING SYSTEM OF GROUNDWATER OF DONBAS WITH THE EUROPEAN UNION STANDARDS

M. V. Zhykalyak[1], S. V. Kuraiedova[2], M. E. Marynchenko[3]
1 – Doctor of Economics, Candidate of Geological Sciences, 2 – chief hydrogeologist of Donbas search-survey ecological hydrogeological unit, 3 – head of the detachment from national cadastre and groundwater accounting, SRGE "Donetskgeologiya", Bakhmut City, Ukraine, dongeo@ukr.net
Large scale shutdown and flooding of coal mines, stoppage or interruption of the established regime for the operation of Donbas industrial and mining enterprises under conditions of a military operation (ATO) has greatly complicated natural and man-made conditions, hydrodynamic and hydrochemical characteristics of groundwater in Donetsk and Lugansk regions. Therefore, the assessment of the ecological status of groundwater on the state-controlled and uncontrolled by state authorities of Donbas territory as reserve sources of drinking and economic water supply is an extremely important social and economic task in the implementation of the regional environmental protection plan of activities.
The functioning of the state monitoring of the interrupted groundwater regime should be carried out at the expense of the regional environmental protection fund, taking into account and reflecting the requirements of the Water Framework Directive and the European Union Groundwater Directive.

Вступ

Донбас традиційно з періоду широкомасштабної індустріалізації 1930-х років належить до регіонів України з найвищим рівнем техногенного впливу на навколишнє природне середовище, поверхневі та підземні води. У Донецькій і Луганській областях екологічне навантаження на одиницю внутрішнього валового продукту (ВВП) є в 3 рази вищим ніж в інших регіонах України і в 10–15 разів більшим чим у розвинених країнах Європейського Союзу. Масове закриття та затоплення вугільних шахт, зупинення або порушення усталеного режиму функціонування промислових і гірничовидобувних підприємств Донбасу в умовах військової операції (АТО) значно ускладнили природно-техногенні умови, гідродинамічні та гідрохімічні характеристики підземних вод регіону.

Активізація в даних умовах гідрогеофільтраційних режимів геологічного середовища з широким розвитком площових депресій рівнів підземних вод з високою їх градієнтною мінливістю в плані та розрізі обумовили інтенсивну взаємодію і взаємозв'язок поверхневих водних об'єктів з підземними водоносними горизонтами та прискорену міграцію в них техногенних забруднювачів. А у зв'язку із значною зміною шахтного фонду в непідконтрольних старопромислових регіонів Донбасу шахтні води на протязі 3–5 років будуть перманентно підніматися до зони активного водообміну з появою нових джерел високомінералізованих(до 4,5–6,0 г/дм^3) вод уздовж виходів тріщинуватих пісковиків і тектонічних порушень. При цьому існуюча на протязі десятиліть відносна стабілізація техногенного навантаження гірничовидобувних і промислових районів Донецької та Луганської областей в умовах перманентного підтоплення територій може перерозподілятися в систему поверхневих водотоків і водозаборів підземних вод. Тому перманентний системний аналіз даних про стан і техногенні зміни хімічного складу, режимів рівнів та ресурсів підземних вод є надзвичайно важливим природоохоронним заходом як для непорушеного (загальнодержавний рівень), так і для техногенно-порушенного (регіональний, обласний рівень) режиму підземних вод з розробкою та реалізацією відповідних програм моніторингу на основі характеристики й оцінки ризиків масивів підземних вод Донбасу, суміжних та транскордонних територій.

Оцінка стану підземних вод Донецької складчастої області та суміжних територій

Донецька гідрогеологічна складчаста область приурочена до південної та південно-східної частини басейну р. Сіверський Донець і частково включає басейни малих річок Приазов'я та р. Самара басейну Дніпра. У геолого-структурному відношенні представлена відкритими і напівзакритими районами Донецького кам'яновугільного басейну, Бахмутською та Кальміус-Торецькою котловинами. Мінералізація підземних вод у зоні активного водообміну відкритих і напівзакритих районів Донбасу становить 0,8–1,5 г/дм^3, а закритих – 1,5–2,2 г/дм^3. З глибиною мінералізація підземних вод карбону збільшується, досягаючи в інтервалі 700–900 м у середньому 3,0–3,5 г/дм^3, а в подальшому підвищується на 0,25–0,6 г/дм^3 на кожні 100 м збільшення глибини залягання водоносних горизонтів. Високі фільтраційні властивості порід карбону відкритих і напівзакритих районів Донбасу характерні для верхньої вивітрілої зони активного водообміну, потужністю від 45–60 м у східній частині Донецької складчастої гідрогеологічної області і до 150 м у західній його частині та в межах зон тектонічних порушень. Критерієм та гарантом захищеності водоносних горизонтів підземних вод є потужність та літологічний склад зони аерації (від 3–10 до 30–50 м) і витриманість на площі порід-водотривів, що перекривають водоносні горизонти. Тому найбільш захищеними є водоносні горизонти закритих периферійних районів Донбасу із зоною водообміну прісних або слабкомінералізованих (1,5–2,5 г/дм^3) підземних вод від 250–300 до 700–800 м.

З урахуванням викладеного необхідно відмітити, що умови накопичення і формування якості підземних вод Донбасу є складними та різноманітними. Головними природно-техногенними чинниками формування ресурсів прісних підземних вод у межах басейнів підземних вод Донбасу та їх взаємодії з поверхневим стоком у сучасних природно-техногенних умовах є специфіка структурно-тектонічної будови, розвиток депресій рівнів підземних вод, розчленування рельєфу для зон активного водообміну з урахуванням водозбірних площ і геологічних блоків (ділянок) з уповільненим водообміном та впливом шахтного водовідливу на формування скидів у поверхневу річкову систему [2]. У результаті водоносні горизонти та водозабори у долинах рік характеризуються найнижчою захищеністю підземних вод від техногенного забруднення.

Величина експлуатаційних запасів підземних вод у Донецькій області становить 1,1 млн м^3/добу у складі 52 родовищ, які включають 74 водозабори із 115 ділянками. На тимчасово неконтрольованій території знаходиться 19 родовищ у складі 32 ділянок підземних вод, що складає 21,2 % від загальної кількості затверджених запасів. Прогнозні ресурси підземних вод становлять 1,05 млн м^3/добу з мінералізацією до 1 г/дм^3 і 1,7 млн м^3/добу з мінералізацією до 1,5 г/дм^3, головним чином у закритих північних і північно-західних регіонах.

У межах Луганської області основні запаси прісних підземних вод приурочені до тріщинно-карстової зони порід верхньої крейди (73 родовища із 98) із загальними запасами 1,8 млн м^3/добу. Однак у зв'язку із тривалим та інтенсивним водовідбором із верхньокрейдового водоносного горизонту, який у 7 разів перевищував середній водовідбір підземних вод із аналогічних водозаборів у Донецькій та Харківській областях, для відновлення природної гідродинаміки та якості підземних вод необхідно суттєво зменшити водовідбір на лівобережжі р. Сіверський Донець і збільшити постачання поверхневої води Попаснянським водогоном та залучити до водопостачання слабкомінералізовані (1,1–1,8 г/дм^3) шахтні води обсягом до 30 млн м^3 на рік у зоні антрацитового вугілля і освоїти малі артезіанські водозабори на непідконтрольній території Донбасу.

Прогноз негативних наслідків екологічних змін масиву підземних вод Донбасу

Найбільш інтенсивні зміни гідродинамічних і гідрохімічних умов підземних вод Донбасу пов'язані із широкомасштабним вуглевидобутком у відкритих і напівзакритих вуглепромислових районах, масовим некерованим закриттям вугільних шахт на непідконтрольній органам державної влади України території Донецької та Луганської областей, інтенсивним забрудненням у період планової економіки міст Алчевськ, Лисичанськ, Костянтинівка, Горлівка, Макіївка важкими металами, хімічними сполуками та промислово-побутовими відходами, а також зупиненням або порушенням усталеного режиму функціонування промислових і гірничодобувних підприємств в умовах проведення військової операції (АТО). Живлення водоносних горизонтів відбувається, в основному внаслідок інфільтрації атмосферних опадів, а розвантаження – розгалуженою гідрографічною мережею та гірничими виробками шахт і кар'єрів з формуванням обширних гідрогеологічних депресійта активізацією техногенного водообміну. В результаті на діючих водозабірних спорудах відбувається не повне відновлення дебіту, зменшення водовідбору та перманентне погіршення якості підземних вод в умовах обмеженого і нерівномірного розміщення водних ресурсів на території всього Донецького басейну. Системні спостереження за гідродинамікою та показниками якості води на діючих водозаборах навіть за межами впливу вугільних шахт дають підстави констатувати стійку тенденцію до погіршення якості підземних вод з порушенням природної гідрохімічної зональності (рис. 1). При цьому темпи та масштаб змін екологічного стану підземних вод є особливо вагомим у густонаселених районах із інтенсивною господарською діяльністю.

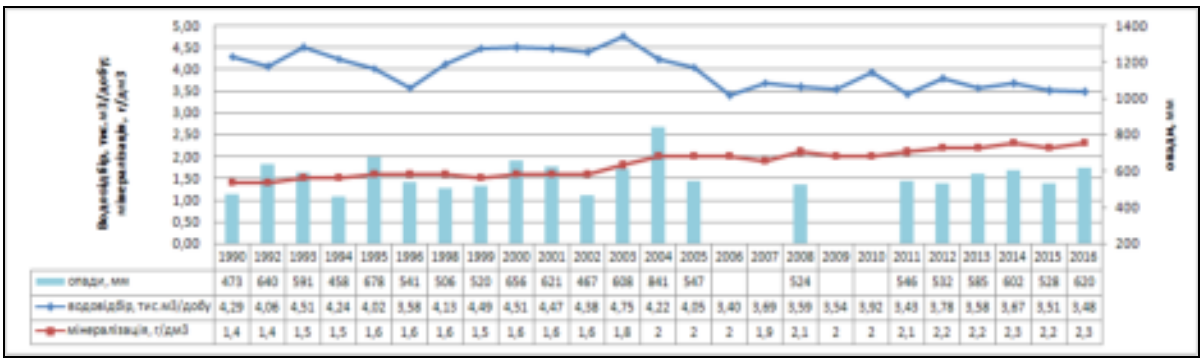


Рис.1. Графік змін величини сумарного водовідбору та середньої мінералізації по водозабору Осиківський

Критичне ускладнення екологічних умов безпеки життєдіяльності та зниження надійності експлуатації систем підземних водоносних горизонтів Донбасу пов'язано з тим, що 18 % шахтних полів знаходяться під забудовою – понад 1 тис. км^2 території 63 міст і 91 селищ міського типу розташовані над шахтними полями з підробкою та порушенням стійкості масиву гірських порід від 25 до 51 % [1]. У 1989–1990 роках підробка шахтами "Вуглегірська" і "Олександр-Захід" майданчика Горлівського хімзаводу і ВО "Стірол" в умовах крутого (55–60^0) залягання порід карбону призвели до забруднення токсичними органічними сполуками гірничих виробок на відстані до 12–15 км і стійкого забруднення ґрунтів верхнього водоносного комплексу кам'яновугільних відкладів на значній території. Виконаними ДРГП "Донецькгеологія" у 2011 році дослідженнями встановлено, що в районі звалища Горлівського хімзаводу максимальні концентрації толуолу, хлорбензолу і бензолу в ґрунтах перевищують в 5 разів фонові значення для проммайданчиків регіону, а ступінь забруднення верхнього водоносного горизонту перевищує гранично допустимі концентрації в 17–5 300 разів за вмістом фенолів, у 14–1 045 раз за вмістом хлорбензолу і в 1–90 ГДК за вмістом інших органічних сполук. Тому зростання рівня підземних вод у районі Горлівського хімзаводу через некероване закриття та затоплення вугільних шахт Центрального району призведе до перерозподілу та розширенню ореолів забруднення підземних вод, а відсутність на території звалища хімзаводу протифільтраційного екрану обумовить подальше катастрофічне забруднення ґрунтів і геологічного середовища всього промислового району м. Горлівка і м. Карло-Марксове.

На непідконтрольній території Донбасу особливе занепокоєння міжнародних міжурядових організацій пов'язана із припиненням водовідливу на шахті "Юнком" у м. Бунге – у 7 км на схід від м. Єнакієве, на якій 16.09.1979 року з метою зменшення некерованих раптових викидів метану в ізольованій гірничій виробці був здійснений підземний ядерний вибух (ПЯВ) під умовною назвою "Експеримент" "Кліваж". Ядерна капсула (0,2–0,3 кг урану) була вмонтована у свинцево-бетонний ящик, вагою не більше100 кг, який на руках у шахту та надійно ізольовану гірничу виробку занесли 4 шахтарі. Потужність ядерного вибуху становила 200–300 тон тротилового еквіваленту, після якого 95 % радіоактивних продуктів розпаду (стронцію 90, цезію 137 і тритію) була зосереджена в оплавленій ізольованій камері. На протязімайже 39 років радіаційний фон на шахті та в м. Бунге (кол. Юнокомунарськ) відповідав природним фоновим значенням, а раптові викиди метану дійсно припинилися. Однак після припинення шахтою з 2001 року видобутку вугілля прогнозуванням наслідків її закриття та затоплення об'єкту "Кліваж" займалося ДП "Укрвуглереструктоpизація", а в 2006 році після обґрунтування критичного рівня затоплення гірничих виробок інститут "Дніпродіпрошахт" розробив проект і обґрунтував екологічну безпеку повної ліквідації шахти "Юнком" з передачею притоку шахтних вод на водовідливний комплекс шахти "Красний Октябрь". У 2017 році інститути РАНІМІ (колишній УкрНІМІ м. Донецьк), ТОВ Інститут "Шахтопроект" (м. Санкт-Петербург), Федеральна державна бюджетна установа "Гідроспецгеологія" та АТ "ВНІМІ Проект технологія" (м. Москва) провели дослідження щодо "Разработки мероприятий по безопасной ликвидации шахты" "Юнный коммунар" на основе експертной оценки состояния объекта "Кливаж" и шахты "Юнный коммунар" и долгосрочного прогноза миграции радионуклидов". У результаті вченими відмічених вище установ зроблений висновок, що поточна радіаційна обстановка на шахті відповідає нормі та не вимагає здійснення спеціальних заходів щодо радіаційної безпеки і тому "мокра" консервація із затопленням гірничих виробок та подальша ліквідація шахти "Юнком" не заподіє негативного радіаційного впливу на населення та оточуюче природне середовище. При цьому автори запевняють, що припинення відкачування шахтних вод на водовідливному комплексі шахти "Юнком" не спричинить виходи радіонуклідів у геологічне середовище, водовідливний комплекс шахти "Красний Октябрь", на денну поверхню, підземні та поверхневі води.

Однак за наявними в ДРГП "Донецькгеологія" даними шахта "Юнком" може мати гідравлічний зв'язок з шахтою "Красний Октябрь" на горизонтах 596, 476, 346 та 256 м і шахтою "Полтавська" на горизонті 137 м. Тому, якщо через збійку по пласту $\ell_1^{в}$ шахтна вода з "Юнкому" перетікатиме на шахту "Красний Октябрь", а в подальшому із її водовідливного комплексу скидатиметься в річку Булавінка і далі потраплятиме дор. Кринка, а потім на території Російської Федерації – у р. Міус і в Таганрогський залив Азовського моря, з метою упередження можливого негативного впливу необхідно здійснювати постійний моніторинг вмісту в шахтних і поверхневих водах і на берегових водозаборах у басейні р. Кринка хоча бнайбільш рухливого радіонукліду – стронцію-90.

Зараз в умовах тривалої неконтрольованості більше 90 % шахтного фонду Луганської області і 52 % Донецької області та ураховуючи динаміку вуглевидобутку в Донбасі за останні 22 роки сумарний об'єм затоплених гірничих виробок збільшився до 4,5 млрд. м^3, а наявних у них шахтних вод – до1,5 млрд. м^3 (рис. 2).

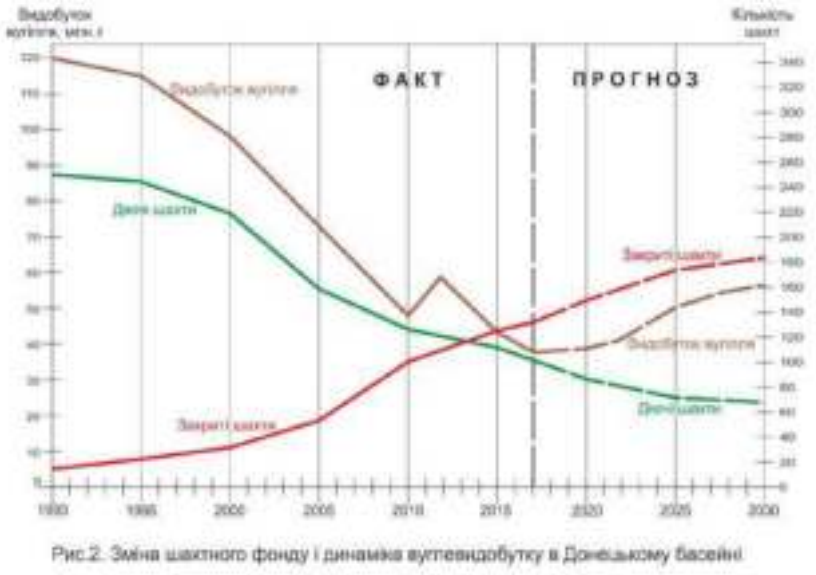


Рис. 2. Зміна шахтного фонду і динаміки вуглевидобутку в Донецькому басейні

Стабілізація гідродинаміки та зменшення мінералізації у приповерхневих водоносних горизонтах Донбасу відбудеться тільки через 5–7 років після досягнення шахтними водами зони активного водообміну з поступовим вирівнюванням і зниженням мінералізації основних водоносних горизонтах із швидкістю 0,02–0,3 г/дм^3 на рік в залежності від локальних гідродинамічних умов [3]. Тому будівництво на непідконтрольній території потужного водовідливного комплексу на промисловій площадці шахти "Вільховатська" та заплановане будівництво 6 захисних водовідливних комплексів у містах Горлівка й Єнакієве та одного у м. Макіївка (шахта "Радянська") є надзвичайно актуальними природоохоронними заходами для усього старопромислового Донбасу.

Головною причиною техногенного забруднення поверхневих і підземних вод Донбасу є хижацька споживча ідеологія екстенсивного розвитку гірничопромислових регіонів без урахування соціально-оптимального та екологічно ощадливого використання природних ресурсів. Підвищує негативні екологічні ризики щодо негативних змін стану поверхневої та підземної гідросфери значна концентрація екологічно небезпечних підприємств і виробництв на густонаселених територіях, утворення та накопичення великих об'ємів відходів, низький рівень культури виробництва та технологічної дисципліни. Егоїстичний принцип – ***"після нас – бодай потоп"*** – перманентно укоренився в процесі тіньової приватизації промислових підприємств регіону, а останнім часом став нормою повсякденної поведінки в умовах військової операції (АТО). Тому з урахуванням підвищеної просторово-часової стійкості негативного техногенного впливу та складності гідродинамічних і гідрохімічних процесів (рис. 3) необхідно створити надійну систему регіонального (обласного) моніторингу підземних вод Донецької та Луганської областей в умовах порушенного режиму.

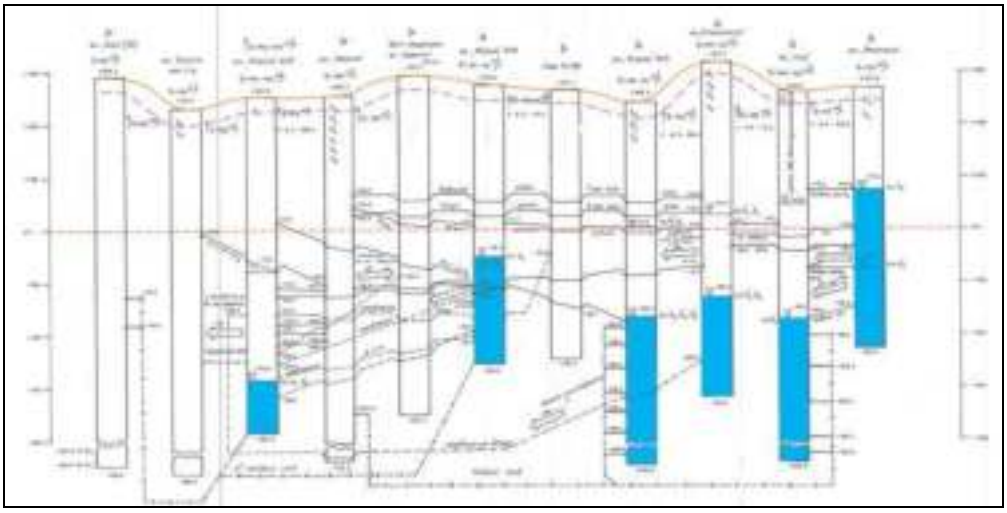


Рис. 3. Схема гідравлічних зв'язків шахт Чистяково-Сніжнянського району

Еколого-економічні аспекти функціонування регіонального моніторингу підземних вод Донбасу

Сучасний кризовий стан екологічної безпеки Донбасу в складних соціально-економічних умовах сьогодення зумовлений відсутністю цілісної інтегрованої системи фінансового забезпечення екологічної безпеки на рівні гірничовидобувних регіонів і незастосуванням дієвих ефективних методів державного регулювання природоохоронної діяльності на місцевому й обласному рівнях. Виявлення специфіки впливу техногенно видозмінених підземних вод на довкілля і здоров'я людини можливе тільки за результатами виконання регіонального моніторингу порушенного режиму з оцінкою збитків від погіршення екологічного стану водозаборів, водоносних горизонтів і природних екосистем. Збитки від забруднення підземних вод мають декілька знакових характеристик і напрямків:

– ***моральний***, який проявляється у погіршенні настроїв і в негативних емоціях;

– ***престижний*** – негативне ставлення людей, громади і суспільства;

– ***естетичний*** – втрати усталених природних екосистем;

– ***натуральний*** – зниження продуктивності водоносних горизонтів, водозаборів, запасів та ресурсів підземних вод;

– ***соціальний*** – скорочення тривалості життя і підвищення рівня захворювання людей;

– ***правовий*** – застосування штрафів і санкцій;

– ***економічний*** – вартісна оцінка негативних змін стану підземних вод у результаті техногенного забруднення (впливу).

Крім того у часовому вимірі та за особливостями проявлення збитки можуть бути ***явними, прихованими, поточними і прогнозними.*** Основними структурними елементами економічного збитку від забруднення підземних вод є матеріальний збиток, збиток життю і здоров'ю людей та збиток основним водоносним горизонтам, водозаборам і природним екологічним системам. Загальний економічний збиток від забруднення підземних вод необхідно визначати як добуток (суму) вищевказаних складових.

Витрати, які будуть спрямовуватися на компенсацію загальних екологічних збитків від забруднення підземних вод будуть відноситися до ***пасивних непродуктивних збитків***, а витрати що будуть направлятися на попередження еколого-економічних збитків від забруднення підземних вод – є ***активними продуктивними збитками***. Тому організація та ефективне функціонування регіонального (обласного) моніторингу порушенного режиму підземних вод Донбасу забезпечить наявність, головним чином, активних продуктивних збитків, суттєво мінімізує пасивні непродуктивні збитки та збитки від нераціонального використання запасів і ресурсів підземних вод Донбасу та суміжних територій.

Концептуальна модель моніторингу техногенно порушеного режиму підземних вод Донбасу передбачає аналіз напрямків і швидкості потоку підземної гідросфери, вивчення динаміки гідростатичних рівнів, кількісного та якісного стану масивів підземних вод у артезіанських басейнах, геологічних структурах, гірничовидобувних регіонах і промислово-міских агломераціях. Обов'язково вивчаються та аналізуються суттєві тенденції у зростанні жорсткості й мінералізації та концентрації забруднюючих речовин у водоносних горизонтах, шахтних і кар'єрних водах, водозабірних свердловинах і колодязях, суміжних родовищах і водозаборах підземних вод. Періодичність замірів кількісного та якісного стану порушенного режиму підземних вод здійснюється 4 рази на рік (що-квартально), а на критичних об'єктах з метою оцінки впливу зональних і локальних чинників – що-місячно.

В умовах відкритого і напівзакритого Донбасу необхідно створити надійну систему моніторингу порушенного режиму підземних ввод у складі 12–15 вугільних шахт, 30 режимних свердловин в умовах слабкопорушеного (фонового) режиму підземних вод і 35–40 індикативних режимних свердловин в умовах техногенного впливу: периферійні ділянки шахтних полів, промислово-міських агломерацій, ділянки інтенсивного забруднення поверхневих вод, зона розмежування тощо. Концентрації забруднюючих речовин у підземних водах не повинні перевищувати показників стандартів якості, що застосовуються відповідно до законодавства України та Європейського Союзу, не впливати негативно на пов'язані поверхневі води і наземні екосистеми, які безпосередньо залежать від масиву підземних вод. Крім того, регіональний моніторинг повинен унеможливити проникнення (вторгнення) у підземну та поверхневу гідросферу високомінералізованих, солоних, гідротермальних або радіоактивних компонентів.

У цілому для оцінки тренду техногенних змін підземних вод на усіх об'єктах регіональної мережі необхідно створити спеціалізовані бази даних з побудовою моделей та інтерактивних цифрових карт у форматі MS Word, Arc Gis, MS Exel, IPEG тощо. Концептуальні моделі будуть розроблятися для різних рівнів складності від простих якісних презентацій басейнових закономірностей до складних комбінацій якісних і кількісних змін техногенно порушенного стану та опису гідрогеологічних процесів і наслідків.

Висновки

Регіональне погіршення умов формування поверхневих водних ресурсів і збереження значного техногенного впливу на підземні води Донецької та Луганської областей із перевищенням санітарно-хімічних показників якості значною мірою обумовлені наслідками екстенсивної незбалансованої індустріалізації Донбасу в період планової економіки, незадовільний стан яких становить одну із найнебезпечніших загроз для екологічної та соціально-гігієнічної безпеки регіону в умовах військової операції (АТО). Тому моніторинг підземних вод Донбасу повинен здійснюватися системно і комплексно із пооб'єктовим збиранням та аналізом

інформації про кількісний та якісний стан масивів підземних вод у гідрогеологічних басейнах, геологічних структурах, гірничовидобувних і промислових районах, родовищах і водозаборах підземних вод як на загальнодержавному, так і на обласному і місцевому рівнях. Першочергово за рахунок цільових коштів обласного фонду охорони навколишнього природного середовища необхідно здійснювати моніторинг техногенно-порушених горизонтів підземних вод у промислово-міських агломераціях, у районах критичної інфраструктури гірничовидобувної діяльності, в зоні проведення військової операції (АТО) і на об'єктах наземних екосистем. При цьому необхідно забезпечити функціонування взаємно інтегрованих мереж, моніторингу як підземних, так і поверхневих вод згідно вимог Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу та Директиви України і ЄС щодо підземних вод.

ЛІТЕРАТУРА

1. Региональные изменения геологической среды Донбасса в связи с выводом шахт из эксплуатации/Информационный бюллетень ГГИФ "Геоинформ", 1997. – Киев: 53 с.

2. *Сляднев В. А.* Оценка уязвимости подземных вод углепромышленных районов донбасса/Уголь Украины, ноябрь, 2002. – С. 38–41.

3. *Яковлєв Є. О.* Попередня оцінка екологічної небезпеки резервних джерел питно-господарського водопостачання населення Донбасу (Донецька та Луганська області) за умов АТО/Український НДІ цивільного захисту ДСНС України, 2017. – Київ: 126 с.

УДК 550.4

ТЕКТОНИЧЕСКИЙ ФАКТОР ПРИ ПОИСКАХ ФЛЮОРИТА СРЕДНЕГО ПРИДНЕСТРОВЬЯ

Э. Я. Жовинский[1], Н. О. Крюченко[2]
1 – д-р геол.-минерал. наук, проф., чл.-кор. НАНУ, Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н. П. Семененко Национальной академии наук Украины, г. Киев, Украина, zhovinsky@ukr.net, 2 – д-р геол. наук, старший научный сотрудник, Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н. П. Семененко Национальной академии наук Украины, г. Киев, Украина, nataliya.kryuchenko@gmail.com
По результатам анализа приуроченности рудопроявлений флюорита Среднего Приднестровья к зонам тектонических нарушений определены эффективные геохимические методы (литохимические, гидрохимические, термодинамических расчетов) для прогнозирования перспективных участков.

TECTONIC FACTOR FOR SEARCHING FOR FLUORITE OF MIDDLE TRANSNISTRIA

E. Y. Zhovinsky[1], N. O. Kryuchenko[2]
1 – Ph. D of geol.-min., Professor, Member of the National Academy of Sciences of Ukraine, M. P. Semenenko Institute of geochemistry, mineralogy and ore formation of the National Academy of sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, zhovinsky@ukr.net, 2 – Ph. D of Geology, Senior Researcher, M. P. Semenenko Institute of geochemistry, mineralogy and ore formation of the National Academy of sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine, nataliya.kryuchenko@gmail.com
Based on the results of the analysis of the confinement of the ore occurrences of fluorite of the Middle Transdniestria to zones of tectonic disturbances, effective geochemical methods (lithochemical, hydrochemical, thermodynamic calculations) have been determined to predict promising areas.

Вступление. Изучение закономерностей размещения флюоритовых месторождений показало, что большинство из них, связано с зонами тектоно-магматической активизации. Решение обратной задачи – выявление зон тектоно-магматической активизации может стать основным критерием поисков таких месторождений и рудопроявлений, как показано нами, на примере Среднего Приднестровья.

Цель исследований. Применение геохимических методов выявления зон тектонических нарушений, как перспективных, при поисках флюорита.

Методы исследований. Литохимический, гидрохимический и термодинамические расчеты.

Новизна исследований. Выявление геохимическими методами тектонических зон при поисках рудопроявлений флюорита.

Результаты исследований. Как показали геохимические исследования территории среднего Приднестровья для выявления зон тектонических нарушений наиболее целесообразно применение литохимических, гидрохимических методов и термодинамических расчетов [1].

Литохимические аномалии фтора имеют преимущественно эндогенную природу и отражают тектоническую активизацию территории. В этот период фтор поступает с вулканическими газами главным образом в виде *HF* и осаждается непосредственно в районе тектонического нарушения, образуя фториды, или сорбируется различными минеральными видами. В этом случае аномалии имеют контрастный характер и отражают зону тектонического нарушения. Значительная часть фтора поступает с пирокластическим материалом. Образующиеся при этом литологические аномалии несколько расплывчаты, а значительные площади их формирования, обусловлены геологическими, геоморфологическими, климатическими и другими факторами. Такой же расплывчатый характер имеют литологические аномалии в районах развития фосфоритовых образований, горизонтальных прослоев монтмориллонитовых глин и полей развития слюдистых пород. Исключение составляют приуроченные к зонам тектонических нарушений рудопроявления флюорита и алюмофторидов.

В зонах тектонических нарушений, благодаря увеличению скорости движения подземных вод, происходит дополнительное поступление фтора в раствор из контактирующих с водами пород. Наиболее хорошо они фиксируются в районах интенсивного развития неотектонических процессов (участки сел Бахтин, Сказинцы, Щербовцы и др.), в результате чего создаются условия, благоприятные для “проницаемости” разломов, и увеличения гидродинамической связи водоносных горизонтов различных геолого-структурных этажей осадочной толщи. В этих зонах происходят локальные изменения физико-химических особенностей минерального состава подземных вод и аномальные содержания фтора объясняется поступлением глубинных вод с резко отличными химическими свойствами. Как показали исследования, подземные воды Среднего Приднестровья характеризуются содержаниями фтора от 0,1 до 5 мг/дм^3 (в среднем 0,4–0,5 мг/дм^3). По степени насыщенности фтором почти все воды относятся к водам, недосыщенным фтором (максимальная

насыщенность 70–90 %), исключение составляют воды верхнепротерозойского комплекса отдельных локальных участков (более 200 %).

Для разбраковки гидрогеохимических аномалий фтора и выявления аномалий, связанных с зонами тектонических нарушений, разработана специальная методика. Она состоит в термодинамическом расчете условий равновесия природной системы раствор – порода и определении степени насыщенности подземных вод фтором. С помощью этой методики можно определять аномалии, связанные с зонами тектонических нарушений и тектоническими узлами, где происходит максимальная разгрузка подземных высокоминерализованных вод глубинного формирования.

Термодинамический анализ позволяет расшифровать не только сущность, но и геохимическую направленность процесса: в одних случаях растворение флюорита и переход ионов фтора в раствор; в других – выпадение фтора в виде флюорита. Если определено, что процесс направлен в сторону выщелачивания, то аномальные содержания фтора будут непосредственно связаны с рудным телом и служить поисковым критерием на флюорит. Если же установлено, что процесс направлен в сторону рудообразования флюорита, то повышенные (аномальные) содержания фтора в воде будут указывать на наличие глубинного привноса и служить признаком тектонического нарушения. Применяя этот метод, можно определять природу различных гидрохимических аномалий фтора и выявлять аномалии, связанные с рудными телами.

Так, по гидрохимическим данным, а также в совокупности с данными, полученными другими методами исследования выделена перспективная тектоническая зона для поисков флюорита, где аномальные содержания фтора изменяются в пределах 12–18 мг/дм^3. При выделении зон тектонических нарушений тесная корреляционная связь установлена для фтора и лития. Так, фтороносные воды, приуроченные к зонам тектонических нарушений, характеризуются увеличением (в 5 раз) содержания Li_2O (при фоне 0,03 мг/дм^3).

Применение вышеприведенных геохимических методов поисков позволили на территории среднего Приднестровья выделить перспективные площади для поисков рудопроявлений флюорита, приуроченных к зонам тектонических нарушений (рисунок).

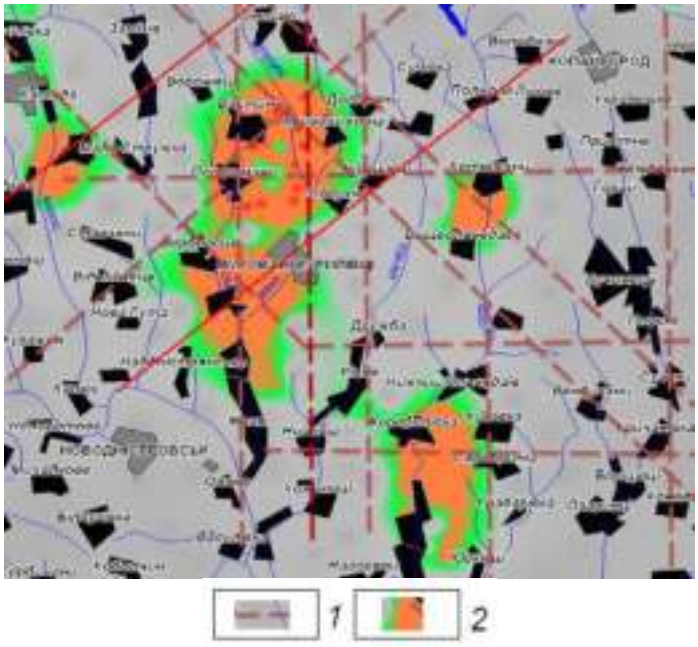


Рисунок. Схема перспективных участков Среднего Приднестровья для выявления флюоритовых рудопроявлений по геохимическим методам
1 – зоны тектонических нарушений, 2 – перспективные участки

Приуроченность оруденения к зонам тектонических нарушений может служить основными критериями при прогнозировании и поисках месторождений флюорита и других полезных ископаемых.

Выводы. Установлена эффективность применения геохимических методов (литохимических, гидрохимических и термодинамических расчетов) для выделения зон тектонических нарушений, как перспективных для поисков флюорита на территории Среднего Приднестровья**.**

ЛИТЕРАТУРА

1. *Жовинский Э. Я.* Геохимия фтора в осадочных формациях юго-запада Восточно-Европейской платформы/Э. Я. Жовинский. – К.: Наукова думка, 1979. – 199 с.

УДК 528.88:553.078:551.243 (477)

НЕТРАДИЦІЙНІ ПІДХОДИ В РОЗКРИТТІ МІНЕРАГЕНІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ: ЧИННИК ЧАСУ

Г. О. Земсков[1], В. Г. Яценко[2]
1 – ДУ "ІГНС НАН України", м. Київ, Україна, 2 – канд. геол.-мінерал. наук, ДУ "ІГНС НАН України", м. Київ, Україна, vgyatsenko@gmail.com
Наявні нетрадиційні підходи в дослідженнях геологічного простору України трактуються як об'єктивне явище наукового пізнання. Через систему циклів Бертрана і Вілсона, з одного боку, і послідовні мегахрони необоротних геологічних перетворень, з іншого, характеризується високорангова структура "геологічного часу" формування південно-західної частини Східноєвропейської платформи. На цій основі виділено головні геодинамічні і відповідні їм рудогенні рубежі регіону.

NONTRADITIONAL APPROACHES IN THE DISCLOSURE OF THE MINERAGENIC POTENTIAL OF THE TERRITORY OF UKRAINE: THE FACTOR OF TIME.

G. A. Zemskov[1], V. G. Yatsenko[2]
1* – IEG NASU, *Kyiv, Ukraine, 2* – IEG NASU, *Kyiv, Ukraine, vgyatsenko@gmail.com
Existing non-traditional approaches in the study of the geological space of Ukraine are treated as an objective phenomenon of scientific knowledge. Through the cycle system of Bertrand and Wilson, on the one hand, and the successive megahrons of irreversible geological transformations, on the other hand, the high-ranking structure of the "geological time" of the formation of the southwestern part of the East European platform is characterized. On this basis, the main geodynamic and corresponding to them oreogenic boundaries of the region are identified.

Відомо, що в процесі наукового пізнання виникають ідеї, які або висвітлюють проблеми, так чи інакше подолані загальноприйнятою концепцією, або намічають і сприяють розробці нових напрямів, що тією чи іншою мірою йдуть з нею в розріз. Подібні розвідування знаходяться начебто на узбіччі "традиційного" потоку наукових досліджень. Вони найчастіше маловідомі, "за замовчуванням" не визнанні і можуть кваліфікуватися як "нетрадиційні". Такими в Україні, на наш погляд, нині можна вважати праці Р. Я. Бєлєвцева, Н. І. Дерябіна, В. П. Кирилюка, А. Є. Лукіна, Ю. А. Муравейника, Ю. П. Оровецького, К. Ф. Тяпкіна, Г. М. Яценка. Ймовірно, сюди ж слід зарахувати також низку менш відомих праць (Земсков, 2002, 2008; Земсков, Александров, 2004–2005; Кулиш, Земсков, 2005; Земсков, Яценко, 2010 та ін.), на яких закцентовано увагу в цьому дослідженні. В рамках даного регіону вони порушують такі категоріально-базові проблеми металогенії, як "геологічний час" і "геологічний простір". Вони коротко розглянуті тут почергово в двох взаємопов'язаних повідомленнях.

Аспекти геологічного часу

В останні роки в ізотопній геохронометрії регіону намітився значний прогрес (Щербак та ін., 2005, 2008), що уможливлює порівняно широке використання тимчасових характеристик геологічних процесів на новому рівні, й проведення металогенічних досліджень у більш збалансованому співвідношенні часу й простору. Сучасний вибух наукового інтересу до цієї проблеми пов'язаний переважно з новими ідеями циклоутворення (наприклад, "цикли Вілсона"), що базуються на вивченні процесів утворення і розпаду суперконтинентів в історії Землі (Хаин, 2000; Хаин, Ломизе, 2005 та ін). Водночас важливо підкреслити, що всі ці великомасштабні геоцикли, виявлені в надрах різних геотектонічних концепцій, знаходять пояснення з позицій пульсаційного розвитку Землі (В. Бухер, М. А. Усов, В. А. Обручев, Є. Є. Мілановський). Згідно з такими уявленнями, періодично виявляється геодинамічний режим "розширення-стиснення" загальної маси Землі, що в цілому зумовлює різномасштабну циклічну впорядкованість геологічних явищ. На думку деяких дослідників, першопричина тут вбачаєсь в аномальних ефектах, що виникають у період проходження Сонячної системи навколо центра галактики (Галанин, 2001; Кулинкович и др., 2005; Макаренко, 2011; Панкуль, 1986 и др.), а також у характері гравітаційно-припливної взаємодії в системі Місяць–Земля (Авсюк, 1993), що задовільно пояснює цикл Бертрана (~200 млн років). Позаземна зумовленість циклу Вілсона поки що чітко не визначена, а його періодичність (~800 млн років) здебільшого пов'язують з явищем мантійної конвекції. Водночас не можна не брати до уваги його очевидну синхронізацію з циклом Бертрана (200 млн років ×4=800 млн років). Цілком імовірно, що в цьому виявляються різнопорядкові наслідки єдиної причини.

З урахуванням цих даних пропонується високорангова структуризація "геологічного часу" й еволюційно-циклічна система розвитку південно-західної частини СЄП. Ця конструкція, що ідейно базується на пульсаційній концепції еволюції Землі, містить у собі такі принципові обмежувальні умови (табл. 1):

– тривалість циклів Бертрана – 200 млн років, Вілсона – 800 млн років;

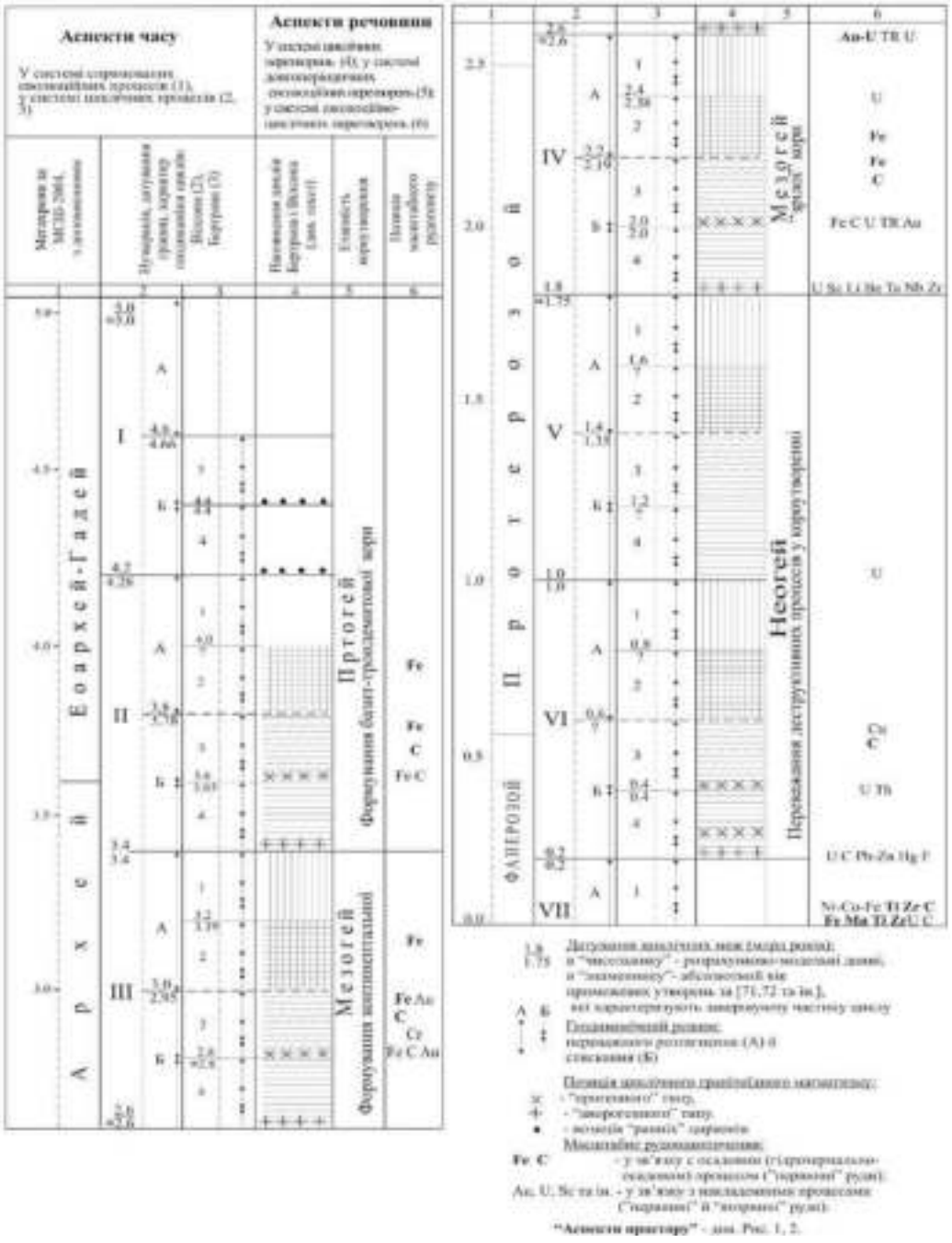
– незмінність прийнятих параметрів періодичності циклів по всій шкалі геологічного часу;

– комплементарність циклічної різномасштабності – кожен цикл Вілсона складається з чотирьох циклів Бертрана;

– незмінність поступально-поворотного геодинамічного вмісту циклів: перша частина циклу – процеси домінуючого розщирення, друга – домінуючого стиснення;

– прив’язка всієї циклічної системи до найбільш видимої й відносно добре вивченої загальнопланетарної геологічної події датується тимчасовою оцінкою ~200 млн років – початку розпаду останнього суперконтиненту (Пангея Вегенера); тим самим задається певний тектоно-геодинамічний сенс кордонів циклів Вілсона як зміна режиму цілісності суперконтинентів в історії Землі (“стиснення”) на режим їхнього розпаду (“розтягування”).

Прийнята тут логіка структуризації повної розгортки шкали “геологічного часу” зумовлює стартову позицію першого циклу Вілсона на позначці ~ 5 млрд років, з чим, як відомо, співвідноситься акт утворення Сонця і тісно пов’язаний з ним процес початку індивідуалізації виниклої при цьому “газо-пилової” (за іншими уявленнями “зоряної”) субстанції – матеріальної основи планети Земля (Рудник, Соботович, 1984; Сорохтин,



Таблиця 1. Структура еволюційно-циклічного процесу формування південно-західної частини Східноєвропейської платформи

Ушаков, 2002 и др.) і по суті запуск механізму “геологічного процесу”, найважливішою характеристикою якого є “геологічний час”.

За таким алгоритмом можна виділити сім циклів Вілсона (I-VII, табл. 1), один із яких (цикл VII) є незавершеним. Перша за часом половина циклу (А) співвідноситься з тектоно-геодинамічним режимом переважного розширення, друга (Б) – з режимом переважного стиснення. Кожна із них (А, Б) включає по два цикла Бертрана (А – 1, 2; Б – 3, 4), які, у свою чергу, за аналогічною схемою діляться на “геосинклінальну” (розширення) та “орогенну” (стиснення) частини. Вся геологічна історія Землі, таким чином, охоплюється шістьма завершеними й одним незавершеним циклами Вілсона з комплементарно вхідними в них 25 повними циклами Бертрана (табл. 1). Як підтвердив аналіз, отримана структура часу процесу формування південно-західної частини СЄП цілком задовільно співвідноситься з ходом і характером великомасштабних геологічних явищ регіону. Це стосується як емпіричних датувань границь циклів, які дуже близькі або збігаються з розрахунково-теоретичними даними, так і їх тектоно-динамічного змісту в аспекті подієвого наповнення (структуроутворення, осадонакопичення, метаморфізм, магматизм, рудогенний процес).

Загальний механізм формування південно-західної частини СЄП включає першопричинно обумовлений, ймовірно, позаземним чинником мегациклічний процес, який виявляється в упорядкованому повторенні певного комплексу геологічних утворень, здійснюваного через чотириланкову систему циклів Бертрана у складі циклів Вілсона. Принципову схему цього процесу можна подати в такому вигляді (табл. 1):

– Перший цикл Бертрана (А-1) характеризує геодинаміку наростання розширення і початок розпаду суперконтиненту (при розгляданні цього процесу в рамках “тектоніки плит”) з домінантою ерозійно-денудаційних процесів і локального накопичення осадів. У завершальній частині циклу можливий ультрабазит-базитовий, меншою мірою – середньокислий і кислий магматизм. Рудогенні процеси: седиментогенні, магматогенні, гідротермально-осадові, гіпергенні перетворення раніше сформованих родовищ. Формування першого циклокомплексу Бертрана.

– Другий цикл (А-2) – домінанта розширення в початковій частині циклу, співвідноситься з максимальною фазою розпаду суперконтиненту. Накопичуються коматиїт-толеїтові, вулканогенно-осадові, хемогенні утворення. Рудогенні процеси: вулканогенний, гідротермально-осадовий, осадовий. Характерне масштабне залізонакопичення. Формування другого циклокомплексу Бертрана.

– Третій цикл (Б-3) – глобальні умови стиснення і метаморфізму; головна фаза складчастості й гранітизації наприкінці циклу; створення нового суперконтиненту. Вулканогенно-осадове, хемогенно-осадове, теригенне осадонакопичення. Характерне масштабне формування вуглецевмісних й карбонатних формацій. Рудогенні процеси: метаморфогенний, магматогенний, гідротермальний, осадовий тощо (U, Au, Th, TR та ін.). Формування третього циклокомплексу Бертрана.

– Четвертий цикл (Б-4) – ослаблення фонового стиснення, завершення збирання нового суперконтиненту, моласоїдне осадонакопичення, анорогенний магматизм (завершальна фаза гранітизації). Рудогенні процеси: магматогенний, гідротермальний та ін. (U, Ti, P, Sc тощо). Формування четвертого циклокомплексу Бертрана, а також завершення формування циклокомплексу Вілсона.

Загальний механізм перетворення геологічної речовини, як зазначалося вище, не вичерпується суто циклічними процесами. За базовий критерій еволюційного розвитку ми обрали етапність короутворення розглянутого регіону, яка виявляє довгоперіодичний вимір, близький до подвійних циклів Вілсона. Все це в комплексі з низкою інших процесів спрямованого характеру дає змогу розглядати геологічну еволюцію (згідно з термінологією Г. Штілле) у вигляді трьох завершених мегаетапів однакової тривалості та одного – незавершеного (табл. 1).

I. Протогей (5,0–3,4 млрд років тому) – індивідуалізація протогеологічної матерії; диференціація протопланетної речовини, утворення первинного геосферного розшарування; формування цілісного сіалічного шару (“ТТГ-асоціація”); широкий розвиток плюм-тектонічних процесів із формуванням овально-купольних структур; прояв метаморфізму гранулітової фації (у пульсаційно-змінних термодинамічних умовах); формування практично безкисневої, можливо (Р. Я. Белевцев, 2012) газоводної атмосфери; рудопідготовчі процеси. Сформовано “протогейський” еволюційно-циклічний мегакомплекс (структурно-речовинні утворення I і II циклів Вілсона) – перший мегаповерх у континентальній структурі земної кори.

II. Мезогей (3,4–1,8 млрд років тому) – можливості крихких деформацій і первинне блокування континентальної кори; формування зеленокам’яних областей в умовах континентально-рифтогенного режиму; формування “зрілої” кори із широкою участю K-Si- флюїдів, переважання амфіболітової фації метаморфізму; малокиснева атмосфера; формування гідросфери. Сформовано “мезогейський” еволюційно-циклічний мегакомплекс (структурно-речовинні утворення III і IV циклів Вілсона) – другий мегаповерх у континентальній структурі земної кори.

III. Неогей (1,8–0,2 млрд років тому) – домінування деструктивних процесів у короутворенні (рифтогенез); масштабний прояв плейт-тектонічних процесів у другій половині мегаетапу: переважання низькотемпературних фацій метаморфізму; висококиснева атмосфера; широкий розвиток регенераційних рудних формацій. Сформовано “неогейський” еволюційно-циклічний мегакомплекс (структурно-речовинні утворення V і VI циклів Вілсона) – третій мегаповерх у структурі земної кори.

IV. Почавшись на рубежі 0,2 млрд років тому “постнеогейський” мегаетап перебуває на ранній стадії реалізації (завершення першого циклу Бертрана у складі VII циклу Вілсона) і поки що не має узагальнювальних характеристик.

Отже, розглянута вище повторюваність “геологічного процесу” (циклічність) органічно доповнюється іншою, власне еволюційною властивістю, що характеризує спрямованість і незворотність якісних змін земної кори, які відбуваються в рамках найбільших послідовних змін мегахрон на рівні 5,0–3,4–1,8–0,2 млрд років. Усе це дає можливість, як уже зазначалося, подати структуру геологічного розвитку (стосовно південно-західної частини СЄП) у вигляді еволюційно-циклічної системи (табл. 1).

Отже, структуру геологічного процесу (і часу) розглянутого об'єкта-регіону можна подати у вигляді еволюційно-циклічної системи, де його повторюваність (циклічність) органічно доповнюється іншою, власне еволюційною властивістю.

Стосовно означеної проблеми, спираючись на вищенаведені дані, можна виділити два базові чинники формування УММП в аспекті геологічного часу:

1. Виняткова тривалість “геологічного процесу”, включаючи його рудогенну складову. Мається на увазі вельми широкий загальний часовий діапазон, у рамках якого відбувалося утворення геологічних і рудних формацій. “Рудні” й “нерудні” корисні копалини формувалися тут від раннього архею (залізо, графіт та ін.) до теперішнього часу (уран, торф тощо).

2. Упорядкована дискретність геологічного часу при функціонуванні “геологічного процесу”, де власне рудогенез займає цілком певне положення. Ця властивість геологічного часу проявляється в нашому випадку в мегациклічній і мегаетапній впорядкованості геологічного розвитку в цілому, що дає можливість виділити такі часові металогенічні категорії: “рубежі”, “етапи”, “епохи”, “періоди”, “мегаперіоди”, “історико-геодинамічні ряди родовищ” (Земсков, Яценко, 2010).

Високоранговий фактор часу відіграє значну роль у формуванні різних видів корисних копалин регіону. Наприклад, наймасштабніше первинне залізонакопичення відмічено у другому, і в нижній частині третього циклів Бертрана у складі всіх докембрійських циклів Вілсона, а вуглецеве накопичення (графітоносна формація) – у третьому циклі Бертрана. Такого роду закономірності виявлені також для урана, золота, алмазів, рідкіснометалевих, рідкісноземельних та інших елементів.

УДК 528.88:553.078:551.243 (477)

НЕТРАДИЦІЙНІ ПІДХОДИ В РОЗКРИТТІ МІНЕРАГЕНІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ: ЧИННИК ПРОСТОРУ

Г. О. Земсков[1], В. Г. Яценко[2]
1 – ДУ "ІГНС НАН України", м. Київ, Україна, 2 – канд. геол.-мінерал. наук, ДУ "ІГНС НАН України", м. Київ, Україна, vgyatsenko@gmail.com
У нетрадиційному ключі розглянута платформна частина геологічного простору України. Цей простір характеризується як структурно-металогенічнавідокремленість української частини Східноєвропейської мегаплюмової структури радіально-концентричної будови і кваліфікується як "Українська мінерагенічна мегапровінція". Передбачається структурно-генетичний зв'язок Східноєвропейської мегаплюмової структури, включно з Українською мінерагенічною мегапровінцєю з Африканським суперплюмом.

NONTRADITIONAL APPROACHES IN THE DISCLOSURE OF THE MINERAGENIC POTENTIAL OF THE TERRITORY OF UKRAINE: THE FACTOR OF SPASE

G. A. Zemskov[1], V. G. Yatsenko[2]
1 – IEG NASU, Kyiv, Ukraine, 2 – IEG NASU, Kyiv, Ukraine, vgyatsenko@gmail.com
The platform part of the geological space of Ukraine is considered in an unconventional way. This space is characterized as the structural and metallogenic apartness of the Ukrainian part of the East European megaplyum structure of the radial concentric structure and is qualified as the "Ukrainian Mineragenic megaprovincia" It is assumed that the structural and genetic relations of East European megaplyum structure, including Ukrainian Mineragenic megaprovincia, with the African superplume.

Незважаючи на відносно високий ступінь вивченості українського геологічного простору, поки що немає достатньої одностайності щодо його зв'язку з високоранговими утвореннями, які визначають його загальну структурну локалізацію. Його платформенне обмеження зазвичай позначають як "південно-західну частину Східно-Европейської та платформи (СЄП)". Однак у такому формулюванні не розкривається вся повнота його структурної зумовленості в ході загальної еволюційно-циклічної канви розвитку, у процесі якої, як відомо, одночасно співіснують геологічні об'єкти всіх ієрархічно супідрядних рівнів структуроутворення (глобального, трансрегіонального регіонального та районно-локального). Ситуація ускладнюється тим, що з багатьох питань формування самої структури СЄП усе ще не досягнуто прийнятного взаєморозуміння геологів. Не зупиняючись на деталях подібності й відмінності наявних поглядів, особливо підкреслимо, що серед маси публікацій "традиційного" характеру, де останнім часом переважають структурні побудови плейт-тектонічного напряму, є низка праць "нетрадиційного" спрямування, в яких СЄП у цілому розглядають як структуру радіально-концентричного типу, що довгостроково розвивається (Оровецкий, 1993, 2010; Земсков, 2002; Земсков, Александров, 2004, 2005 и др.). Нині розробка цього напряму досягла рівня, коли розвиток СЄП протягом значного періоду геологічного часу видається обумовленим глибинно-тектонічним процесом, пов'язаним з форіруванням "плюма" або "суперплюма".

Витоки такого роду ідей, ймовірно, слід відносити до періоду більш 30-річної давності (В. В. Соловйов, 1978; Р. М. Валєєв, 1978), що певною мірою пов'язано з періодом широко проведених раніше космогеологічних і морфоструктурних досліджень. Слід зазначити, що велику роль у розробці цієї проблеми відіграв Ю. П. Оровецький, який показав глибинність структури, належність її епіцентру до виділеного ним архейського "гарячого поясу", установив радіальний характер її будови (Оровецкий 1990, 1993, 2010). В останній праці автора ця структура визначена як "Верхньоволзький суперплюм", що функціонував протягом протерозою-фанерозою, а це вже само по собі, як він вважає, є індикатором неприпустимості тут концепції тектоніки плит.

Значний внесок у розвиток подібного подання генезису СЄП зробили також праці інших дослідників. Серед них дуже цікавими є дослідження В. І. Горного (Горный, 2000), який, зокрема, виділив Московську термічну кільцеву структуру (ТКС) першого порядку, що охоплює значну частину території СЄП, а також кілька ТКС другого порядку, приурочених до її периферії. На думку автора, "Московська ТКС може трактуватися як відображення сучасної мантійної конвекції в температурі земної поверхні. Нагрітий центр цієї ТКС відповідає місцю підйому мантійної речовини і високого конвективного виносу тепла". А локальні ТКС – відображення "гарячих струменів", що йдуть із нижньої мантії або безпосередньо від ядра.

У наших працях (Земсков, 2002; Земсков, Александров,2004, 2005; Кулиш, Земсков, 2005; Кулиш, Земсков, Александров, 2005) СЄП представлена як виключно стале в часі геологічне утворення, де домінантою структуроутворення є радіально-концентричний тип упорядкування її загальної структури, обумовленого, як передбачається, наявністю тривало функціонуючого централізованого енергетичного осередку – "Східноєвропейського суперплюму" (Земсков, Александров, 2005; Кулиш, Земсков, 2005). І хоча такий мотив у структурній еволюції найпереконливіше простежується на "мезогей–неогейському" етапі розвитку, не виключено, що тенденція до спільного центрування структуроформувального енергетичного осередку

з'явилася вже в ранньому археї. Геологічний простір мегакомплексу, сформованого на "протогейському" мегаетапі (цикли Вілсона I, II), примітний у цілому купольно-овоїдною будовою. Ці округлі в плані безрозломні утворення характеризуються як прояв умов пластичних деформацій і досягають 600–1200 км у поперечнику. В генетичному плані вони трактуються як найдревніші сіалічні ядра консолідації (Гинтов, 1978; Глуховский, 1990), що нерозривно пов'язані з формуванням основного об'єму "ТТГ-асоціації" на рубежі не пізніше як 3,6–3,4 млрд років тому, і в цілому мають плюмову природу (Минц, 2011). З однією з таких структур, виділених М. З. Глуховським та ін., просторово збігається Верхньоволзький плюм Ю. П. Оровецького. Епіцентр цієї радіально-концентричної структури постійно тяжів до простору поблизу м. Москва. Перелом у стилі структуроутворення настав в епоху формування класичних зеленокам'яних поясів ("мезоглей"), які закладалися вже на жорсткій корі сіалічного типу, сприятливій для розвитку крихких деформацій, у тому числі розломних структур лінійного характеру. Частина з них у подальшому була успадкована й увійшла в загальну структуру радіально-концентричної системи СЄП. У результаті аналізу геолого-геофізичних і космогеологічних даних ми виділили й розглянули високорангові радіальні та концентричні елементи будови СЄП, особливо західної її половини. Одним із головних структурних елементів концентричного типу тут є Балтійсько-Український пояс (БУП) поліхронної мобільності та структурної спадковості, який дугоподібно простягається на відстань понад 2 500 км за ширини 500–600 км (Кулиш, Земсков, 2005). Його активне формування пов'язують з початком індивідуалізації Східноєвропейського кратону на рубежі архею–протерозою. Успадкований характер будови цієї структури простежується упродовж усього еволюційно-циклічного розвитку СЄП. Для БУП показова симетрична структурна зональність, де чітко простежуються три зони: "Центральна", "Західна" і "Східна". Центральна зона відповідає області тектоно-термальної переробки та гранітизації нижньодокембрійських утворень свекофенно-карельського етапу формування СЄП. Цей структурний елемент добре простежується також по дугоподібних трасах масивів гранітів-рапаківі, широко проявлених тут продуктах поліхронної активізації та малопотужному платформному чохлу. Західна і Східна зони БУП примітні розвитком рифей-фанерозойських рифтогенних процесів з формуванням значних за обсягом струкурно-формаційних комплексів осадового чохла. Слід зазначити, що характер компонування тектонічних форм платформного чохла БУП відображає його загальні зонально-структурні закономірності. Це виявляється в тому, що вздовж середньої частини поясу проходить смуга підняттів, а по його периферії – опускань. Дуже характерно, що загальні дугоподібні обриси БУП, включаючи вищезгадані складові його зони, конформно узгоджуються із зовнішнім контуром Московської ТКС, а більші частини його Західної та Центральної зон збігаються з виділеною В. В. Гордієнком "Транс'європейською зоною сучасної активізації". У цьому контексті додаткове тлумачення отримує виділений за геофізичними матеріалами в південно-західній і південній частинах УЩ протяжний дугоподібний лінеамент "В" (Соллогуб, 1986). Він займає конформне положення щодо загальної конфігурації південно-західної частини БУП, підкреслює її дугоподібний характер і, ймовірно, просторово визначає найраніший кордон між згаданими вище Центральною і Східною зонами.

Геологічний простір охарактеризованого поясу радіальними елементами СЭП проділяється на три різні за будовою структурні утворення – мегаблоки: Балтійський, Прибалтійско-Білоруський та Український. Як супідрядні структурні елементи мегаблоки співвідносяться, таким чином, не тільки з власне БУП, але й із секторіальними утвореннями СЄП, де значну роль відіграють глибинні розломи, які тривалий час розвиваються, переважно палеопротерозойського закладання. Аналіз засвідчив, що геологічний простір Українського мегаблоку резонно кваліфікувати як "Українську мінерагенічну мегапровінцію" (УММП), яка об'єднує в єдину систему всі виділені тут раніше металлогенічні підрозділи в ранзі провінцій, зон, областей та ін.

Це дає можливість, по-перше, визначити її позицію в загальному структурному і металогенічному просторі СЄП і, по-друге, уточнити й додати її зовнішнім контурам більш визначеного структурно-геологічного мотиву. Резонно вважати, що повна базова підпорядкованість УММП має включати в себе, крім того, структурні зв'язки трансконтинентально-глобального рівня.

Цілком можливо, що тут існує структурно-генетична підпорядкованість на сучасному структурному плані. Незрівнянно більші масштаби прояву Африканського суперплюму (рис. 1) щодо інших геотермічних утворень цього плюмового угруповання позначають його як найбільш високорангову структуру такого типу (Никишин, Якубчук, 2002; Хаин, Гончаров, 2006 и др.). Не виключено, що виявлене розмірне співвідношення структур відображає природний ієрархічний ряд близьких за генезисом утворень. У такому випадку надана нами раніше узагальнена кваліфікація плюмів Оровецького і Горного як "Східноєвропейського суперплюму" (Кулиш, Земсков, 2005) не зовсім коректна, бо в реальності відповідає ранговій розмірності "мегаплюму" у масштабній послідовності супідрядних структур "суперплюм–мегаплюм–плюм". У такому ряду супідрядності виявлені В. І. Горним термічні кільцеві структури (ТКС-2) і відповідні їм виділені раніше кільцеві утворення ("поліхронно-поліциклічно активізовані структури", "палеокуполи" та інші: (Науменко и др., 1990; Земсков, 2002; відповідатимуть рангу "плюму". Отже, Східноєвропейський мегаплюм, як глибинна структура основа СЄП, може бути супідрядним утворенням Африканського суперплюму (рис. 1).

Отже, геологічний простір УММП у такій інтерпретації постає як частина одного з супідрядних елементів структурно-енергетичної (геодинамічної) системи, в основі якої (на планетарному рівні) знаходиться флюїдоенергетичний простір земного ядра у зв'язці з Африканським суперплюмом. Пропоноване структурно-генетичне трактування УММП має нести в собі неминучі можливості подальшого розкриття і переоцінюванняпотенційних мінеральних ресурсів в Україні.

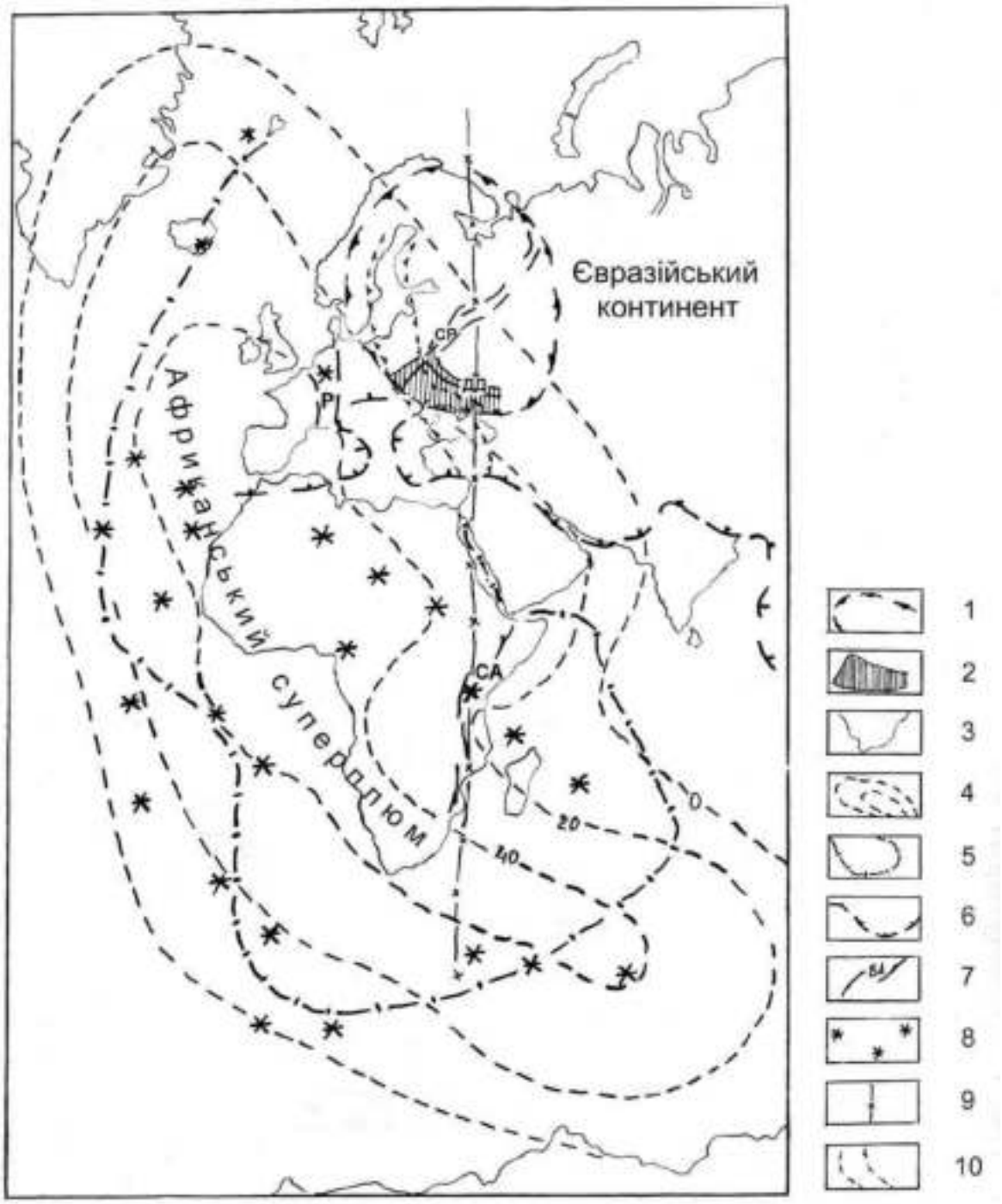


Рис. 1. Положення Східноєвропейської платформи та Української мінерагенічної мегапровінції в структурі Африканського суперплюму

1 – Східноноєвропейська платформа (Східноноєвропейська мегаплюмова структура); 2 – Українська мінерагенічна мегапровінція. *Структурні елементи Африканського суперплюму (за Никишин , 2002 и др., з доповненнями):* 3 – обриси континентів (з островами); 4 – здуття геоїда (ізолінії через 20 м); 5 – зони спредингу; 6 – зони субдукції і колізії; 7 – зони континентальних рифтів (Східноафриканського (СА), Рейнського (Р), Середньоруського (СР), Дніпровсько-Донецького (ДД); 8 – гарячі точки; 9 – Східноєвропейсько-Мозамбіцький архейський гарячий пояс (Оровецкий, Коболев, 2006); 10 – Транс'європейська зона сучасної активізації (Гордиенко, 1996).

Для їх реалізації, проте, належить подолати чимало невизначеностей теоретичного характеру. Перш за все, як видається, треба виявити і зрозуміти характер структурного зв'язку Східноноєвропейської мегаплюмової структури з Африканським суперплюмом, якщо, звісно, цей зв'язок ("рангова залежність") тут принципово існує. В такому контексті цікавими є ідеї, викладені у праці В. Є. Хаіна, М. А. Гончарова (2006), які передбачають, у тому числі, деяку повторювану картину стійкості загального структурного плану Землі в її історичному розвитку. При цьому вважається, що на континентальному рівні центральна частина АСП-структури – це відносно фіксований у просторі Африканський континент.

Загальний плюм-тектонічний підхід, зокрема виявлені у зв'язку з цим особливості формування геологічного простору в ширшому плані, по-новому визначають генетичний сенс структурних елементів безпосередньо самої УММП, що має важливе металогенічне значення. У цьому відношенні найбільш показовими є виділені раніше великі розломні зони, багато з яких ми інтерпретуємо як складові частини системи радіально-концентричних елементів СЄП. Серед них такі відомі розломно-тектонічні структури, як Сущано-Пержанська, Тетерівська, Немирів-Білоцерківська, Тальнівська, Криворізько-Кременчуцька, Оріхово-Павлоградська, Криворізько-Павлівська. Для них характерне віялове розміщення в плані зі зчленуванням у центральній частині платформи поблизу м. Москва. Будучи закладеними головним чином у палеопротерозої, вони формують і, поліхронно активізуючись, утримують на всіх постархейських етапах розвитку СЄП специфічний структурний каркас регіону. Визначаючи регіональне блокування земної кори, ці зони просторово контролюють широкий комплекс геологічних процесів: тектогенез, осадонакопичення, поліхронний магматизм, метаморфізм, метасоматичні й гідротермальні процеси, а також пов'язане з ними полігенне зруденіння. Регіональні блоки, що ними визначаються, мають переважно ранньопротерозойський вік закладання, близьку розмірність (~300 км) та ізометрично-кільцеву конфігурацію в матеріалах дистанційного зондування. Їх металогенічна значущість залежить від масштабів, інтенсивності та характеру локалізації постархейських активізаційних процесів, що визначається, в тому числі, особливостями взаємодії радіальних і концентричних елементів СЄП за участю ортогональної системи розривних порушень глобального рівня. При цьому утворюються металогенічно найбільш значущі структури, що кваліфікуються як поліхронно-поліциклічно активізовані ділянки земної кори (Волинська, Кіровоградська, Приазовська).

Виявлені на основі нетрадиційних підходів високорангові чинники формування УММП можуть бути представлені як базова передумова для повнішого розкриття її минерагеничного потенциалу і розвитку мінерально-сировинної бази України.

УДК 552.323.6:553.81

О ПОСТМАГМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ КИМБЕРЛИТОВ

Н. Н. Зинчук[1], М. Н. Зинчук[1]
1 – Западно-Якутский научный центр АН РС (Я), г. Мирный, Россия, nnzinchuk@rambler.ru
На основании комплексного изучения коры выветривания кимберлитов на трубках Восточно-Европейской платформ (ВЕП) показан механизм и последовательность их изменения в различных климатических и геолого-тектонических условиях. Показано, что состав элювиальных продуктов зависит не только от климатических и гидродинамических условий гипергенного изменения пород, выполняющих диатремы, а и от свойств и минеральных особенностей вмещающих трубки пород. Резкое повышение в составе основной массы кимберлитов ВЕП тонкодисперсного кварца (за счет влияния вмещающих трубки песчано-алевритовых кварцевых толщ) привело к широкому образованию как в кимберлитах, так и в продуктах их выветривания, сапонита и неупорядоченного вермикулит-монтмориллонитового смешанослойного образования. Отмеченные особенности продуктов выветривания кимберлитов можно использовать как дополнительный критерий при поисках алмазных месторождений на упомянутой платформе.

FEATURES OF POSTMAGMATIC ALTERATIONS OF KIMBERLITES

N. N. Zinchuk[1], M. N. Zinchuk[1]
1 – West-Yakutian Scientific Centre of RS (Y) AS, Mirny, Russia, nnzinchuk@rambler.ru
On the basis of complex investigation of kimberlites crust of weathering on pipes of East-European platform (EEP) mechanism and sequence of their alteration in various climatic and geologic-tectonic conditions are shown. It is indicated that composition of eluvial products depends not only on climatic and hydrodynamic conditions of hypergene alteration of rocks, infilling diatremes, but on properties and mineral specific features of hosting the pipes rocks. Abundance of finely-dispersed quartz (due to the influence of hosting the pipes sandy-aleuritic quartz thick layers) is typical of politic constituent from kimberlites eluvium of EEP, which brought to broad origination of saponite and disordered vermiculite-montmorillonite mixed-layered formation both in kimberlites and in products of their weathering. Denoted features of kimberlites products of weathering may be used as an additional criterion during prospecting of diamond deposits both on EEP and on other ancient platforms.

При изучении кимберлитов главное внимание исследователями уделяется реликтовым структурам и текстурам исходной породы, по которым построены практически все классификации кимберлитовых пород. Основное внимание обычно придается изучению псевдоморфоз, их формы и расположения в породе. Незаслуженно малая роль отводится исследованию цементирующей массы этих природных магматитов. В кимберлитовых породах, в которых сохранилось реликтовое строение, цементирующая масса представлена: а) субмикроскопическим серпентином; б) пелитоморфным карбонатом; в) стекловатым веществом. Под новообразованиями кимберлитов мы понимаем все минералы, сформировавшиеся из термальных растворов, под которыми подразумеваются не только постмагматические ювенильные, но и растворы, образовавшиеся как в период формирования трубки, так и на более поздних этапах её становления, в том числе и в гипергенных условиях. Вторичные минералы кимберлитов составляют обычно более 90 % объема пород и представлены более 60 минеральными видами. Главными вторичными минералами кимберлитов являются серпентин и карбонаты, которыми в основном сложены эти породы. К второстепенным отнесены все остальные минералы, образовавшиеся на разных стадиях становления кимберлитовых трубок. Различные минералы классов – силикаты, карбонаты, оксиды и гидроксиды, сульфиды, сульфаты, галогениды, фосфаты, бораты и битумы – проявляют свойственные только им особенности концентрации и распределения в породах и приводят к различному облику и составу кимберлитов. Проведенными исследованиями установлено своеобразие качественно-количественного распределения в кимберлитовых породах силикатов (серпентин, флогопит, хлорит, вермикулит, тальк, монтмориллонит, сепиолит, таумасит), карбонатов (кальцит, доломит, арагонит, пироаурит, шортит, стронцианит, магнезит, гидромагнезит, хантит), оксидов и гидроксидов (магнетит, гематит, гётит, амакинит, кварц, халцедон, брусит), сульфидов (пирит, сфалерит, галенит, миллерит, пирротин, пентландит, халькопирит, точилинит), сульфатов (ангидрит, гипс, целестин, барит, эпсомит, метабазалюминит, брошантит), галогенидов (галит), фосфатов (франколит), боратов (екатеринит, ферросайбелиит) и битумов. Распределение одного из характернейших вторичных минералов – *серпентина* в телах кимберлитовых трубок зависит не только от состава исходной магматической породы, но и от количества и природы ксенолитов, а также вторичных инфильтрационных процессов. Ксенолиты мантийных ультраосновных пород серпентинизируются одинаково как и кимберлит (то есть первичные оливины и пироксены) частично или полностью замещаются серпентином, содержание которого определяется количеством этих исходных минералов в породе и степенью замещения. Морфология агрегатов серпентина определяет структуру мономинеральной породы, то есть серпентинитов, представляющих в отдельных трубках (Ботуобинская, Нюрбинская и др.) продукты преобразования ультраосновных нодулей, а в большинстве случаев – только определенный участок породы, поскольку значительная ее часть сложена другими минералами, имеющими свою форму индивидов и агрегатов. Зачастую серпентин представлен смесью хризотила и лизардита, причем доля первого выше в верхних часто выветрелых частях диатрем, а его выделения сосредоточены в жильных серпофитах, лизардит – в ядрах псевдоморфоз.

Следующим по распространенности компонентом кимберлитовых пород являются карбонаты, среди которых доминирует *кальцит*, который характеризуется широким многообразием форм выделений. Основная его масса, как известно, вместе с минералами группы серпентина, слагает основной объём пород большинства кимберлитовых тел, “цементируя” дезинтегрированные породы и минералы различного происхождения. Резко меняется концентрация минерала в зависимости от степени постмагматического и гипергенного изменения кимберлитов. Часть кальцита выполняет пустотно-трещинные образования, формируя в кимберлитах прожилки и друзы, жеоды и щетки. В качестве позднего акцессорного минерала кальцит установлен нами и в некоторых типах глубинных пород. На данном этапе изученности этого минерала можно выделить: а) ранний (глубинный) первичномагматический (включения в глубинных минералах), образующийся из первичной водно-силикатно-карбонатной магмы; б) глубинный метасоматический (продукт верхнемантийного метасоматоза глубинных пород) и в) собственно “кимберлитовый” кальцит, кристаллизация которого связана с различными процессами формирования кимберлитовых тел. Последний по способу и времени образования можно подразделить: на “кимберлитовый” кальцит, слагающий основную массу пород, “метасоматический” кальцит (продукт карбонатизации некоторых минералов и пород) и поздний гидротермальный, выполняющий пустотно-трещинные образования. В ряде кимберлитовых трубок (Интернациональная и др.) значительную долю состава пород составляет *доломит*. По имеющимся минералогическим данным образование доломита во времени охватывает достаточно широкий интервал: от начала процессов метасоматоза верхнемантийных пород (наличие включений доломита в титан-клиногумите и К-рихтерите) до заключительных стадий гидротермальных процессов в пустотно-трещинных образованиях остывающего “кимберлитового” расплава. Согласно классическим представлениям о закономерностях кристаллизации доломита в природе, своеобразными катализаторами доломитообразования в кимберлитах могут быть различные соли и сульфаты. В первую очередь этим можно объяснить повышенную частоту встречаемости доломита в виде тонкоагрегатных срастаний с ангидритом, целестином и кальцитом и чрезвычайную редкость его самостоятельных выделений в кимберлитах в целом. Менее распространенным карбонатом в кимберлитах является арагонит.

Одним из весьма интересных вторичных минералов является *пироаурит*, который был установлен в кимберлитах трубки Удачная в виде прожилков и гнезд волокнистого и кристаллического пироаурита, ассоциирующего с кальцитом, магнетитом и серпофитом. Во включениях ультраосновных пород этой же трубки был позднее диагностирован пластинчатый пироаурит. Существенные концентрации пироаурита отмечены нами также при изучении состава кимберлитовых тел Далдыно-Алакитского района – ДААР (трубки Сытыканская, Удачная, Юбилейная и другие). Заметно повышенные концентрации этого минерала зафиксированы в породах трубки Сытыканская. Пироаурит в отдельных горизонтах кимберлитов данной трубки выполняет многочисленные прожилки, линзочки и пустоты различной формы и размеров, иногда достигающие до 3–4 см в поперечнике. Минерал характеризуется голубоватой и голубовато-зеленой окраской, изменяющейся в зависимости от степени измененности и его парагенезисов (с кальцитом, серпентином и другими новообразованиями). В отдельных интервалах (300–500 м) кимберлит разбит многочисленными тонкими (волосовидными) прожилками и микропрожилками, выполненными пироауритом и кальцитом. Частое расположение таких прожилков (через 3–4 см друг от друга), а также их непостоянная мощность (отмечаются многочисленные пережимы и раздувы) придают отдельным участкам породы петельчатый и пятнистый облик. Пироаурит здесь имеет тонкочешуйчатое строение. Фиксируются также прожилки голубоватого пироаурита, ассоциирующего с тонкозернистым магнетитом и буроватым серпентином. Магнетит обычно в этих образцах выполняет центральную часть прожилков (или пустот) и нередко покрыт буроватыми гидроокислами железа. Довольно часто в кимберлитах глубоких горизонтов трубки встречаются концентрически зональные стяжения (до 3 см в поперечнике), сложенные пироауритом, серпентином и кальцитом, а иногда - только пироауритом и кальцитом. В основной массе кимберлитовых брекчий отдельных горизонтов трубки Сытыканская существенно увеличивается (до 40 %) концентрация пироаурита, что придает породе в целом голубоватый оттенок и макроскопически отличает от других типов кимберлитов. В кимберлитовых породах трубок Удачная и Юбилейная пироаурит также отмечен в парагенетической ассоциации с кальцитом и серпентином. В этих телах минерал встречается в виде отдельных голубовато-зеленых ромбических кристаллов, а также сферических и волокнистых образований. Последние иногда образуют маломощные прожилки и мелкие жеоды. Наибольшие концентрации пироаурита отмечены в кимберлитовых породах восточного тела трубки Удачная, где он нередко образует мелкие серовато-коричневые прожилки, мелкочешуйчатые выделения на поверхности в грязно-серых измененных кимберлитах, а в отдельных участках им обогащена основная масса пород. Образование пироаурита происходит из углекислых растворов магния, при взаимодействии их с растворимыми солями окисного железа. Наиболее вероятной формой окисного железа в растворе является сульфатная. Пироаурит является неустойчивым минералом и при разрушении замещается гидроокислами железа. Разрушение жильного пироаурита часто происходит уже на значительных глубинах. Поэтому в верхних горизонтах разрабатываемых месторождений неизмененный пироаурит встречается сравнительно редко. Следовательно, пироаурит имеет широкое распространение в кимберлитовых породах СП, причем наиболее характерна пироауритизация для глубоких горизонтов месторождений, где минерал нередко является породообразующим компонентом. Остальные карбонаты (шортит, стронцианит, гидромагнезит, хантит) встречаются в кимберлитовых породах СП в резко подчиненном количестве. В кимберлитах Алакит-Мархинского (АМКП), Далдынского (ДКП), Верхне-Мунского (ВМКП) и других полей СП часто фиксируется *магнетит* в количестве от долей процента до 2–3 %, реже 5 %, образующийся в период становления кимберлитовых тел и на

последующих этапах их эволюции. По данным рентгеновских исследований, особенностью рассматриваемого магнетита является разная степень развития по нему *маггемит*а, или γ-Fe_2O_3 (d=0,252, 0,2087 и 0,1606 нм). Минералы когерентно связаны друг с другом и имеют сходные структуру и состав. Маггемит в кимберлитах представляет промежуточную стадию процесса гипергенного окисления магнетита в гематит. В соответствии с этим у маггемита значение *a*=0,8340, тогда как у магнетита оно составляет 0,8397 нм. Указанные изменения дифракционной картины свидетельствуют о начале структурных преобразований исходного минерала. В целом по данным изучения кимберлитов из ряда трубок основных алмазоносных районов СП можно констатировать, что магнетит в них по степени окисленности представляет ряд, в пределах которого условно могут быть выделены три группы: а) магнетит в виде крупных выделений с хорошей степенью окристаллизованности и с отсутствием признаков перехода в маггемит (трубки Невидимка, Молодежная и др.); б) мелкокристаллические разновидности магнетита, встреченные либо в виде гнезд и линзовидных скоплений, либо в виде зерен, равномерно распределенных в породе; в) “пылевидные” разновидности магнетита, почти равномерно пропитывающего кимберлитовую породу.

Во многих кимберлитовых трубках среди вторичных новообразований встречаются *кварц* и его разновидность *халцедон*, которые детально изучены на примере трубки Удачная и могут влиять на надежность процессов извлечения алмазов из кимберлитов. Повышенные концентрации кварца приурочены не только к самым верхним горизонтам трубки (особенно к сильно выветрелым частям западного тела), но и к приконтактовым зонам на более глубоких горизонтах. Кварц часто встречается вместе с кальцитом и другими вторичными минералами, образуя щетки, жилы и прожилки. Нередко кристаллы кварца на кварц-опал-халцедоновой подложке можно наблюдать непосредственно на измененной в различной степени кимберлитовой породе. Размеры кварцевых индивидов самые разнообразные. Характерной особенностью большинства изученных кристаллов кварца является скульптурированность всех граней, обусловленная, скорее всего, процессами растворения, а также наличием многочисленных включений пирита, марказита, гётита и других вторичных минералов. В кимберлитовых породах трубки Удачная кварц встречается как бесцветный, так и окрашенный в различные оттенки бурого, серого и фиолетового цветов. Бурые и серые цвета минерала аллохроматические и обусловлены механическими примесями гидрооксидов железа (бурые) или микровключениями сульфидов железа (серые). Во всех случаях больше окрашены головки кристаллов. Присутствие среди кварцев из кимберлитов значительного числа окрашенных в аметистовидный цвет образцов позволяет нам с полным основанием отнести их к низкотемпературным образованиям, которыми является большинство природных аметистов. На низкотемпературный характер кристаллизации кварца в кимберлитах этой трубки указывает также присутствие во многих изученных кристалликах включений гётита – минерала, обычно образующегося при температурах ниже 200 ^{o}C. Эти данные хорошо согласуются и с некоторыми результатами исследований температур гомогенизации газово-жидких включений в кальците из этого же месторождения, по которым верхний температурный интервал кристаллизации кальцита обычно не превышает 350 ^{o}C. Для халцедона не свойственно образование кристаллов. Минерал встречается в виде псевдоморфоз по другим, не содержащим кремнезема, минералам, что наблюдается в верхней части кимберлитовой трубки Удачная. Обычно из халцедона начинают свой рост кристаллы кварца, головки которых образуют друзы.

К широко распространенным минералам кимберлитовых пород относится *флогопит*, а при его содержании более 15–20 % объема выделяется слюдистый или лампрофировый тип кимберлитов. В кимберлитах установлено три генерации флогопита. Первая – представлена вкрапленниками, образовавшимися в протомагматический (подкоровый) этап кристаллизации кимберлитовых минералов. Часть вкрапленников флогопита образовалась при метасоматическом замещении других протомагматических минералов кимберлитовой породы, например, граната в условиях верхней мантии. Флогопит второй генерации образует в основной массе кимберлитов мелкие пластинчатые и чешуйчатые кристаллы с хорошо сформировавшейся огранкой (часто с характерным флюидальным расположением). Третья генерация представлена чешуйчатым флогопитом метасоматического происхождения, образовавшимся при воздействии остаточных постмагматических растворов на консолидированные кимберлитовые породы. Флогопит метасоматического происхождения образуется также по ксенолитам осадочных пород. Минерал входит в состав определенного типа ксенолитов глубинных пород, встречающихся в кимберлитовом материале. Наиболее часто он является породообразующим компонентом ильменит-гранатовых гипербазитов, пироксенитов, реже – перидотитов, иногда образует почти мономинеральные породы – глиммериты. Судя по характеру структур и по взаимоотношениям с другими минералами ксенолитов, флогопит в ряде случаев является первичным минералом, возникшим в условиях равновесия с пиропом. В условиях автометаморфизма кимберлитов флогопит, как и в других типах ультраосновных пород, подвергается различным изменениям, в том числе вермикулитизации и хлоритизации. Особенно интенсивно флогопит изменен в кимберлитах Малоботуобинского (МБАР), ДААР и Средне-Мархинского (СМАР) алмазоносных районов. Здесь в ряде трубок флогопит превращен либо в желтовато-бурый, серовато-зеленый или белесый вермикулит, либо в буровато-зеленый хлорит. В кимберлитах более северных районов степень изменения флогопита не столь велика, но и здесь в ряде трубок и жил значительная часть этого минерала превращена в вермикулит и хлорит. С глубиной степень вторичного изменения флогопитов снижается. В целом в кимберлитовых породах СП доля слюдистых образований обычно не превышает 10 % (в африканских трубках их содержание нередко достигает 40 % объема породы). Часто триоктаэдрические слюдистые образования приурочены к приконтактовым с карбонатами участкам, а также к мелким и маломощным кимберлитовым жилам, главным минералом которых

является кальцит. В отношении изменения слюд установлено три варианта: а) полное замещение исходного минерала другими компонентами (например, карбонатами); б) преобразование в другие силикаты слоистого строения (хлоритизация, вермикулитизация, смектитизация); в) постепенное разрушение, сопровождаемое последовательным выщелачиванием оснований с конечным образованием каолинита кремне- или кислородного каркаса. Образование промежуточных форм (типа гидробиотита) нельзя приравнивать к вермикулитизации триоктаэдрических слюд, поскольку последняя проходит в гидротермальных условиях и, как правило, по всему объему подвергшейся данному процессу породы с образованием устойчивой фазы (а значит и среды, в которой она находится). Флогопит в восстановительной обстановке преобразуется в хлорит от Fe^{2+}-Mg- до практически Mg-типа, а в окислительной – в вермикулит и последующие продукты преобразования последнего. Как отмечено выше, в большинстве случаев вторичные минералы отмечаются в виде отдельных ассоциаций, сложенных двумя или тремя минералами. Наиболее распространены в кимберлитах [1–5] следующие ассоциации вторичных минералов: серпентин-карбонат-магнетит; серпентин-хлорит; серпентин-брусит-доломит; кальцит-оксиды-гидроксиды железа; кальцит-сульфиды железа; кальцит-кварц-сепиолит; кальцит-пироаурит; кальцит-гипс и гидромагнезит-эпсомит. Большинство перечисленных ассоциаций парагенетические. Входящие в их состав минералы возникли из пересыщенных водных растворов непосредственно на месте (в кимберлитах), замещая исходные минералы, либо отложились по трещинам. Выпадение последних произошло за счет растворимых в воде солей. В зависимости от конкретных условий на каждом отдельном участке трубок по исходным магнезиальным силикатам возникли вторичные минералы, образование которых происходило либо без выноса вещества из материнской породы, либо с выносом (частично или полностью) магния или кремнекислоты.

В кимберлитовых породах СП определенную роль во вторичном минералообразовании сыграл сероводород, связавший железо в сульфиды и тем самым заблокировавший образование не свойственных кимберлитам карбонатов железа. Сероводород в некоторых случаях послужил источником возникновения серной кислоты, сыгравшей большую роль в процессе вторичного минералообразования. Однако образование гипса происходило не только в результате воздействия серной кислоты на карбонатные породы, но и при выпадении этого минерала из раствора сульфата кальция в связи с его пересыщением из-за испарения или вымерзания воды. Исследованиями показано [1–5], что среда вторичного минералообразования была сравнительно бедна CO_2, в связи с чем возникли основные водные карбонаты (пироаурит и гидромагнезит). Углекислота в первую очередь расходовалась на образование карбонатов кальция и кальций-магниевых минералов. Чисто магнезиальные безводные карбонаты в целом для кимберлитов не характерны. Излишек в системе минералообразования магния определил в определенной мере образование более богатых слоистых силикатов (серпентина вместо талька), а также гидроксидов (брусита). Повышенные кальций-магниевые отношения во многих случаях способствовали образованию вместе с доломитом карбоната кальция, обычно представленного арагонитом, возникновение которого в данном случае энергетически более выгодно, чем кальцита.

В процессе многолетних исследований установлены отличия в минеральном составе новообразований не только в разных трубках, но и в плане отдельных тел или блоков одной и той же трубки. Так, в кимберлитах западного тела трубки Удачная вторичные процессы проявились более интенсивно, отчего породы здесь иногда полностью переработаны. Вторичные изменения пород восточного тела выражены слабо, что подчеркивается неполной серпентинизацией оливина в отдельных блоках, меньшим содержанием других вторичных минералов и сравнительно небольшим приконтактовым изменением. По-разному ведут себя вторичные минералы и на разведанную глубину коренных месторождений алмазов. В одних случаях (трубка Удачная) пока не установлены четкие закономерности смены ассоциаций как породообразующих компонентов, так и минералов-примесей. Установленная неравномерность серпентинизации оливина, связана с чередованием в разрезах блоков пород с различной трещиноватостью. Процессы наложенной карбонатизации привели к образованию блоков плотных кимберлитов. В других случаях установлены довольно четкие закономерности в распределении как породообразующих новообразований основной массы пород, так и прожилковой гидротермальной минерализации, что позволяет использовать отмеченные закономерности для типизации кимберлитовых пород. Слагающие трубки породы иногда сильно изменены и в них в первичном виде сохранилось незначительное количество некоторых породообразующих и акцессорных минералов, а структуры и текстуры носят реликтовый характер. Существенно меняется состав кимберлитовых пород в процессе их гипергенного изменения. Так, в КВ кимберлитов трубок Нюрбинская и Ботуобинская присутствуют минералы различного происхождения: а) относящиеся только к ксенолитам фундамента или траппов (полевые шпаты); б) гидротермального происхождения (серпентины, хлориты и тальк); в) экзогенные минералы (смектиты, каолинит, большинство мелкозернистого кварца и халцедон, гидроксиды железа и сидерит).

Таким образом, проведенными исследованиями разработан комплекс методов для идентификации, количественного подсчета и картирования постмагматических и гипергенных минералов кимберлитовых пород. Полученные новые данные по типоморфизму вторичных минералов и их ассоциаций в кимберлитовых породах показали, что процессы вторичного минералообразования проходили в большом интервале температур и вызванного их спадом изменения реакции среды от щелочной до кислой с последующей нейтрализацией, что зафиксировалось как в особенностях их распространения, так и в формах растворения, дорастания и возникновения новых генераций вторичных минералов. Большинство вторичных минералов в кимберлитах возникло в процессе гидролиза силикатов и других солей магния. В зависимости от конкретных условий

минералообразования, на каждом конкретном участке диатрем по исходным магнезиальным силикатам возникли вторичные минерала, образование которых происходило либо без выноса вещества из материнской породы, либо с выносом (частично или полностью) магния или кремнекислоты. Обилие воды в системе способствовало образованию серпентина, брусита и других богатых водой минералов. Определенную роль во вторичном минералообразовании в кимберлитах СП сыграл сероводород, которым обогащены нижнепалеозойские толщи вмещающих диатремы. Сероводород связывал железо в сульфиды и тем самым заблокировавший образование не свойственных кимберлитам карбонатов железа. Сероводород в ряде случаев послужил источником возникновения серной кислоты, которая воздействуя на карбонаты способствовала образованию гипса и других новообразований. Среды минералообразования были сравнительно бедны CO_2, в связи с чем возникли основные водные карбонаты (пироаурит и гидромагнезит). Углекислота расходовалась также на образование карбонатов кальция и кальций-магниевых новообразований. Излишек в системе минералообразования магния определил в определенной степени образование более богатых им слоистых силикатов (серпентина вместо талька) и гидроксидов (брусита). Исследованиями установлены отличия в минеральном составе новообразований не только в разных трубках, но также в плане отдельных тел или блоков одной и той же диатремы. По-разному ведут себя вторичные минералы и на глубину трубок.

УДК 552.323.6:553.81

СПЕЦИФИКА ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КИМБЕРЛИТОВ

Н. Н. Зинчук[1], М. Н. Зинчук[1]
1 – Западно-Якутский научный центр АН РС (Я), г. Мирный, Россия, nnzinchuk@rambler.ru,
Анализ химического и геохимического состава кимберлитовых и конвергентных им пород показал существенные вариации в содержании как петрогенных, так и акцессорных компонентов. В целом по химическому составу породы из большинства изученных на Сибирской платформе диатрем отвечают семейству ультраосновных пород, что подтверждается высокими содержаниями магния и повышенными значениями отношения Mg к Fe^{2+}. Выделяются три петрогеохимические группы кимберлитов: низко-, умеренно- и высокотитанистые. Кимберлитам каждой из этих групп свойственны также характерные величины отношений изотопов Nb, Sr, Pb, легких (Be, B, Li), а также REE и HFSE элементов, что позволило выявить вариации состава мантийных источников, времени и режима процессов кимберлитообразования. Сравнение микроэлементного состава кимберлитов различной продуктивности, включая распределение редкоземельных элементов, показывает сходство спектров поведения последних в промышленно алмазоносных диатремах и трубках с низкими концентрациями алмазов или вовсе без них. Учитывая различия в размерах, количестве и особенностях содержания в кимберлитах ксенолитов различных пород, очень важно применять однообразную методику как в подготовке материала на анализы, так и использовать одинаковые методические аналитические приемы их обработки, что повысит сопоставимость получаемых результатов.

SPECIFICITY OF GEOCHEMICAL INVESTIGATIONS OF KIMBERLITES

N. N. Zinchuk[1], M. N. Zinchuk[1]
1 – West-Yakutian Scientific Centre of RS (Y) AS, Mirny, Russia, nnzinchuk@rambler.ru
Analysis of chemical and geochemical composition of kimberlite and convergent to them rocks indicated sufficient variations in the content of both petrogenic and accessory components. In whole, by chemical composition the rocks from most investigated on the Siberian platform diatremes correspond to the family of ultrabasic rocks, which is confirmed by high grades of magnesium and increased values of Mg relation to Fe^{2+}. Three petrogeochemical groups of kimberlites are distinguished: low-, moderate- and high-titaniferous. Characteristic values of ratio of isotopes Nb, Sr, Pb, light (Be, B, Li) as well as REE and HFSE elements are inherent to kimberlites of each of these groups, which allowed revealing composition variations of mantle sources, time, and conditions of kimberlite formation processes. Comparison of microelement composition of various productivity kimberlites, including distribution of rare-earth elements, indicates similarity of behavior spectra of the latter ones in commercially diamondiferous diatremes and in pipes with low concentrations of diamonds, or without them at all. Considering differences in size, quantity, and specific features of grades of various rocks' xenoliths in kimberlites it is very important to apply uniform methodology both in preparation of the material for analysis and to apply similar methodical analytical techniques and their processing, which will increase comparability of received results.

Анализ *химического* и *геохимического* состава кимберлитовых и конвергентных им пород позволяет констатировать [1–6] заметные вариации в содержании петрогенных компонентов, которые определяются как эндогенными, так и экзогенными факторами. К особенностям химизма кимберлитовых пород следует отнести повышенную магнезиальность (обычно более 30 мас. % MgO) и очень высокую степень насыщенности летучими (CO_2 и H_2O), примерно равные количества магнезии и кремнезема (отношение SiO_2/MgO обычно в пределах 0,9–1,1), большой размах концентраций TiO_2 (от долей процента до 6 мас. %, иногда более) при обычном отношении $TiO_2/K_2O>1$ в кимберлитах первой группы и $TiO_2/K_2O<0,5$ в кимберлитах второй группы, широко варьирующие значения Ti/Zr (20–200), Zr/Nb (2–3, в кимберлитах II группы менее 1). Петрогеохимические исследования позволяют конкретизировать диагностику пород, предположить их мантийные источники и сопоставить с кимберлитами первой и второй групп Южной Африки, для чего используются диаграммы K_2O-TiO_2, Al_2O_3-CaO и некоторые другие. В целом по химическому составу породы всех полей как южной, так и северной частей Сибирской платформы (СП) отвечают семейству ультраосновных пород, что подтверждается высоким содержанием магния и повышенными значениями отношения магния к железу. Эта тенденция сохраняется на СП как в выветрелых кимберлитах, так и в интенсивно карбонатизированных их разностях и пикритах. В последних, а также в карбонатитах Орто-Ыаргинского поля, фиксируются пониженные (по сравнению с кларками для ультраосновных пород) концентрации Si, Fe, Mg, Cr, Ni при повышении доли Ti, Al, K, P, Sr, Zr, Nb, Ta и др. элементов, свойственных щелочным породам. Кроме проявлений отмеченного Орто-Ыаргинского поля заметно обособляются по вещественному составу брекчиевые породы трубок и аномальных объектов трубочного типа Биригиндинского и, частично, Ары-Мастахского полей, которые обнаруживают карбонатитовые тенденции (их ведущие минералы: кальцит, сидерит, магнетит, апатит, пирохлор, часто бадделеит, циркон и др., высокое содержание CaO, CO_2, MnO, P_2O_5, при пониженном количестве SiO_2 и TiO_2); по указанным признакам они существенно отличаются от кимберлитов и не могут рассматриваться в качестве потенциальных коренных месторождений алмазов. Собственно кимберлитовые породы отличаются, наряду с наиболее высокими содержаниями Mg, Cr и Ni, наибольшими значениями отношений Mg/Fe и Ni/Co. Последний параметр при величине более 12, наряду с повышенной долей тяжелых редких элементов, показывает, как правило, принадлежность кимберлитовых пород к алмазоносным разновидностям.

Определение редких элементов методом ICP MS, выполненное в аналитическом центре ОИГГМ СО РАН с использованием лазерной абляции (LAM ICP MS), позволило получить [5] существенную и интересную информацию о геохимических особенностях кимберлитов и их индикаторных минералов (ИМК). Проверка другими методами показала хорошую сходимость результатов. Методами ICP MS изучены составы минералов из 11 кимберлитовых трубок более чем на 40 элементов. Из трубки Удачная изучено три выборки ИМК, представляющие перидотиты, эклогиты и пироксениты. Наибольшее разнообразие спектров составов минералов обнаруживают перидотиты. Среди минералов выделяются клинопироксены, которым свойственно обогащение литофилами (LILE) и легкими редкими землями. Необходимо отметить, что анализ сканированием мелкозернистой основной массы кимберлитовых пород дает некоторые преимущества, поскольку позволяет избежать влияния мега- и ксенокристов. Сравнение микроэлементного состава кимберлитов различной продуктивности, включая распределение редкоземельных элементов (рис. 1), показывает сходство спектров поведения легких редкоземельных элементов и различия по размаху концентраций тяжелых редкоземельных элементов в промышленно алмазоносных кимберлитовых телах (Нюрбинская, Юбилейная и др.). Несколько отличается спайдеграмма кимберлитов трубки Зарница по пологому распределению легких РЗЭ (Eu, Gd, Dy, Ho, Y, Er, Yb, Lu). Заметно “отскакивают” по снижению концентраций Rb, Th, U, Nb, Ta, Pb и некоторых других элементов породы из некоторых трубок Анабарской группы (аномалии 17/1, 71/63 и др.), а по увеличению Ba и Pb – 70/89. В целом можно отметить более пологие спектры распределения элементов в породах трубок Прианабарья, по сравнению с кимберлитовыми телами промышленно алмазоносных районов. И еще одна тенденция – серпентинизированные кимберлиты обеднены LIL-элементами. В индикаторных минералах распределение редких и редкоземельных элементов обнаруживает различные тенденции, что можно наблюдать на примере перидотитовых минералов из кимберлитовой трубки Удачная.

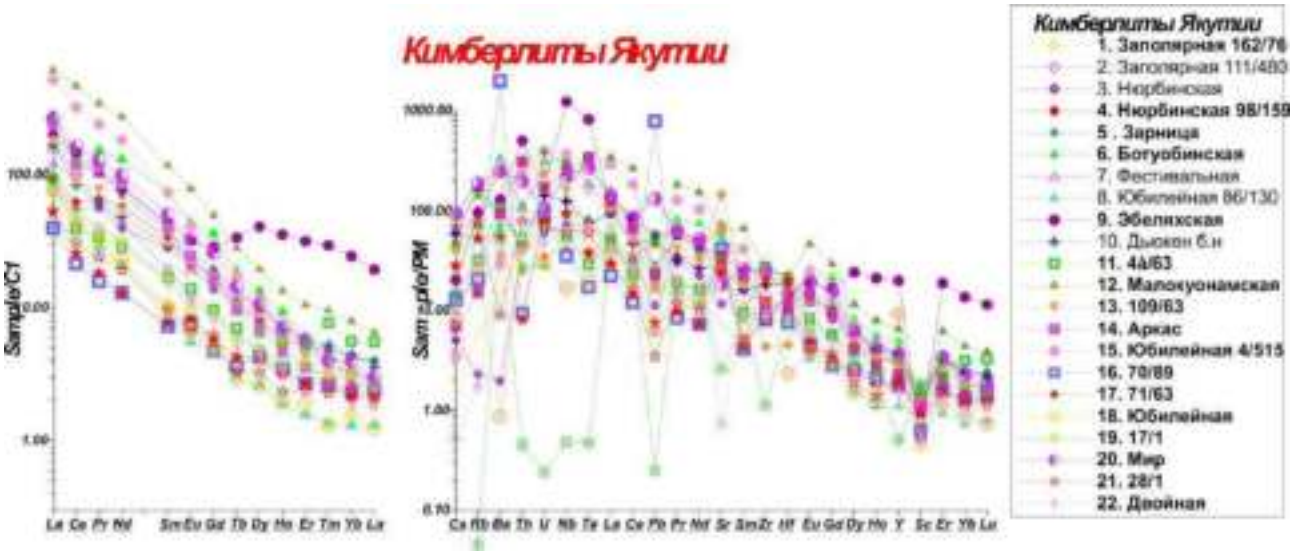


Рис. 1. Распределение редкоземельных элементов в кимберлитовых породах Сибирской платформы

Так, в моноклинных пироксенах распределение имеет обычно пологий характер спектров, в то время как для гранатов и других минералов они характеризуются заметным размахом концентраций элементов, хотя в отдельных образцах могут проявляться обратные тенденции. Чаще пологие S-образные REE спектры характеризуют клинопиксены и гранаты из деформированных истощенных перидотитов (обр. UD-3), при слабом обогащении U и Sr, минимумы Zr более выражены для граната, левая часть мулькомпонентного спектра почти плоская. В клинопироксенах часто фиксируется небольшое обогащение литофилами (LILE) и легкими редкими землями. В спектре клинопироксена из порфирокластического перидотита UD-11 наблюдаются пики повышенных значений U, Ta и Nb. Клинопироксенам из лерцолитов на REE диаграмме свойственны спектры с одновременным уменьшением La/Yb_n и общим повышением уровня редких элементов. С уровнем редких земель коррелируют также минимум по концентрации Ba и небольшой пик Sr. У гранатов заметны положительные пики Pb и U.

Анализ распределения несовместимых редких элементов в породах и минералах из зернистых перидотитов, не имеющих признаков модального метасоматизма в виде новообразованных минералов, показал, что как по уровню содержаний, так и по характеру распределения элементов ксенолиты показывают последовательный переход от низких “первичных” содержаний к содержаниям и распределениям в метасоматизированных ксенолитах. Эта последовательность объясняется метасоматическим воздействием на мантийное вещество водно-углекислых флюидов, а также, возможно, карбонатитовых расплавов или расплавов, сформировавшихся в островодужной обстановке. Метасоматическая проработка мантийной литосферы происходила во время общего метаморфизма, соответствующего этапу кратонизации, и проявилась в большинстве случаев лишь в “скрытой” геохимической форме. В период тектономагматического

кимберлитового цикла под континентальной литосферной плитой возникали очаги расплавов, давшие начало ассоциации мегакрист, а также преобразующие вещество астеносферы и нижних частей литосферной плиты. Поведение индикаторных несовместимых редких элементов (REE, Y, Nb, Hf, Zr, Ti) в гранатах и клинопироксенах из деформированных лерцолитов (астеносферное вещество) и из литосферных метасоматитов реакционного С-типа отражает геохимические различия мантийного метасоматизма в верхней части астеносферы и в низах литосферы и указывает на их возможную связь с единым глубинным источником. Различия в характере строения, минералогии и геохимии некоторых кимберлитовых трубок позволяют предположить, что в мантийной литосфере (даже в пределах куста трубок) могли существовать неоднородности и локальные зоны метасоматоза и просачивания.

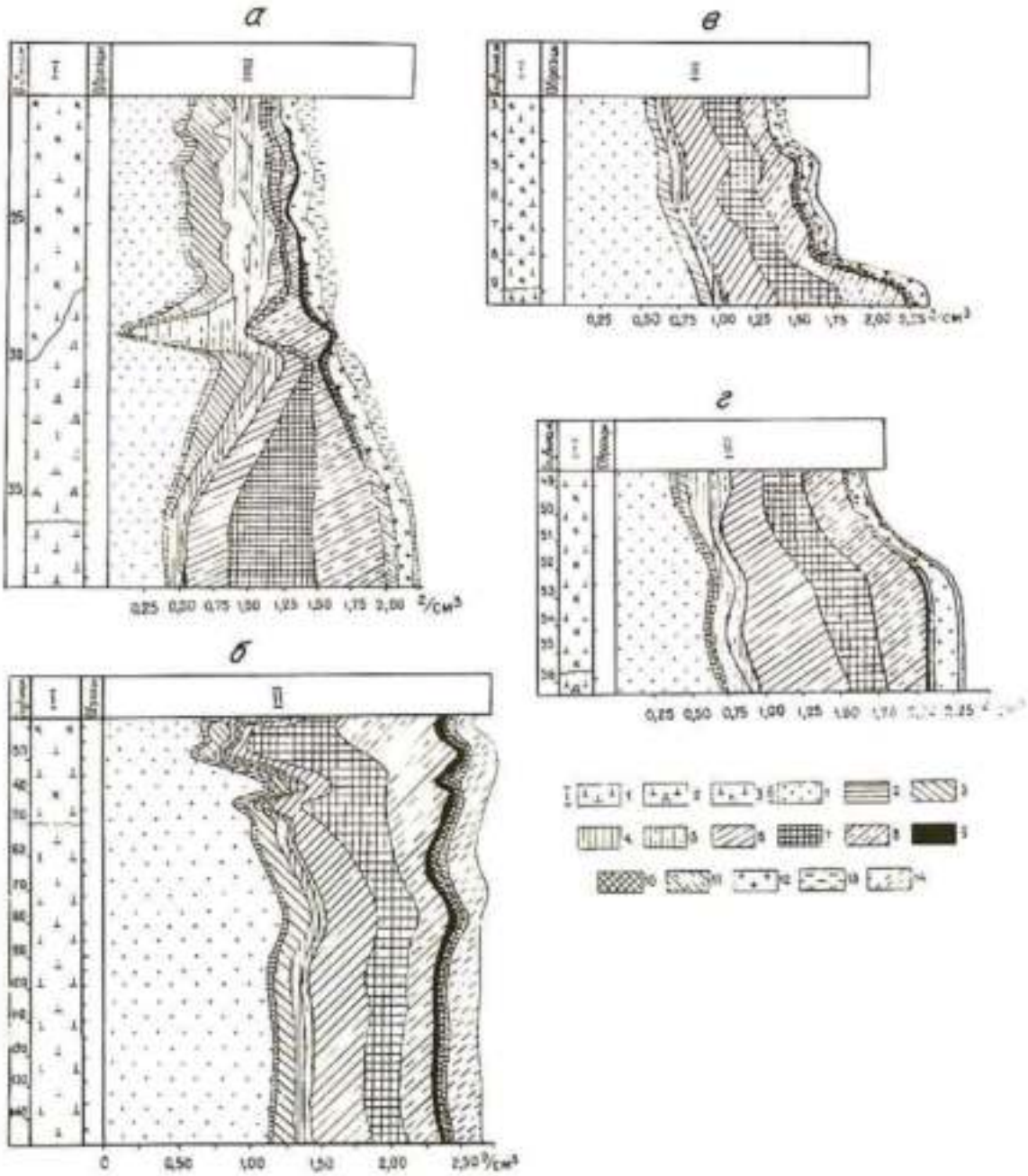


Рис. 2. Геохимические диаграммы коры выветривания кимберлитов трубок имени XXIII съезда КПСС (а), Дачная (б), Таёжная (в) и Юбилейная (г)

I – литологическая колонка: 1 – плотные кимберлиты, 2 – дезинтегрированные породы, 3 – выветрелые кимберлиты;
II – Оксиды: 1 – SiO_2, 2 – TiO_2, 3 – Al_2O_3, 4 – Fe_2O_3, 5 – FeO, 6 – MgO, 7 – CaO, 8 – CO_2, 9 – $MnO+Cr_2O_3+NiO+CoO$; 10 – Na_2O+K_2O; 11 – $SO_3+P_2O_5+F$+n. n. n.; 12 – H_2O^+, 13 – H_2O^-, 14 – H_2O (общая)

Очень важным является выяснение геохимических особенностей измененных в гипергенных условиях кимберлитов, меняющихся нередко в пределах одной и той же диатремы. Распределение продуктов выветривания по разрезам, вскрывшим различные горизонты наиболее химически переработанной на СП коры выветривания (КВ) трубки *имени XXIII съезда КПСС*, непосредственно отражает некоторые различия их

геохимической характеристики (рис. 2а). Так, для разреза, вскрывшего скважиной А-63К приконтактовые части диатремы, характерна довольно высокая подвижность главнейших породообразующих элементов. Наибольшей изменчивостью характеризуются Fe_2O_3, Al_2O_3, TiO_2, MgO и CaO. Перепады концентраций остальных компонентов обычно не превышают первые десятки процентов. В суммарном балансе вещества по описываемому разрезу наибольшей подвижностью и способностью к выносу характеризуются (в г/см^3) CaO (от 0,4796 до 0,0841), MgO (от 0,4133 до 0,0466) и CO_2 (от 0,5520 до 0,0523), что связано с растворением при выветривании отдельных компонентов ультраосновной породы (кальцита, хлорита и частично серпентина). Это обусловливает выпадение новых фаз, отличных по химическому составу от исходных пород и удаление из пород продуктов реакции. Соответственно, предпочтительная тенденция к накоплению свойственна следующим компонентам (в г/см^3): Fe_2O_3 (от 0,0953 до 0,3590), TiO_2 (от 0,0112 до 0,0544), Al_2O_3 (от 0,0742 до 0,2627) и SiO_2 (от 0,4796 до 0,5374). Малые элементы обычно проявляют довольно четкую линейную тенденцию к направленной подвижности вверх по разрезу [3]. Увеличение концентрации в этом направлении характерно для Sc, Ga, Mn, Nb, V, Cu, Zr, Co, Cr и La. Тенденцией к выносу обладают Pb и Cs. Максимум содержания в средних частях профилей выветривания отмечен для Be, Pb, Ni, Zn и Sr. Ассоциативный анализ этих пород позволяет выделить следующие парагенетические ассоциации: Be-Sc-Mg-Cu-V-Cr-Co-Zr-Nb-Mn и Zn-Ni. Для остальных элементов характерна относительная независимость поведения в процессе корообразования. В средних частях диатремы наблюдаются положительные аномалии содержания Ga и Co. Здесь (разведочная шахта 102) установлены следующие устойчивые парагенетические ассоциации: Cu-Nb-Pb-Ga-Sc, Co-Cr-Zn-Pb-Sr, Be-Zn, Mo-V и Ni-Na. В то же время, Ba, La и V не имеют значимых корреляционных связей ни с одним из химических элементов.

В других небольших по размерах кимберлитовых телах СП, ярким представителем которых является *трубка Дачная*, представляется возможным, независимо от положения пород в разрезе, выделять лишь слабо, умеренно и сильно выветрелые породы. Для такого типа КВ характерна (рис. 2б) в целом незначительная подвижность основных петрогенных элементов. Исключение составляет SiO_2 ,что связано в основном с неоднородностью пород данного разреза (переменное содержание пелитоморфных образований тонкодисперсного кварца). Изменения по разрезу диатремы концентраций (в %) FeO (0,97–21,31), MgO (2,44–15,75), CaO (1,20–31,44) и CO_2 (7,73–25,42) связано, как показали наши исследования [3–4] с разрушением в процессе выветривания серпентина, кальцита и доломита, а также образования в верхних частях профиля сидерита. В сравнительно в небольших пределах изменяются здесь концентрации (в %) Al_2O_3 (4,06–9,18) и Fe_2O_3 (2,00–3,71). Постоянное присутствие в описываемой КВ K_2O (1,94–2,75 %) связано со значительным содержанием в пелитовой составляющей образований профиля неупорядоченных монтмориллонит-гидрослюдистых смешанослойных образований. Ряд подвижности петрогенных компонентов имеет здесь следующий вид: $CaO>FeO>CO_2>TiO_2>Al_2O_3>Na_2O$. Довольно монотонно распределены по профилю главнейшие акцессорные элементы. Общее увеличение концентрации свойственно здесь только Be, Mn и B, а уменьшение – Sr. Выделены следующие устойчивые парагенетические ассоциации элементов: Be-V-Da-P, Mn-Co-B, Cu-Nb, Na-Cr и Pb-Cs. Для КВ сравнительно небольшой трубки *Таёжная* (рис. 2в), находящейся в нескольких км от трубки Дачная в этом же Малоботуобинском районе, характерны относительно невысокая подвижность основных элементов и отсутствие резких колебаний в содержании преобладающих компонентов. Ряд подвижности химических компонентов с тенденцией к накоплению характеризуется следующей последовательностью (в г/см^3): K_2O (от 0,0059 до 0,0348), Al_2O_3 (от 0,0376 до 0,0948) и Fe_2O_3 (от 0,0585 до 0,1039). В общем балансе вещества прослежен вынос (в г/см^3) таких элементов, как Cr_2O_3 (от 0,0062 до 0,0013), CaO (от 0,6309 до 0,1813), CO_2 (от 0,4117 до 0,1679) и P_2O_5 (от 0,0557 до 0,0052). Методом факторного анализа в исследуемом профиле выветривания выделяются следующие ассоциирующие группы химических компонентов: Cr_2O_3-CaO-Na_2O-P_2O_5-CO_2-F и Fe_2O_3-FeO-MgO-CoO-NiO.

Существенно отличаются от описанных выше, перекрытых мезозойскими осадочными толщами, КВ на ряде кимберлитовых тел Далдыно-Алакитского алмазоносного района, особенно с полным строением с вулканогенно-осадочными толщами в верхних частях диатрем. В этом районе КВ кимберлитов изучена нами на кимберлитовых трубках Юбилейная, Сытыканская и Молодость, несколько отличающихся как по геологическому строению, так и по особенностям состава и локализации продуктов выветривания. КВ на самой крупной на СП (69 га) *кимберлитовой трубке Юбилейная* (рис. 2г) зафиксирована в виде небольшого в виде небольшого останца в восточной части тела и вскрыта разведочными скважинами (скв. 231 и 234). Мощность выветрелой части диатремы колеблется в пределах 8–13 м. Перекрыта элювиальная часть диатремы мощной (до 45–48 м) толщей осадочных пород верхнего палеозоя [3, 6]. Исходные, не подвергнувшиеся выветриванию породы трубки Юбилейная представлены зеленовато-серой, серовато-зеленой, участками желтовато-серой кимберлитовой брекчией (глубины 68–90 м). Для образований данной КВ характерны почти линейные отрицательные тренды распределения SiO_2 и MgO, положительные тренды CaO и CO_2, а также общее увеличение концентрации железа и частично кремнезема. Наибольшая изменчивость свойственна Al_2O_3 и SO_3. Ряд подвижности элементов с тенденцией к общему накоплению в профиле данной КВ (в г/см^3): SO_3 (от 0,0085 до 0,0188), FeO (от 0,0711 до 0,1470) и TiO_2 (от 0,0211 до 0,0424). Тенденция к выносу зафиксирована для MgO (от 0,6190 до 0,2172). Специфичны для профиля КВ кимберлитов трубки Юбилейная корреляционные связи между основными петрогенетическими компонентами. Определены и прослежены следующие ассоциации оксидов: TiO_2-FeO-CoO-NiO, CaO-CO_2 и K_2-SO_3-F-P_2O_5.Последняя ассоциация иногда дополняется [3] Al_2O_3 и Fe_2O_3.

Таким образом, для КВ кимберлитов отмечены широкие пределы колебания основных породообразующих оксидов (в мас. %): SiO_2 (3,30–45,14); TiO_2 (0,036–5,50); Al_2O_3 (0,75–17,20); Fe_2O_3 (0,005–27,54); FeO (0,50–54,08); MgO (0,075–23,51); CaO (1,20–29,12); CO_2 (2,99–34,37). Для КВ каждого кимберлитового тела обычно характерен свой комплекс породообразующих элементов, что связано во многом со степенью выветрелости пород. Для наиболее химически гипергенно переработанных пород (типа трубки имени XXШ сьезда КПСС) типоморфными можно считать совместные сочетания MnO, Na_2O,K_2O,P_2O_5 и TiO_2. Для малых по разрезу диатрем (типа трубки Дачная) характерно сочетание Al_2O_3 в комбинации с TiO_2, K_2O, Na_2O, P_2O_5 и F. Каждому конкретному профилю КВ кимберлитов обычно соответствует свой комплекс акцессорных элементов. Однако есть и постоянная часть этого ряда, к которой можно отнести Nb-V-La-Mn (накопление) Pb-Cs-Ba-Sr (вынос). В таких комплексах находятся и элементы, характерные для кимберлитов, родственных им пород и реже щелочных образований (Co, Ni, Be, Cu, Zr, Zn, Ga, Sc, P, B и др.), что позволяет считать эти ассоциации типоморфными для измененных (в том числе и выветрелых) кимберлитовых пород. Направление вектора выветривания кимберлитов на вариационной LM/OK-диаграмме занимает промежуточное положение между полем терригенно-карбонатных образований и пород основного состава (долеритов и туфов).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Василенко В. Б., Зинчук Н. Н., Кузнецова Л. Г.* Петрохимические модели алмазных месторождений Якутии. – Новосибирск: Наука. – 1997. – 574 с.

2. *Зинчук Н. Н.* Распределение вторичных минералов в кимберлитовых породах Якутии//Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1990. – № 5. – С. 70–83.

3. *Зинчук Н. Н.* Постмагматические минералы кимберлитов. – М.: Недра, 2000. – 538 с.

4. *Зинчук Н. Н., Котельников Д. Д., Соколов В. Н.* Преобразование минерального состава и структурных особенностей кимберлитов Якутии в процессе выветривания//Геология и геофизика. – 1982. – № 2. – С. 42–53.

5. *Ротман А. Я., Зинчук Н. Н., Ащепков И. В., Егоров К. Н.* Кимберлиты и перспективы их исследований//Геология алмазов – настоящее и будущее (геологи 50-летнему юбилею г. Мирного и алмазодобывающей промышленности России). – Воронеж: ВГУ, 2005. – С. 856–892.

6. *Харькив А. Д., Зинчук Н. Н., Крючков А. И.* Коренные месторождения алмазов мира. – М.: Недра, 1998. – 555 с.

УДК 552.323.6:553.81

О ПЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ КИМБЕРЛИТОВ

***Н. Н. Зинчук*[1]**
1 – д-р геол.- минерал. наук, професор, Западно-Якутский научный центр АН РС (Я), Мирный, Россиянnnzinchuk@rambler.ru

Проведен анализ петрологических особенностей кимберлитов и диагностируемых в них ксенолитов глубинных пород, показавший доминирующее значение и разнообразие превалирующих в диатремах перидотитов, ассоциирующих с эклогитами, пироксенитами, гроспидитами и другими мантийными образованиями. Анализ построенных TP-диаграмм на основе методов мономинеральной термобарометрии показал неоднородное строение глубоких горизонтов большинства кимберлитовых полей Сибирской платформы. Метасоматическая переработка мантийной литосферы происходила во время общего метаморфизма, соответствующего этапу кратонизации. В период тектонического кимберлитового цикла под континентальной литосферной плитой возникали очаги расплавов, преобразующих вещество астеносферы в нижних частях литосферы. Очень важной является задача выяснения взаимодействия мантийного вещества и вмещающих их кимберлитов, что поможет получать сведения об изменении продуктивности пород в диатремах.

FEATURES OF PETROLOGICAL INVESTIGATIONS OF KIMBERLITES

***N. N. Zinchuk*[1]**
1 – West-Yakutian Scientific Centre of RS (Y) AS, Mirny, Russia, nnzinchuk@rambler.ru

Analysis of petrological features of kimberlites and diagnosed in them xenoliths of deep-seated rocks was performed, which indicated prevailing significance and variability of dominating in diatremes peridotites associating with eclogites, pyroxenites, grospydites and other mantle formations. Analysis of plotted TP-diagrams on the basis of monogene thermobarometry methods showed nonuniform structure of deep horizons of most kimberlite fields of the Siberian platforms. Metasomatic reprocessing of mantle lithosphere took place during general metamorphism corresponding to the stage of cratonization. In the period of tectonic kimberlite cycle hearths of melts emerged under the continental lithosphere plate, transforming the asthenosphere substance in lower parts of lithosphere. Very important is the task of clearing out interaction of mantle substance and hosting it kimberlites, which may help in obtaining information about alteration of rocks productivity in diatremes.

Кимберлитовые породы древних платформ мира характеризуются большим разнообразием по размеру, морфологии, глубине заложения очагов, внутреннему строению, особенностям состава заполняющих пород, содержанию и составу первичных (глубинных) минералов, составу основной массы кимберлитов, степени и характеру переработки последних постмагматическими растворами, содержанию, морфологии и физическим свойствам алмазов и индикаторных минералов кимберлитов (ИМК) и другим признакам. Часть перечисленных особенностей кимберлитов обусловлена проявлением эндогенных факторов, а часть – экзогенных. От глубины формирования магматических очагов, состава пород верхней мантии зависят содержания инертных компонентов кимберлитов (TiO_2, Cr_2O_3, Al_2O_3, FeO, P_2O_5, частично K_2O и Na_2O), ИМК и алмазов, содержания и состав ксенолитов глубинных пород и некоторые другие параметры. Экзогенные факторы, включающие состав и механические свойства вмещающих пород, наличие и степень минерализации захороняющих вод, определяют масштабы и направленность вторичных изменений кимберлитов, содержание подвижных оксидов и ксенолитов и в определенной степени размеры и морфологию конкретных кимберлитовых тел. Совместно с сотрудниками ИГЕМ РАН проведены исследования [1] по выработке новых критериев диагностики алмазоносных кимберлитов (рисунок). Для этой цели использована [2–7] информация по петрологии и классификации кимберлитов, основанная на комплексном петрогеохимическом (ICP-MS, XRF, изотопия Pb, Nd, Sr) исследовании. По кимберлитовым полям Сибирской платформы (СП) подтверждена принадлежность пород (38 трубок 13 полей) к кимберлитам с учетом дискриминантных отношений (K_2O–TiO_2; SiO_2/MgO–Ti/Zr; Nb/Zr и др.) и изотопного состава Nd, Sr в породах, составов породообразующих минералов (слюда, перовскит). Отмеченные редкие отклонения отдельных параметров составов (Zr>450 ppm в породах, каймы тетраферрифлогопита и др.) могут быть связаны с условиями кристаллизации расплавов или метасоматическими изменениями. Кимберлиты II (оранжиты) и лампроиты, сведения о которых появились в последние годы в литературе [8–10], среди изученных нами образцов не установлены. В процессе проведенных комплексных исследований выделено три петрогеохимические группы кимберлитов: низкотитанистые (TiO_2<1 мас. %, Zr 44–77 ppm, Ce 21–70 ppm) – Накынское поле, а также трубка Надежная (Чомурдахское поле), умереннотитанистые (TiO_2 1,0–2,5 мас. %, Zr 50–280 ppm, Ce 58–240 ppm) – южные поля (Мирнинское, Алакит-Мархинское и др.), некоторые трубки северных полей (Дама, Дьянга, Мгришница и др.), высокотитанистые (TiO_2>2,5 мас. %, Zr 125–690 ppm, Ce 100–284 ppm) – большинство трубок северных полей провинции. Кимберлитам каждой группы свойственны также характерные величины отношений изотопов Nd, Sr, Pb, легких (Be, B, Li), а также REE и HFSE элементов [9]. Новый тип низкотитанистых алмазоносных кимберлитов с характерными геохимическими особенностями (низкие содержания REE, HFSE, высокий – Be/Nd и др.) установлен в Накынском поле Средне-Мархинского алмазоносного района. Выявлены вариации составов мантийных источников, времени и режимов процессов кимберлитообразования. BSE или слабо

обогащенная мантия I типа – источник низкотитанистых кимберлитов Нюрбинской трубки (εNd около 0–0,2), для трубки Ботуобинская – слабо деплетированная мантия.

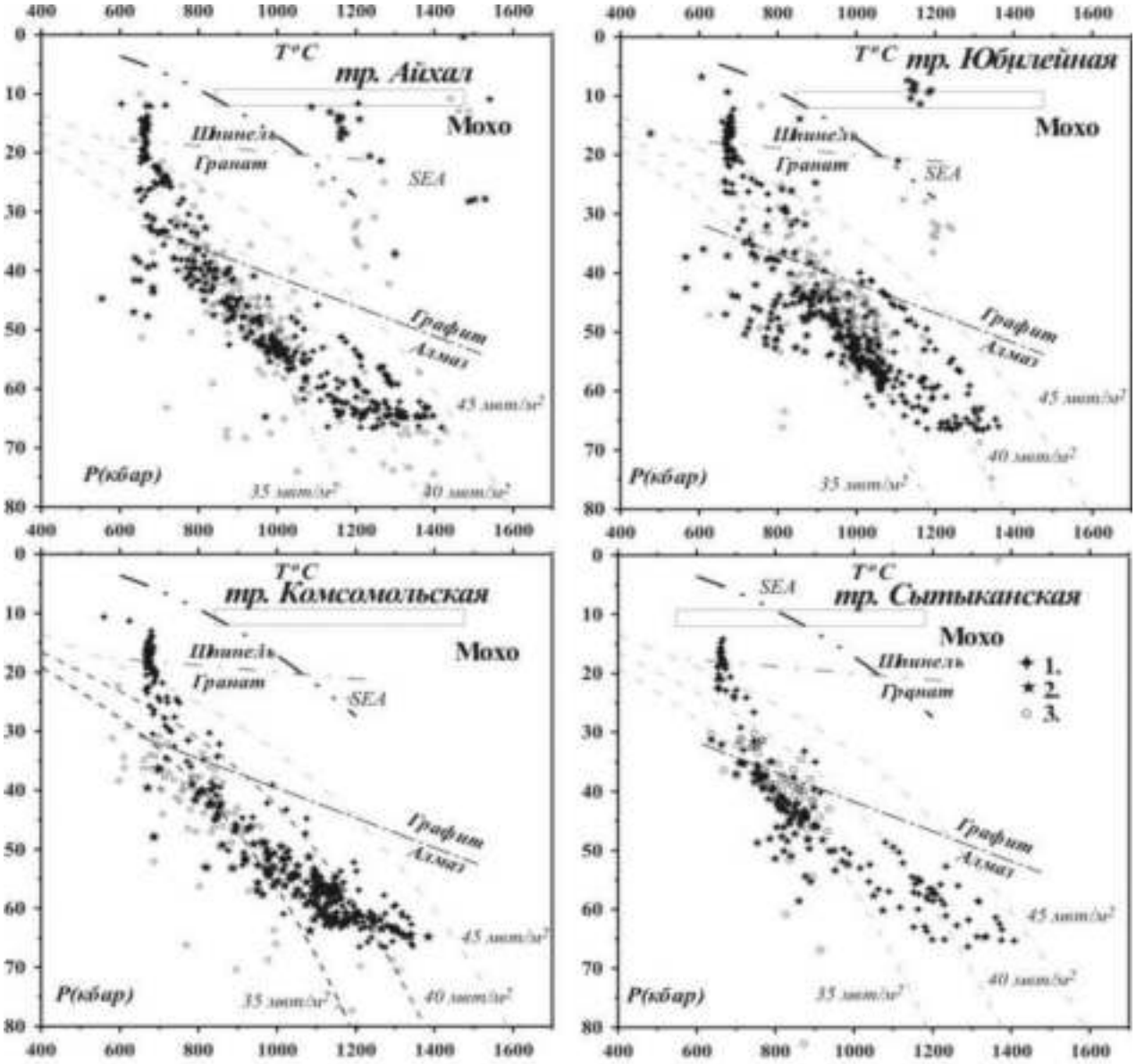


Рисунок. PT-диаграмма для мантийных пород под трубками Алакит-Мархинского поля

Источник умеренно-титанистых и высокотитанистых кимберлитов находился в области деплетированной мантии (εNd от +3 до +5). Судя по величинам отношений изотопов Pb, в кимберлитах трубки Нюрбинская и ряде других присутствует доля вещества коры, поступившего, по-видимому, при мантийном метасоматозе.Установлен ряд геохимических критериев диагностики алмазоносносных объектов СП: а) устойчивое умеренное содержанием ∑HREE (Накынское, Мирнинское и др. поля) в низкотитанистых и умереннотитанистых кимберлитах; б) “накынский” тип алмазоносных кимберлитов может быть эффективно идентифицирован с использованием статистических моделей (дискриминации, классификации с использованием порядковых переменных, множественной регрессии); в) предложена диаграмма Ni/Be–Y/Be (основана на особенностях структуры геохимических связей), которая позволяет отделять [1–10] поля высоко- и среднеалмазоносных кимберлитов (Накынское, Мирнинское) от слабоалмазоносных проявлений (Куойкское и др.).Определение редких элементов методом ICP MS, выполненное в аналитическом центре. Для трубок ряда полей CG построены TP-диаграммы на основе методов пироксеновой и гранатовой мономинеральной термобарометрии (рисунок). Реконструированные по полученным данным мантийные разрезы под Далдынским кимберлитовым полем обнаруживают вариации в строении. Для трубки Удачная гранатовая термобарометрия подтверждает присутствие восемь горизонтов в мантийной колонне, под трубкой Зарница, при использовании для PT-реконструкций на основе одного минерала, получено три дискретных уровня, а с применением совмещенной гранат-пироксеновой термобарометрии – те же восемь дискретных горизонтов. Для трубки Долгожданная гранатовая термобарометрия дает шесть горизонтов, а по клинопироксеновым построениям

выделяется геотерма разогрева в нижней части разреза, который определяется также и для трубки Иреляхская. Наиболее детально построены ТР-диаграммы и реконструированы мантийные разрезы под кимберлитовыми телами Алакит-Мархинского поля (рисунок). Существенный разогрев, от 38 до 45 мвт/м^2, установлен в нижней части в пределах интервала 8–10 кбар (горизонт гранатовых дунитов). Деление на 8–9 интервалов отчетливо заметно на диаграмме трубки Айхал. Близкую структуру имеет мантийная колонна под трубкой Юбилейная, литологически существенно лерцолитовая, за исключением уровня 4–5 кбар, отвечающего истощенным породам в основании разреза. Высокотемпературная гранатовая ветвь (~45 мвт/м^2) до уровня 40 кбар, вероятно соответствует пироксенитам или контактовым зонам вблизи системы подводящих каналов. Мантийная колонна под трубкой Комсомольская истощена гораздо меньше, чем под трубками из южной части поля. Отклонения в низкотемпературную область, обычно характерные для эклогитоподобных пород, соответствуют интервалу 58–50 кбар. Лерцолитовая мантия устанавливается вплоть до 40 кбар, выше вероятны гранатовые гарцбургиты. Под трубкой Сытыканская нижняя часть колонны сложена гранатовыми гарцбургитами и дунитами, выше возможны линзы эклогитоподобных пород. Пироксенитовая линза развита в интервале 45–35 кбар (рисунок) под гарцбургитами.

Осадочно-вулканогенные образования верхних частей кимберлитовых диатрем обычно имеют высокие содержания CaO и CO_2 за счет значительного обьёма обломков карбонатного состава, при этом в них отмечаются пониженные содержания TiO_2, K_2O, P_2O_5 и $\sum Fe$. В основании раструба диатремы и её вертикальном канале, где преимущественно распространены эруптивные брекчии и массивные (порфировые) кимберлиты, постепенно снижаются содержания карбонатных компонентов, хотя их доля в кимберлитовых породах СП даже на глубоких горизонтах диатрем всё же велика. За счет уменьшения количества CaO и CO_2 на средних уровнях кимберлитовых трубок возрастают содержания ряда других компонентов, главными среди которых являются: SiO_2, MgO и H_2O^+. Содержание P_2O_5, TiO_2 и K_2O остаются примерно одинаковыми по всему разрезу диатрем или изменяются не столь существенно, как концентрации основных породообразующих оксидов. В большинстве изученных нами кимберлитовых трубок несколько увеличивается содержание K_2O на глубоких горизонтах, что обусловлено, как показали наши исследования [1–7], снижением степени хлоритизации флогопита в этом направлении. С воздействием на кимберлитовые породы вмещающей среды обычно связано возрастание с глубиной концентрации Na_2O, Cl и SO_3 в тех трубках, где вмещающими породами на глубоких горизонтах являются галогенные и гипсоносные толщи. Роль Fe_2O_3 на глубоких горизонтах некоторых кимберлитовых трубок повышается за счет развития здесь пироаурита или превращения амакинита при его окислении в гидроксиды железа. В некоторых диатремах (Интернациональная, Мир и др.) с глубиной снижается количество SiO_2 и Al_2O_3 и возрастает содержание MgO и H_2O^+, что обусловлено уменьшением здесь роли терригенного материала.

Несмотря на различия в химических особенностях мантийных минералов из трубок Мир и Интернациональная Мирнинского кимберлитового поля, для них характерно приблизительно одинаковое строение мантийных разрезов. Под трубкой Мир истощенные перидотиты предполагаются вплоть до 45 кбар и лишь выше возможны линзы пироксенитов и эклогитов в существенно лерцолитовом со слюдой субстрате. Под трубкой Интернациональная разрез мантийной колонны близок таковому трубки Мир. На астеносферном уровне и выше – до 50 кбар – мантия разогрета, а в строении ее разреза под трубками можно выделить четыре горизонта. Верхне-Мунское поле кимберлитов отличается тем, что в основании мантийных колонн предполагаются сравнительно неистощенные перидотиты, умеренно метасоматизированные. Эклогитовая линза, которая просматривается на уровне около 50 кбар под трубкой Заполярная и несколько менее выражена под трубкой Новинка, возможно, служила экраном для метасоматических компонентов, просачивавшихся снизу. Высокотемпературная ветвь по гранатовой термобарометрии характерна для трубки Новинка и еще более свойственна для трубки Деймос, где пироксены сравнительно редки в концентрате, возможно из-за высокой степени разогрева. Еще более разогрета перидотитовая колонна под трубками Накынского поля. Характерной их особенностью является сравнительно большая доля глубинных гранатов и высокая степень разогрева. Возможно эта причина привела к отсутствию типичных ильменитовых желваков и развитию пироксеновых мегакристаллов. Строение разреза под трубками Нюрбинская и Ботуобинская имеет многоярусный характер: по данным гранатовой термобарометрии не менее шести горизонтов прослеживается под каждой из них.

Изложенные выше материалы в целом подтверждают слоистое строение мантийных разрезов под трубками и конкретизируют обобщенный разрез литосферной мантии восточной части СП с вариациями состава в субмеридиональном направлении. По оценкам РТ-параметров для трубки Обнаженная (северная часть субпровинции) получены температуры от 800 до 1 110 °С, давление от 30 до 40 кбар, что находится за пределами поля стабильности алмазов, при этом для эклогитов характерны температуры от 950 до 1 110 °С, для перидотитов – 900–1 050 °С, а для пироксенитов – 800–1 100 °С. Мантия под центральной частью субпровинции (трубки Юбилейная и Удачная) отличается тем, что степень истощения растет с глубиной, а тепловой поток соответствует 35–40 мв/м^2. Перидотитам свойственны метасоматические ассоциации с многими неравновесными минералами. Среди особенностей мантии под южной частью субпровинции (Мирнинское поле) следует отметить присутствие высокомагнезиальных гранатовых перидотитов и пироксенитов с трубке кристалломорфология и физические свойства алмазов [5–10] дифференцированы на уровне субпровинции, поля и каждой трубки. Индивидуальные особенности состава и физических свойств ИМК трубок выявляются на статистическом уровне. Имеющийся массив информации по составу вещества верхней мантии под Сибирской

алмазоносной провинцией требует переосмысления и анализа с позиций увязки современных представлений о строении и возрасте литосферы с продуктивностью кимберлитовых полей и отдельных трубок. С практической точки зрения крайне важной выглядит задача разработки количественной модели корреляционных связей алмазоносности кимберлитов с составом глубинных зон, до сих пор не имеющая удовлетворительного решения, несмотря на усилия уже не одного поколения исследователей. Неоднородность распределения глубинных ксенолитов приводит к аналогичным свойствам алмазов, более выраженной в горизонтальных сечениях трубок по сравнению с вертикальными разрезами. Обычно ранние фазы внедрения кимберлитов имеют различную алмазоносность. Зафиксирована особенность повышенной алмазоносности кимберлитовых пород более поздних фаз внедрения, причем эти фазы чаще всего приурочены к центральным участкам диатрем. Снижение содержания алмазов в периферических зонах трубок связана также с повышенным количеством здесь материала вмещающих диатремы терригенно-карбонатных или карбонатных пород. Ксенолиты вмещающих пород при попадании в магматический расплав вызывают одновременно уменьшение основности магмы и понижение её температуры, вследствие чего раскристаллизация расплава в системе вместе с ксенолитами начинается раньше кристаллизации самого магматического раствора без включений ксенолитов. Первые фазы внедрения кимберлитовых расплавов должны преодолеть сильное противодействие вмещающих пород и в максимальной степени брекчируются. Последующие внедрения кимберлитовых расплавов не прорывают, а обтекают породы предыдущих фаз внедрения и брекчируются уже в меньшей степени. Процесс формирования автолитовых кимберлитовых брекчий способствует метастабильной сохранности алмазов, что объясняет часто встречающуюся вертикальную зональность распределения алмазов в кимберлитовых диатремах. Популяционная модель формирования кимберлитовых диатрем [2] позволяет прогнозировать степень распространенности автолитовых кимберлитовых брекчий в серии последовательного внедрения других типов кимберлитовых пород. Вязкостная дифференциация кимберлитовых расплавов проходила без химического взаимодействия ксенолитов с расплавом и не зависела от состава ксенолитов. В целом проблема взаимоотношений фрагментов мантийного вещества и вмещающих их кимберлитов остается в числе стержневых в современной петрологии, поскольку может пролить дополнительный свет на процессы формирования разнообразных, особо глубинных, расплавов под древними платформами. Большой интерес представляет оценка количественной роли различных мантийных парагенезисов в материнских кимберлитах с учетом избирательного захвата глубинного материала протокимберлитовыми расплавами, особенностей транспортировки захваченного материала к поверхности, устойчивости алмазов в глубинных выплавках и т. д. Иными словами, следует рассматривать те параметры и процессы, анализ которых может помочь углубить понимание механизмов возникновения продуктивности кимберлитов. Предполагается, что на этой основе удастся усовершенствовать, особенно в количественном отношении по элементному составу, существующие критерии алмазоносности и, соответственно методы прогнозирования и поисков новых месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Богатиков О. А., Кононова В. А., Зинчук Н. Н.* и др. Петрогеохимические и изотопные вариации состава кимберлитов Якутии и их причины//Геохимия. – 2004. – № 9. – С. 915–939.
2. *Василенко В. Б., Зинчук Н. Н., Кузнецова Л. Г.* Петрохимические модели алмазных месторождений Якутии. – Новосибирск: Наука, 1997. – 574 с.
3. *Зинчук Н. Н.* Коры выветривания и вторичные изменения кимберлитов Сибирской платформы (в связи с проблемой поисков и разработки алмазных месторождений). – Новосибирск: НГУ, 1994. – 240 с.
4. *Зинчук Н. Н.* Постмагматические минералы кимберлитов. – М.: Недра, 2000. – 538 с.
5. *Зинчук Н. Н., Коптиль В. И.* Типоморфизм алмазов Сибирской платформы. – М.: Недра, 2003. – 603 с.
6. *Зинчук Н. Н., Котельников Д. Д., Борис Е. И.* Древние коры выветривания и поиски алмазных месторождений. – М.: Недра, 1983. – 196 с.
7. *Зинчук Н. Н., Савко А. Д., Шевырев Л. Т.* Тектоника и алмазоносный магматизм. – Воронеж: ВГУ, 2004. – 426 с.
8. *Розен О. М., Манаков А. В., Зинчук Н. Н.* Сибирский кратон: формирование, алмазоносность. – М.: Научный мир, 2006. – 212 с.
9. *Ротман А. Я., Зинчук Н. Н., Ащепков И. В., Егоров К. Н.* Кимберлиты и перспективы их исследований//Геология алмазов – настоящее и будущее (геологи 50-летнему Юбилею г. Мирного и алмазодобывающей промышленности России). – Воронеж: ВГУ, 2005. – С. 856–892.
10. *Харькив А. Д., Зинчук Н. Н., Крючков А. И.* Геолого-генетические основы шлихо-минералогического метода поисков алмазных месторождений. – М.: Недра, 1995. – 348 с.

УДК 551.311.231:553.08

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГИПЕРГЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ КИМБЕРЛИТОВ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

***Н. Н. Зинчук*[1]**
1 – д-р геол.-минерал. наук, професор, Западно-Якутский научный центр АН РС (Я), Мирный, Россия, nnzinchuk@rambler.ru

На основании комплексного изучения коры выветривания кимберлитов на трубках Восточно-Европейской платформы (ВЕП) показан механизм и последовательность их изменения в различных климатических и геолого-тектонических условиях. Показано, что состав элювиальных продуктов зависит не только от климатических и гидродинамических условий гипергенного изменения пород, выполняющих диатремы, а и от свойств и минеральных особенностей вмещающих трубки пород. Преобладание в пелитовой составляющей из элювия кимберлитов ВЕП тонкодисперсного кварца (за счет влияния вмещающих трубки песчано-алевритовых кварцевых толщ) привело к широкому образованию как в кимберлитах, так и в продуктах их выветривания, сапонита и неупорядоченного вермикулит-монтмориллонитового смешанослойного образования. Отмеченные особенности продуктов выветривания кимберлитов можно использовать как дополнительный критерий при поисках алмазных месторождений на древних платформах.

SPECIFIC FEATURES OF HYPERGENE ALTERATION OF EAST-EUROPEAN PLATFORM KIMBERLITES

***N. N. Zinchuk*[1]**
1 – West-Yakutian Scientific Centre of RS (Y) AS, Mirny, Россия, nnzinchuk@rambler.ru

Basing on complex investigation of kimberlites' crust of weathering on pipes of the East-European platforms (EaEP)mechanism and sequence of alteration in various climatic and geological-tectonic conditions was shown. It was indicated that composition of eluvial products depended not only on climatic and hydrodynamic conditions of hypergene alteration of rocks infilling diatremes, but on properties and mineral features of rocks hosting the pipes. Sharp increase of fine-dispersed quartz (due to the influence of sandy-aleuritic quartz thick layers, hosting the pipes) in composition of the basic mass of EaEP kimberlites brought to extensive generation of saponite and disordered vermiculite-montmorillonite mixed-layered formation both in kimberlites and in products of their weathering. The denoted features of kimberlite products of weathering can be used as an additional criterion during prospecting of diamond deposits on each of the mentioned platforms.

На многих диатремах *Восточно-Европейской платформы* (ВЕП) и, прежде всего, в *Архангельской алмазоносной провинции* (ААП) отмечена остаточная кора выветривания (КВ) кимберлитов. Примером таких элювиальных профилей может служить *кимберлитовая трубка Карпинская-1*, которая прорывает толщи венда и перекрывается породами среднего карбона (частично) и четвертичными отложениями. Разрез венда представлен в верхней части диатремы красноцветными мелкозернистыми песчаниками и алевролитами с прослоями аргиллитов, в нижней – серыми алевролитами и аргиллитами. Четвертичные отложения мощностью 36–42 м представлены песками и суглинками ледникового происхождения [1, 6]. Отложения среднего карбона (мощностью до 5 м) развиты только в северной части трубки (в южной они смыты вместе с КВ). Представлены эти толщи желтовато-серыми и оранжевыми неравномернозернистыми кварцевыми песчаниками. Изучаемая кимберлитовая трубка сложена двумя геологическими телами. Первое, слагающее большую часть диатремы, обладает макрозональностью и состоит из ксенотуфобрекчий, содержащих различное количество кварцевого песчано-алевритового материала. В разрезе отмечены участки, обогащенные кварцевыми песчаниками и брекчиями осадочных пород. В верхних частях диатремы встречаются прослои туфов. Второе тело сложено зеленовато-серой среднеобломочной туфобрекчией, состоящей из измененного оливина (до 20 %), автолитов (до 40 %), ксенолитов алевролитов (до 20 %) и однородной микрозернистой связующей массы (до 20 %). В интервале глубин ≈500–690 м ксенотуфобрекчии содержат большое количество ксенолитов осадочных пород серого, голубовато-серого и черного цветов, что отчетливо выделяет их на фоне зеленовато-голубого цемента. Среди обломочного материала, как и в основной массе образований, преобладают зерна кварца (30–40 % обьема породы). Обломки кварца имеют угловатую, реже овальную форму и различные размеры (от 0,01 до 2 мм). Зерна полевых шпатов (плагиоклазов и микроклина) встречаются редко. Среди ксенолитов осадочных пород (20–30 % обьема) преобладают аргиллиты (0,1–0,05 мм), реже алевролиты и песчаники. Цемент брекчии представлен измененной пелитовой массой, пропитанной гидроксидами железа (рисунок). В глинистой составляющей резко доминируют Mg-монтмориллонит (сапонит) с примесью вермикулит-монтмориллонитового смешанослойного образования [6]. Выше по разрезу (глубины 403–500 м) вскрыта кристаллолитокластическая кимберлитовая туфобрекчия голубовато-зеленого цвета с плохо выраженной брекчиевой текстурой. Порфировые выделения в цементе туфобрекчии представлены псевдоморфозами по оливину (20–25 %), наблюдающимися в виде обломков, реже овальных образований. Выделяется две генерации псевдоморфоз по оливину (первая и вторая), отличающиеся и размерами (соответственно, 2,0–7,0 и 0,05–0,1 мм). Они определяют микропорфировую структуру основной массы туфобрекчий, которая в проходящем

свете микроскопа имеет светлую зеленовато-бурую окраску. В небольшом количестве (не более 5 %) в туфобрекчиях присутствуют автолиты кимберлитов (размеры 0,5–5,0 мм) овальной, реже угловато-сглаженной формы.

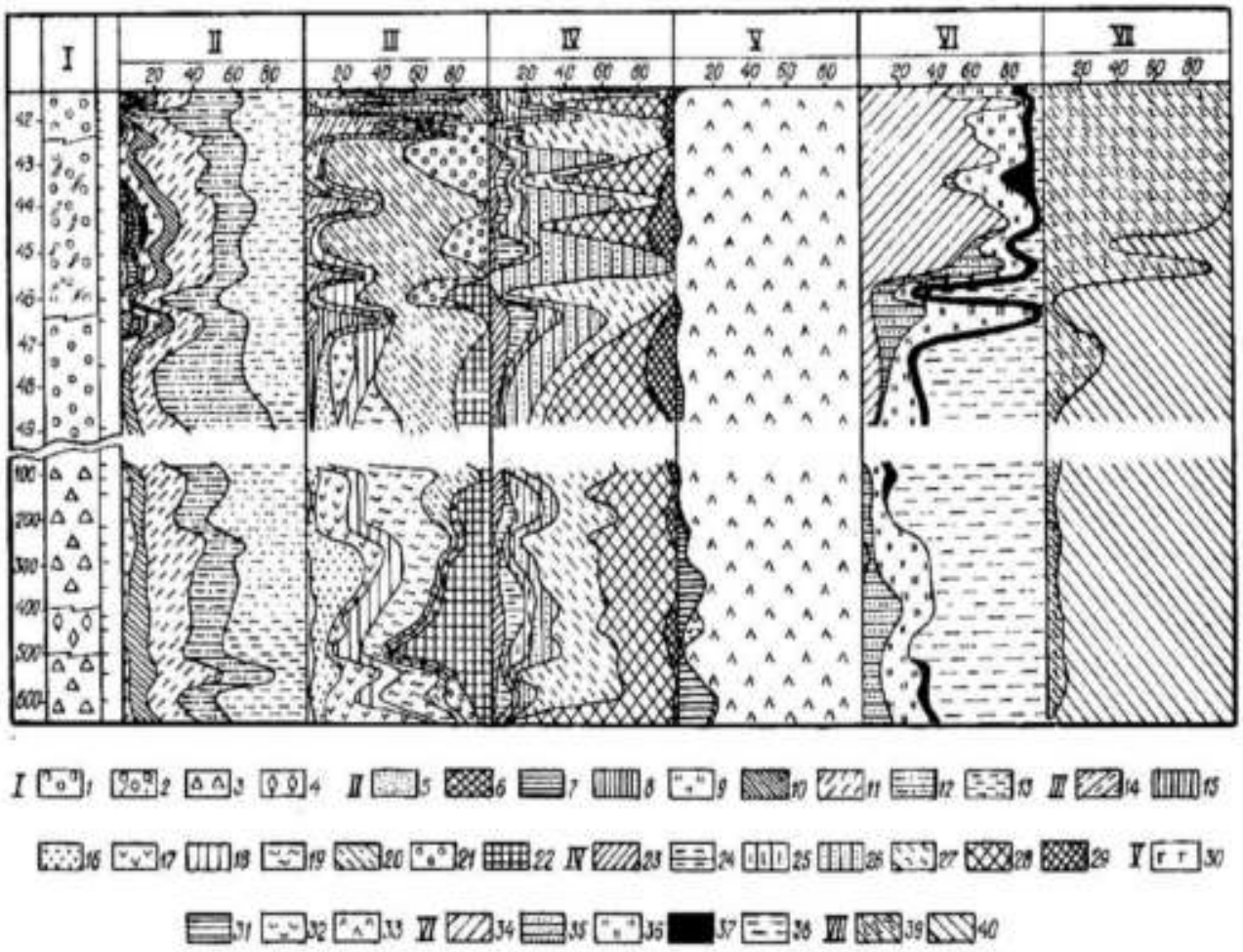


Рисунок. Литологический разрез образований верхних горизонтов кимберлитовой трубки Карпинского-1 (ВЕП), вскрытых разведочной скважиной № 300

1 – Литологическая колонка: 1 – выветрелая автокимберлитовая брекчия; 2 – выветрелая, участками карбонатизированная автомагматическая брекчия; 3 – ксенотуфобрекчия; 4 – туфобрекчия; II – Гранулометрический состав (размеры фракций в мм): 5 – 7,0–5,0; 6 – 5,0–2,0; 7 – 2,0–1,0; 8 – 1,0–0,5; 9 – 0,5–0,25; 10 – 0,25–0,1; 11 – 0,1–0,05; 12 – 0,05–0,01; 13 – мельче 0,01 мм; III – Минеральный состав легкой части фракции 0,1–0,05 мм: 14 – доломит, 15 – кальцит, 16 – кварц, 17 – полевые шпаты, 18 – слюды, 19 – глинистые агрегаты, 20 – глинисто-карбонатные агрегаты, 21 – карбонатные агрегаты, 22 – слюдисто-вермикулитовые агрегаты; IV – Состав первичных минералов тяжелой части фракции 0,1–0,05 мм: 23 – гранаты, 24 – амфиболы, 25 – турмалин, 26 – циркон, 27 – лейкоксенизированные агрегаты, 28 – хромшпинелиды, 29 – другие устойчивые минералы (пироксены, сфен, апатит, цоизит, эпидот, ставролит и хлоритоид); V – Аутигенные минералы тяжелой части фракции 0,1–0,05 мм: 30 – ожелезненные карбонатные агрегаты, 31 – пиритовые агрегаты, 32 – гематит, 33 – гидроксиды железа (гётит); VI – Состав основной массы пород (по результатам рентген-дифрактометрических исследований): 34 – доломит, 35 – кальцит, 36 – кварц, 37 – полевые шпаты, 38 – глинистые минералы (в целом); VII – Состав глинистых минералов (по результатам рентген-дифрактометрических исследований): 39 – неупорядоченные вермикулит-монтмориллонитовые смешанослойные образования, 40 – сапонит

Основная масса автолитов в шлифе имеет темно-серую окраску и глинисто-карбонатный состав. В интервале глубин 350–410 м, скважиной № 300 (рисунок) вскрыта контактовая переходная переходная зона кристаллолитокластической кимберлитовой туфобрекчии с литокристаллокластическими туфами. Для последних характерно наличие большого количества автолитов (20–30 % обьема породы) и ксеногенного кварца (15–30 %). Вверх по описываемому интервалу разреза несколько изменяются состав и окраска пород. Так, в нижней части отмеченного интервала породам свойственна голубовато-серая окраска, сменяющаяся с глубины 250 м темно-вишневой. В цементе туфов многочисленные автолиты имеют преимущественно овальную форму, светло- и зеленовато-серый цвет. Кроме того, в цементе туфов постоянно присутствуют ксенолиты осадочных пород в виде мелких (1 до 18 мм) обломков бурого, серого и вишневого цвета. Характерно присутствие тонких (0,01–0,3 мм) чешуек хлоритизированных слюд. На отдельных участках

основная масса пород сильно обогащена [1–5, 7] гидроксидами железа или выделения пирита, что приводит к соответствующему увеличению этих новообразований в тяжелой фракции пород (рисунок).

В интервале глубин 46,5–97,6 м этого же профиля вскрыты автомагматические кимберлитовые брекчии, в верхней части сильно выветрелые и измененные до глинистого состояния. В низах этого интервала свойственная пятнистая серовато-вишневая окраска. Порфировые вкрапленники представлены псевдоморфозами серпентина по оливину (размеры 0,5–2,0, редко до 5 мм), автолитами (до 15 мм), ксенолитами осадочных пород (1,5–11,0 мм). Содержание обломков зерен кварца составляет от 10 до 15 % обьема породы, распределены они в ней неравномерно. Встречаются по интервалу измененные зерна полевых шпатов. Основная масса породы в этом интервале представлена темно-бурыми тонковолокнистыми глинистыми образованиями, в различной степени пропитанными гидроксидами железа. Однако на отдельных участках такие обогащенные Fe-новообразованиями зоны сменяются карбонатизированными породами, в составе которых доминирует мелкозернистый (0,01–0,05 мм) доломит. Начиная с глубины 46,5 м и до верхнего контакта описываемого разреза с перекрывающими каменноугольными отложениями (41,4 м) кимберлитовые брекчии изменены до глинистого состояния. Реликтовые структуры материнских пород и измененных ксенолитов отмечаются редко, при этом некоторые из них сравнительно более плотные вследствие наложенной вторичной карбонатизации. В таких случаях от 50 до 70 % обьема породы представлены карбонатом, который образует налеты или тонкозернистые слоистые массы, а также отдельные изометрической формы зерна размером 0,1–0,3 мм. В КВ кимберлитов изученной трубки отмечаются (рисунок) более существенные изменения гранулометрического состава пород, концентрации минералов легкой, тяжелой и глинистой фракций. В комплексе реликтовых минералов тяжелой фракции доминируют хромшпинелиды и пиркон, хотя в отдельных участках элювия кимберлитов эти минералы не установлены [1–5]. Значительную роль в таких случаях играют мелкие (мельче 0,1 мм) лейкоксенизированные рудные выделения, представляющие собой продукты изменения ильменита. В подчиненном количестве среди первичных минералов тяжелой фракции находятся гранаты, амфиболы, пироксены, апатит, эпидот, цоизит, ставролит и др. В элювии кимберлитов существенно увеличивается концентрация гидроксидов железа (преимущественно гётита), распределенных по широкому спектру гранулометрических классов (рисунок). Процессы карбонатизации продуктов выветривания описываемого разреза привели к резкому уменьшению в верхах профиля концентрации глинистых минералов и увеличению содержания новообразований доломита, а в отдельных участках и кальцита. В гипергенных условиях в описываемом профиле за счет изменения флогопита и сапонита появляются [6–7] вермикулит-монтмориллонитовых смешанослойные образования с тенденцией к упорядоченности, часто занимающие главенствующее положение среди слоистых силикатов. В целом для кимберлитов описываемой трубки характерна высокая концентрация SiO_2 (до 69 %), что вызвано повышенным содержанием тонкодисперсного кварца (рисунок). В отдельных интервалах КВ, где роль кварца незначительна, концентрация кремнезема до 15 %. Для изученных пород характерно невысокое в целом содержание Al_2O_3 (3,10–8,90 %). Сравнительно высокая концентрация в описываемых породах MgO (4,06–18,81 %) обьясняется широким развитием в основной массе сапонита (нередко с примесью серпентина), в структуру которых входит этот петрогенный компонент. Довольно равномерно распределен по разрезу оксид железа. Отмеченный в верхах разреза процесс наложенной вторичной карбонатизации подтверждается повышением в указанных частях содержаний CaO (от 0,051 до 0,732 г/см^3 – 29,88 %) и CO_2 (от 0,088 до 0,712 г/см^3 – 31 %). Концентрации остальных петрогенных компонентов меняется незначительно [6].

Таким образом, проведенные сравнительные исследования гипергенного изменения кимберлитов СП и ВЕП позволили уточнить динамику формирования этого типа КВ в различных геолого-тектонических, гидрогеологических и климатических условиях, что подчеркивается их минералого-геохимическими особенностями. В целом изученные породы верхних частей диатремы сравнительно рыхлые на большую глубину (рис.1), что позволяет выполнять гранулометрические анализы без специальной обработки проб. В этом плане указанные породы аналогичны образованиям некоторых небольших по размерам трубок СП (типа трубки Дачная в Малоботуобинском алмазоносном районе). Главным карбонатным минералом измененных пород трубок ВЕП является кальцит, образование которого происходит на всех стадиях формирования и становления кимберлитовых тел. Его присутствие в КВ свидетельствует о pH среды, в которой находились кальцитсодержащие породы. Разрушение кальцита в процессе выветривания происходит в основном под воздействием угольной кислоты. Сероводородистая кислота в таких условиях является неустойчивой, вследствие окисления серы превращается в серную кислоту, под воздействием которой кальцит преобразуется в гипс. На разрушение кальцита большое влияние имеет агрессивная составляющая угольной кислоты, а именно та ее часть, которая израсходуется на растворение углекислого кальция по уравнению: $CaCO_3+H_2O = Ca_2+2HCO_3$ Данный процесс обратим и поэтому после полного израсходования агрессивной углекислоты наступает равновесие и с последующим удалением CO_2 реакция пойдет в обратном направлении. Этим объясняется появление кальцита в верхних частях коры КВ, которые в более низких частях его не содержат. Доломит является более устойчивым к кислотам, чем кальцит, в связи с чем фиксируется в зонах лишенных карбонатов кальция. В отличие от кальцита, образование в КВ сидерита связано с окислительно-восстановительным потенциалом среды (Eh), в зависимости от которого могут возникать окислы (гидроокислы) железа или карбонаты. Сидерит может образоваться даже в слабокислых условиях, при pH раствора, равном немного больше пяти, когда существование кальцита невозможно. Подобные условия в ходе выветривания

обеспечиваются наличием в перекрывающих породах органических веществ, окисление которых приводит и к предохранению поступившего из исходных пород железа от окисления, и содействует образованию карбоната. Угольная кислота имеет влияние на изменение и возникновение главных силикатных минералов КВ, в первую очередь это касается кандитов. Также под ее влиянием на алюминий содержащие минералы происходит образование каолинита. Создавая кислые условия, углекислота содействует полимеризации находящейся в растворе кремневой кислоты с образованием кварц-халцедоновых агрегатов. Сонахождение кварца с каолинитом, а также пропорциональное уменьшение в некоторых пробах хлорита и смектита, указывает на то, что источником кремнекислоты для кимберлитов СП явились магнезиально-железистые слоистые силикаты, которые под воздействием углекислых растворов и органических кислот разрушались с удалением магнезии и отчасти железа, а порода обогащалась кварцем, а для аналогичных пород ВЕП кварцсодержащие осадочные породы, вмещающих диатремы толщ. Относительно небольшая часть глинозема исходных минералов в данных условиях связывалась в каолинит. Преобразование минералов больше всего относится к слоистым силикатам, изменение которых не приводит к полному разрушению структуры соединения и к кремнекислородным сеткам, на месте выщелоченных могут приспосабливаться другие ионы (или комплексы) с образованием новых видов. Что касается других силикатов (или других соединений), то в процессе их гидролиза происходит полное разрушение структуры исходного минерала на отдельные составляющие, из которых (если они не выносятся) возникают новые минералы. В КВ кимберлитов описываемых платформ (за небольшим исключением) попавшие в раствор кремнекислородные тетраэдры объединяются в слои независимо от того, находятся ли они в пределах исходного минерала или в трещине. Оливин замещается, а не преобразуется в серпентин; смектит или брусит может заместиться кальцитом, составляющие которого полностью привнесены и не содержатся в исходном минерале. Поэтому, с определенной степенью условности, к преобразованиям можно отнести и изменения, происходившие в силикатах, поскольку в растворе остаются кремнекислородные тетраэдры, а не Si^{4+}. Направление вектора выветривания кимберлитов на вариационной LM/OK-диаграмме [7] занимает промежуточное положение между полем терригенно-карбонатных образований и пород основного состава, т. е. в продуктах их выветривания с одинаковой вероятностью может идти образование и оксидов Al и каолинита. При этом свойственный слюде в кимберлитах политип 1M обусловливает, как менее устойчивый при выветривании, сравнительно более быстрое накопление в продуктах их диоктаэдризации Al, чем выветривание слюды $2M_1$ в терригенно-карбонатных породах этих же перспективных на алмазы территорий.

Для построения схемы процесса выветривания взято в основу распределение по вертикали породообразующих минералов по детально изученным разрезам кимберлитовых пород, вскрытых скважинами в различных участках диатрем. КВ анализируемых кимберлитовых трубок рассматривается вместе с таковой для вмещающих пород, поскольку минералы и обломки последней уже во время внедрения смешались механически и создали при обводнении единую физико-химическую систему. В процессе выветривания возникают продукты, которые отвечают данной физико-химической обстановке, с изменением которой они могут быть некоторое время стабильными (изменяются медленно) или сразу же растворяться, превращаться в другие соединения. Наиболее чувствительными к изменению определяющих параметров среды являются карбонаты кальция (кальцит, арагонит), по отношению к изменению pH водных растворов и соединений железа фиксирующие изменения окислительно-восстановительной обстановки. Из карбонатов в парагенетической ассоциации может выступать только сидерит. Сам же каолинит возник за счет трансформации слюд, хлоритов и смектитов, а также за счет полевых шпатов, которые в заметном количестве присутствуют в КВ. Общим для различных диатрем является неоднородность исходных пород, вызванная тектоническим фактором и составом возникшего обломочного материала. Для трубок СП и ВЕП в целом не свойственна пиритизация вторичных продуктов и связанная с этим обширная сульфидизация. Анализ минеральных ассоциаций КВ показывает, что экзогенные образования рассмотренных кимберлитовых трубок возникли в подобных условиях. Сходными явились процессы выветривания исходных пород, которые проходили в гумидном климате, в условиях низкого пенеплена, при повышенной трещиноватости вмещающих кимберлиты пород, а также брекчиевой текстуры самих кимберлитов. Определяющим фактором окончательного состояния экзогенных образований обоих трубок являются растительные остатки, которые в значительной степени обусловили изменение исходных породообразующих минералов.

Сравнение вещественного состава КВ кимберлитов двух платформ показали некоторые черты как общности, так и отличия. В целом изученные породы из элювиальных профилей сравнительно рыхлые (рисунок), что позволило для большинства изученных проб выполнить гранулометрические анализы без специальной предварительной их обработки. Из существенных различий в минеральном составе выветрелых кимберлитов обоих платформ следует отметить незначительную роль пиропа и пикроильменита в породах ВЕП, в то время как для аналогичных пород СП это доминирующие минералы тяжелой фракции. Основным ИМК трубок взрыва ВЕП является хромшпинелид. Обогащенность этих пород тонкодисперсным кварцем и отличный от диатрем СП состав вмещающих пород (преимущественно терригенные толщи) привел к развитию характерного для ВЕП минерала – сапонита. Для пелитовой составляющей КВ кимберлитов СП характерно присутствие Ca-, реже Mg-Fe^{3+} – монтмориллонита, ассоциирующего с неупорядоченной монтмориллонит-гидрослюдистой смешанослойной фазой, гидрослюдой 1M и серпентином. Широкое развитие в верхах профилей выветривания кимберлитов ВЕП процессов доломитизации могут указывать на существенное влияние на вещественный состав элювия перекрывающих КВ вулканогенно-осадочных толщ, для которых

характерен этот минерал. Образование сапонита в кимберлитах ВЕП можно объяснить обогащенностью магнезиальных пород кимберлитов кремнеземом, заимствованным из сравнительно рыхлых вмещающих трубки этого региона пород (в основном песчанистого состава), что привело к более кислой, по сравнению с аналогичными породами СП (где вмещающими толщами являются терригенно-карбонатные и карбонатные толщи нижнего палеозоя) среде. Учитывая ничтожно мелкие концентрации в тяжелой фракции кимберлитов ВЕП и их КВ пиропа и пикроильменита, а также особенности состава вмещающих и перекрывающих трубки осадочных толщ, следует обратить внимание, что слоистые силикаты типа сапонита и неупорядоченного вермикулит-монтмориллонитового смешанослойного образования можно использовать в качестве одного из ведущих минералов при поисках кимберлитовых диатрем на этой или близкой по геологическому развитию территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зинчук Н. Н.* Сравнительная характеристика вещественного состава коры выветривания кимберлитовых пород Сибирской и Восточно-Европейской платформ//Геология и геофизика. – 1992. – № 7. – С. 99–109.

2. *Зинчук Н. Н.* Коры выветривания и вторичные изменения кимберлитов Сибирской платформы. – Новосибирск: НГУ, 1994. – 240 с.

3. *Зинчук Н. Н.* Постмагматические минералы кимберлитов. – М.: Недра, 2000. – 538 с.

4. *Зинчук Н. Н.* Особенности петрофизических свойств пород Архангельской алмазоносной провинции//Сб.: Материалы 15-й Международной конференции “Физико-химические и петрофизические исследования в науках о Земле”. – М.: ИГЕМ РАН, 2014. – С. 84–87.

5. *Зинчук Н. Н.* О постмагматических изменениях кимберлитов Восточно-Европейской платформы//Сб.: Материалы XII Международной научно-практической конференции “Новые идеи в науках о Земле”. – Т. 1. – М.: МГРИ-РГГРУ, 2015. – С. 208–209.

6. *Зинчук Н. Н., Котельников Д. Д.* О преобразовании серпентина в процессе выветривания кимберлитов Якутии//ДАН СССР. – 1980. – Т. 250. – № 3. – С. 697–702.

7. *Хитров В. Г., Зинчук Н. Н., Котельников Д. Д.* Применение кластер-анализа для выяснения закономерностей выветривания пород различного состава//ДАН СССР. – 1987. – Т. 296. – № 5. – С. 1228–1233.

УДК 551.782(477-17)

ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ СТРАТИГРАФІЧНИХ СХЕМ НЕОГЕНОВИХ ВІДКЛАДІВ ПІВНІЧНОЇ УКРАЇНИ

В. Ю. Зосимович[1], Т. В. Шевченко[2]
1 – д-р геол.-мінерал. наук, старший науковий співробітник, Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, shevchenko.t@nas.gov.ua, 2 – канд. геол. наук, Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, shevchenko.t@nas.gov.ua, shetv@ukr.net
На прикладі губиниської світи сармату Дніпровсько-Донецької западини окреслено питання достовірності та детальності стратиграфічного розчленування товщ, від яких залежить якість геологічного картування. Основним масштабом регіональної зйомки в подальшому має бути зйомка великого масштабу на сучасному рівні. Потребують оновлення стратиграфічні схеми та Легенди геологічних карт середнього масштабу.

MODERNIZATION OF STRATIGRAPHIC SCHEMES OF NEOGENE DEPOSITS OF THE NORTHERN UKRAINE

V. Yu Zosimovich[1], T. V. Shevchenko[2]
1 – Institute of Geological Sciences of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, shevchenko.t@nas.gov.ua, 2 – Institute of Geological Sciences of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, shevchenko.t@nas.gov.ua; shetv@ukr.net
On the example of the Hubynykha Formation (Sarmatian) of the Dnieper-Donets depression, the questions of reliability and detail of stratigraphic division of the sedimentary strata are described; the quality of the geological mapping depends on them. In the future, the main scale of regional surveying should be geological survey of 1:50 000-scale at the modern level. Updated stratigraphic schemes and geological map Legends (1:200 000-scale) is necessary.

Складання повноцінних геологічних карт різного масштабу, їхня модернізація по мірі накопичення нових матеріалів є неодмінною умовою існування геології як науки. Незважаючи на те, що за період вивчення осадочного чохла Північної України, зокрема неогенових відкладів, був проведений колосальний обсяг досліджень, роботи по забезпеченню надійної стратиграфічної бази геологічного вивчення, її актуалізація, залишаються вкрай актуальними.

Розглянемо приклад. У південно-східній частині Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) має значне поширення так звана піщано-глинисто-вапнякова товща, яка залягає на розмитій поверхні кварц-глауконітової межигірської світи нижнього олігоцену, а перекривається або четвертинними відкладами, або відкладами пліоцену. Вивчення складу та меж її поширення у свій час було предметом досліджень, які виконував В. Ю. Зосимович у межах госпдоговору з Українським державним геологорозвідувальним інститутом (УкрДГРІ, м. Київ; 1993–2003 рр.). Примітно, що в районі, де поширена ця товща, “стикаються” аркуші Держгеолкарти-200 одразу трьох серій – Дніпровсько-Донецької, Донбаської і Центральноукраїнської (рисунок). Зазвичай згідно з Легендами цю товщу розділяли на підрозділи верхнього олігоцену (берецька світа) і нижнього й середнього міоцену (новопетрівська світа).

Після ретельного вивчення численних відслонень і кар’єрних розробок дуже великої площі ДДЗ на підставі літостратиграфічних досліджень В. Ю. Зосимович довів, що піщано-глинисто-вапнякова товща є продуктом молодшого віку, а саме сарматського, пов’язаного з діяльністю інгресії сарматського моря з півдня у межі Північноукраїнського палеоседиментаційного басейну. Зауважимо, що сарматські морські інгресійні утворення для південно-східної частини ДДЗ у літературі описувалися і раніше, однак вони 1) описувалися “острівками” посеред новопетрівських (полтавських) відкладів (Лунгерсгаузен, 1939; Крашенінніков, Слензак, 1951, Стратиграфія…, 1975, Стратиграфическая…, 1993, Иванова и др., 2007 та ін.) і 2) мабуть за цієї причини вони не були відзначені в Легендах і тому ніколи тут не картувалися.

Основу товщі становлять суттєво перероблені верхньопалеогенові берецькі (зміївські й сиваські) і міоценові новопетрівські відклади, розмив яких відбувався в сарматський (постновопетрівський) час; поширена в басейнах річок Самара, Орель, Вовча, Бик. Товща докладно нами описана й оконтурена (розрізи біля населених пунктів Губиниха (стратотиповий), Голубівка, Вільне, Івано-Михайлівка, Кочеріжки, В’язівок, Маломиколаївка, Мар’їна Роща, Петрівка, Катеринівка, Кам’янка, Криворіжжя, Сергіївка, Привовчанське, Петропавлівка, Варварівка, Магдалинівка, Царичанка, Перещепине, Дар-Надежда, Чорнолозка, Зачепилівка, Сахновщина, Кегечівка, Яковлівка та ін.); ще раз зауважимо, що вона генетично пов’язана з сарматською інгресією. Витримуючи вимоги Стратиграфічного кодексу (2012) щодо виділення самостійного стратону, для неї нами запропоновано назву губиниська світа (Зосимович, 2017; Зосимович, Шевченко, 2017). В оптимізованій стратиграфічній схемі А. М. Карпенко вона виділена як верхньоміоцен-пліоценова піщано-глиниста товща (Карпенко, 2017).

Вважаємо, що виділення губиниської світи сармату як самостійного стратиграфічного підрозділу є правомочним, оскільки, як показали дослідження, вона відбиває специфічний етап геологічного розвитку цієї

ділянки земної кори, який проявився у своєрідності осадконакопичення (морський або прибережно-морський генезис) і поширена в межах як мінімум п'ятьох аркушів північноукраїнських серій (Дніпровсько-Донецької та Донбаської) масштабу 1:200 000. Оскільки ці "морські" відклади як реальне геологічне тіло на сьогодні "не присутні" в Легендах Держгеолкарти-200, подальше їхнє вивчення (літологічне, палеонтологічне та ін.) дуже важливо для надолуження цієї прогалини. Наші нові матеріали зі стратиграфії неогену південного-східної частини ДДЗ, безумовно, потребують відповідного компетентного розгляду і затвердження – після цього інгресійна губиниська світа може бути врахована в серійних Легендах.

З іншого боку, розв'язання питань просування сарматської інгресії у межі Північної України, як далеко на північ вона заходила – все це важливо також з точки зору вивчення загально геологічних подій. Будучи "морською" або "прибережно-морською" вона "вклинюється" в розріз неогену Північної України, який складений усталеними континентальними осадками, і що є винятковою подією. Ця подія має бути відтворена на геологічних і палеогеографічних картах України, що поповнить людські знання про дійсну будову осадочної оболонки Землі.

Для забезпечення повноти, достовірності та інформативності карт вважаємо, що саме великомасштабна зйомка (1:50 000) повинна розглядатися як якісно новий етап у розвитку геологічного вивчення нашої країни. Відомо, що для створення потрібної наукової основи геологічної зйомки потребується постановка різних тематичних досліджень (літостратиграфічних, хроностратиграфічних, модернізація або актуалізація стратиграфічних схем регіону тощо), тому зокрема для губиниської світи найближчими завданнями з її вивчення є: докладне картування її в межах "язика" поширення (рисунок), з'ясування питань її прилягання до непорушених інгресією розрізів або стикання з одновіковими утвореннями (трансгресивними) сармату південних районів України за різними схемами (Стратиграфическая…, 1993, Вернигорова, 2015). Для виконання такої роботи потрібні зусилля науковців і геологів, що вивчають будову південно-східної частини ДДЗ і західних околиць Донецької складчастої споруди.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Вернигорова Ю. В.* Стратиграфічна схема неогенових відкладів Північного Причорномор'я та прилеглої частини Українського щита//Геологія та рудоносність України. – Дніпропетровськ, 2015. – Т. 1. – Вип. 1. – С. 81–124.

2. *Зосимович В. Ю.* Інгресійна піщано-глинисто-вапнякова товща сармату в межах української частини Субпаратетісу//40 років Палеонтологічному товариству України: Матеріали XXXVIII сесії Палеонтол. тов-ва НАН України. – Київ, 2017. – С. 140–142.

3. Зосимович В. Ю., Шевченко Т. В. Губиниська світа сармату Північноукраїнської палеоседиментаційної провінції//Тектоніка і стратиграфія. – 2017. – У друці.

4. *Иванова Т. А., Барг И. М., Богданович Е. М.* и др. Опорный разрез миоценовых отложений юго-восточной части Днепровско-Донецкой впадины (пгт Губиниха)//Палеонтологічні дослідження в Україні: історія, сучасний стан та перспективи: Зб. наук. пр. ІГН НАН України. – К.: Нора-прінт, 2007. – С. 306–315.

5. *Карпенко А. М.* Оптимізована стратиграфічна схема неогенових відкладів Північноукраїнської палеоседиментаційної провінції//Геофорум-2017: Матеріали IV Міжнародного геологічного форуму "Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука й виробництво", присвяченого 60-річчю УкрДГРІ. – Київ: УкрДГРІ, 2017. – С. 168–171.

6. *Крашенинникова О. В.*, *Слензак И. Е.* Неоген Днепровско-Донецкой впадины. – Киев: Изд-во Киев. гос. ун-та, 1951. – 46 с.

7. *Лунгерсгаузен Л. Ф.* Заметка о полтавском ярусен//Материалы по геологии и гидрогеологии. Сб. 1. – Киев: Изд-во геол. упр. УССР, 1939. – С. 61.

8. Стратиграфія УРСР. Т. 10. Неоген. – Київ: Наукова думка, 1975. – 280 с.

9. Стратиграфическая схема фанерозойских образований Украины для геологических карт нового поколения. Графические приложения. Таблицы. – Киев, 1993.

ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЇ ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ ДО РИНКОВИХ УМОВ НАДРОКОРИСТУВАННЯ В ЗАХІДНОМУ НАФТОГАЗОНОСНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

О. В. Зур'ян[1], В. О. Старинський[2], Л. М. Сидоренко[3], Т. В. Ціхонь[4]
1 – заст. директора, д-р філософії в галузі економіки, Український державний геологорозвідувальний інститут, м. Київ, Україна, olegzurian@gmail.com, 2 – старший науковий співробітник, Український державний геологорозвідувальний інститут, м. Київ, Україна, vikstar.ukrdgri@gmail.com, 3 – інженер 1 кат., Український державний геологорозвідувальний інститут, м. Київ, Україна, vikstar.ukrdgri@gmail.com, 4 – молодший науковий співробітник, Український державний геологорозвідувальний інститут, м. Київ, Україна, ttsikhon@gmail.com

Проаналізовано зміни, що відбулися після 1990 року в структурі надрокористування, геолого-розвідувальних робіт, ресурсній базі вуглеводнів. Факти свідчать, що роль комерційних структур у зазначених процесах, починаючи з 1990 року, постійно зростає. Наявний стан фонду нафтогазоперспективних об'єктів, якість ресурсної бази свідчать, що обсяги ГРР доцільно збільшити в 2,5 раза. Є реальні можливості для збільшення рівня видобутку газу й нафти принаймні в 1,5 раза.

FEATURES OF ADAPTATION OF OIL AND GAS GEOLOGICAL EXPLORATIONTO MARKET CONDITIONS IN THE WESTERN REGIONS OF UKRAINE

The changes that took place after 1990 in the structure of subsoil use and geological exploration were analyzed. Facts indicate that the role of commercial structures in these processes has been steadily increasing since 1990. The existing state of the fund of oil and gas prospecting facilities, the quality of the resource base indicates that it is expedient to increase the size of the geological exploration by 2.5 times. There are real opportunities for increasing the level of gas and oil production by at least 1.5 times.

Західний нафтогазоносний регіон України (площа 73,2 тис. км^2) за різноманітністю та складністю геологічної будови не має аналогів у Європі. За Державним балансом запасів (ДБЗ) до 2018 року в регіоні було відкрито 123 родовища вуглеводнів (ВВ). Їхній розподіл за типами флюїдів та запасами в нафтогазоносних областях і районах (НГО та НГР) станом на 01.01.2018 р. наведено нижче.

НГО	НГР	Усього	Кількість родовищ									
			за типами флюїдів					за запасами				
			нафтові	нафтогазові	нафтогазо-конденсатні	газові	газо-конденсатні	великі	середні	невеликі	дрібні	дуже дрібні
Волино-Подільська	Волинський	1	–	–	–	1	–	–	–	1	–	–
	Бузький	1	–	–	–	1	–	–	–	–	–	1
Передкарпатська	Більче-Волицький	67	1	1	–	58	7	3	6	1	16	41
	Платформного автохтона	1	1	–	–	–	–	–	–	1	–	–
	Самбірський	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Бориславсько-Покутський	43	29	2	1	–	1	3	2	5	13	20
Карпатська	Скибовий	3	3	–	–	–	–	–	–	–	1	2
	Кросненський	2	–	–	–	1	1	–	–	–	1	1
Закарпатська	Мукачівсько-Солотвинський	5	–	–	–	5	–	–	–	–	1	4
Усього:		123	34	3	11	66	9	6	8	8	32	69

За ДБЗ на 01.01.2017 року початкові балансові запаси вільного газу становили – 350,3 млрд м^3, розчиненого – 70,26 млрд м^3, нафти – 160,8 млн т, конденсату – 3,05 млн т, ∑ ВВ – 584,63 млн т у н. е., з яких на сьогодні вже видобуто нафти – 71,1 %, вільного газу – 75,4 %.

У Західному регіоні внаслідок ретромоніторингу в історії розвитку геолого-розвідувальних робіт (ГРР) після 1945 року розрізняють три основні періоди:

I (1945 – 1970 рр.) – коли обсяги ГРР постійно зростали, їхній фронт розширювався, охоплюючи нові площі та райони;

II (1971–1990 рр.) – коли через дефіцит фонду нафтогазоперспективних об'єктів на невеликих і середніх глибинах чималі обсяги ГРР було переорієнтовано на глибини понад 4 км;

III (з 1991 р. і досі) – пов'язаний з переходом ГРР на ринкові умови надрокористування.

До 1991 року ГРР у країні здійснювали в умовах державної директивної системи керування.

До 1991 року в регіоні було видобуто: нафти – 98,81 млн т (86,4 % від накопиченого видобутку) (НВ) до 2017 року, конденсату – 2,345 млн т, вільного газу – 231,964 млрд м^3 (87,8 %), розчиненого газу – 41,235 млрд м^3 (90,8 %).

Власне 1990 року в регіоні було видобуто: нафти – 0,921 млн т, вільного газу – 1,017 млрд м^3, розчиненого газу – 0,443 млрд м^3.

На 01.01.1991 року у фонді нафтогазоперспективних об'єктів перебувало 63 виявлені та 20 підготовлених об'єктів загальною площею 288,5 км^2, тобто було створено достатній резерв для розширення фронту пошуково-розвідувальних робіт.

1991 року з розпадом Радянського Союзу відійшла в минуле планово-директивна система керування народним господарством. Гостро постало питання про способи переходу до ринкових умов надрокористування.

В Україні цей процес розпочався за надзвичайно хиткої економічної ситуації.

Головгеологія України вибрала концепцію послідовної реорганізації геологічної галузі, запровадження ринкових умов надрокористування за тривалого одночасного фукціонування адміністративних та економічних важелів керування з поступовим розширенням сфер впливу останніх, яка зокрема передбачала:

– запровадження на першому етапі контрактної системи організації ГРР, де б замовниками виступали державні структури;

– поступовий перехід від фінансування до кредитування ГРР та кінцевих розрахунків по завершенні робіт;

– надання геологорозвідувальним організаціям права розробки родовищ корисних копалин, які вони відкрили, щоб прискорити створення конкурентного середовища у добувних галузях;

– поступове розширення економічної самостійності геологорозвідувальних організацій;

– на другому етапі акціонування (приватизація) геологорозвідувальних (геофізичних) об'єднань;

– широке залучення до освоєння ресурсної бази акціонерних (приватних) структур та сумісних підприємств (СП) з іноземним капіталом.

27.09.1994 р. Верховна Рада України своєю Постановою ввела в дію "Кодекс України про надра" в першій редакції. У наступні роки вона прийняла ще низку законів стосовно надрокористування та видобутку нафти й газу. Відповідно Кабмін України видав постанови щодо імплементації зазначених законів у сферу реальної економіки. Особливо треба зазначити Постанову Кабміну від 05.05.1997 року "Про затвердження Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр", в якій уперше були реально враховані економічні чинники.

Під егідою Держкомгеології України та його наступників, за участі ДКЗ, УкрДГРІ та УНГА була розроблена ціла низка супроводжувальних нормативних і методичних документів.

До 2002 р. переважно була створена нормативно-правова база, що регламентує діяльність надрокористувачів різної форми власності в ринкових умовах.

Водночас відбувається структурна реорганізація всієї системи надрокористування.

1999 року на базі Держнафтогазпрому було створено НАК "Нафтогаз України" – найпотужнішу компанію в країні. Поява такого супермонополіста фактично деформувала ринкові умови надрокористування, які тільки почали складатися. Того ж року було ліквідовано Держкомгеологію. Його функції передано Мінекології України, де було створено Департамент геології і використання надр, перетворений 2002 р. на Державну геологічну службу надр України (ДСГН).

Тепер ДСГН виконувала переважно лише контрольно-регуляторні функції. В умовах ще несформованого ринку надрокористування цього виявилося замало. Фактично реорганізація геологорозвідувальної галузі застрягла на якомусь проміжному етапі. Досі чітко не окреслені функції та сфера діяльності ДСГН, джерела фінансування регіональних та науково-дослідних робіт.

Починаючи з 2000 р., фронт діяльності комерційних структур постійно розширюється. Станом на 01.01.2001 р. у їхньому фонді перебувало лише по одному виявленому та підготовленому нафтогазоперспективному об'єкту, ще по чотири об'єкти перебували в бурінні та ДПР. Станом на 01.01.2018 р. у фонді комерційних структур вже перебувало 38 (32 % від загальної кількості) виявлених та 15 (41,7 %) підготовлених нафтогазоперспективних об'єктів; у бурінні перебувало сім (30 %) об'єктів, у ДПР – п'ять (31 %), у консервації – 22 (39,2 %) об'єкти (дев'ять родовищ та 13 інших об'єктів).

Станом на 12.03.2018 р. за даними ДСГН у Західному регіоні діяло 145 спеціальних дозволів на користування надрами (геологічне вивчення надр, зокрема ДПР), з них 59 (41 %) було надано комерційним організаціям.

За даними ДНВП "Геоінформ України" 2007 р. частка комерційних структур у загальних витратах на ГРР становила 14,3 %, а 2013 р. зросла до 35,7 %.

Водночас спостерігалося зменшення держбюджетних асигнувань на ГРР. Якщо 1996 р. вони становили 30 % від загальних витрат на ГРР, 2000 р. – 20 %, 2011 р. – 9,6 %, то в останні роки держбюджетні асигнування виділяли нерегулярно.

З успіхів організаційного плану треба відзначити, що на сьогодні вдалося привести ДБЗ у відповідність з Класифікацією запасів 1997 року. До того ж у 2005–2007 роках було списано з балансу запасів 9,4 млн т нафти, а у 2012–2015 роках – 27,4 млрд м^3 вільного газу.

Після 1990 р. в розвитку ГРР на нафту й газ у Західному регіоні розрізняють три етапи.

І етап (1991–1996 рр.) – коли відбулося суцільне зменшення обсягів ГРР, зокрема обсяги сейсморозвідки впали в 5,6 раза, а глибокого буріння в 6 разів.

ІІ етап (1997–2007 рр.) – коли спостерігалося поступове переривчасте зростання обсягів ГРР унаслідок досить повільної адаптації їх до ринкових умов надрокористування. Обсяги сейсморозвідки за цей час зросли в 2,5 раза, а глибокого буріння – в 3 рази.

ІІІ етап (з 2008 р. і досі) – коли в умовах загальної економічної кризи, ускладненої 2014 р. подіями на сході та півдні України, розвиток ГРР призупинився і набув мінливого характеру. Однак результати за 2017 рік дають змогу сподіватися, що ситуацію вдасться виправити.

Після 1990 р. головні обсяги пошуково-геофізичних робіт у Західному регіоні були переорієнтовані на пошуки та підготовку нафтогазоперспективних об'єктів на невеликих глибинах.

Загалом у складних кризових умовах удалося зупинити спад об'ємів ГРР і навіть досягти цілком пристойних результатів. Зокрема, успішність пошукового буріння ($К_{усп.}$= 0,53) виявилася навіть вищою, ніж у 1945–1970 роках, у т. зв. "золотий період". Таких вагомих результатів удалося досягнути завдяки зосередженню ГРР на найперспективніших об'єктах, які вдалося визначити досить влучно.

Усього за 1991–2017 рр. в Західному регіоні відпрацьовано понад 12 тис. пог. км сейсмопрофілів методом спільної глибинної точки (МСГТ), виявлено 260 та підготовлено 125 нафтогазоперспективних об'єктів загальною площею 1244,7 км^2.

Відбулося повне переоснащення сейсморозвідки на сучасному техніко-методичному рівні.

Завдяки зазначеним змінам широко практикується переобробка та переінтерпретація матеріалів сейсморозвідувальних робіт. Часто для перепідготовки об'єктів достатньо відпрацювати декілька нових сейсмічних профілів, переважно в критичних напрямках. Усе це дає змогу істотно знизити витрати на підготовку нових нафтогазоперспективних об'єктів.

Водночас з'ясувалося, що матеріали сейсморозвідки, отримані до 2007 р., переважно непридатні для сейсмолітмологічних досліджень. Тому для підготовки конкретних об'єктів доцільно застосовувати відповідні техніко-методичні розробки.

Надрокористувачі на власному гіркому досвіді переконалися в доцільності попередньої підготовки об'єктів сейсморозвідкою до пошукового буріння, а також деталізаційних робіт у процесі розвідки та дорозвідки родовищ. У зв'язку із цим в найближчі роки можна розраховувати на певне зростання обсягів сейсморозвідки.

У 1991–2015 рр. в Західному регіоні було пробурено 788,66 тис. м свердловин (12 % від усього об'єму виконаного в 1945–2015 рр.), завершено будівництвом 440 свердловин, з яких 222 (50 %) виявилися продуктивними.

Усього було опошуковано 76 об'єктів, відкрито 42 родовища, $К_{усп.}$= 0,53. Усі нові родовища належать до дрібних або дуже дрібних. Сумарні початкові балансові запаси зазначених родовищ становлять ~4 % від усіх відомих родовищ станом на 1.01.2017 р.

Приріст запасів нафти склав 15,98 млн т, вільного газу – 43,3 млрд м^3. 25 % усього приросту запасів ВВ отримано завдяки новим родовищам, ще 58 % – унаслідок дорозвідки вже відомих і лише 17 % – через перерахунок запасів та розробку родовищ.

Питомі прирости запасів ВВ завдяки розвідці в н. е. становили на 1 свердловину, завершену будівництвом, – 135 тис. т, на 1 м буріння – 75,5 т, що істотно вище, ніж показники за 1971–1990 рр.

Понад 93 % всього приросту запасів газу отримано завдяки ГРР у Більче-Волицькому НГР. Майже кожне структурне ускладнення біля вже відомих великих і середніх родовищ виявилося продуктивним. До того ж освоєння навіть дуже дрібних родовищ на невеликих глибинах виявилося рентабельним.

Водночас не справдилися надії на успішне освоєння так званих прошарково-пластових покладів газу у відкладах нижньодашавської підсвіти на Залужанському, Грушівському та Летнянському родовищах, унаслідок чого було списано з ДБЗ понад 25 млрд м^3 балансових запасів вільного газу.

Принципово важливе значення мало відкриття Микуличинського нафтового родовища (глиб. 2 450–2 880 м) у Бориславсько-Покутському НГР на Покутті; Верхньомасловецького нафтового (глиб. 781–1 408 м) у Скибовому НГР; Гринявського газоконденсатного (глиб. 4 410–4602 м) та Лютнянського газового (глиб. 2 200–2 400 м) у Кросненському ГР НГО Складчастих Карпат, що набагато розширило нафтогазоносну територію в регіоні.

Тим часом ГРР у Волино-Подільській НГО та Закарпатській ГО вагомих результатів не дали.

З 1992 р. по 2001 р. попри кризу, видобуток вільного газу вдалося збільшити з 987 млн м^3 до 1 369 млн м^3, тобто в 1,4 раза. У наступні 15 років він зменшився в 1,5 раза до 887 млн м^3 (2016 р.). За 1991–2016 роки в загальній структурі видобутку вільного газу різко зменшилися частки великих і середніх родовищ (з 89 до 61 %) та порівняно зросла частка дрібних та дуже дрібних родовищ.

За 1991–2016 роки видобуток нафти зменшився більш ніж удвічі з 868 тис. т до 412 тис. т. У структурі видобутку нафти істотно зменшилася частка дрібних і дуже дрібних родовищ: з 27 % (1991 р.) до 18 % (2016 р.).

За ДБЗ станом на 1.01.2017 р. накопичений видобуток становить: газу вільного – 264,103 млрд м^3; газу розчиненого – 45,406 млрд м^3; нафти – 114,31 млн т; конденсату – 3,053 млн т. Тобто 75 % сумарних початкових балансових запасів вільного газу та 71 % нафти вже видобуто.

Власне 2016 р. було видобуто: газу вільного – 0,862 млрд м^3; розчиненого газу – 0,215 млрд м^3; нафти – 0,413 млн т; конденсату – 1 тис. т.

Станом на 1.01.2017 р. балансові запаси (класи 111+121+122) становили: вільного газу – 86,195 млрд м^3, розчиненого газу – 24,852 млрд м^3, нафти – 46,524 млн т, конденсату – 0,220 тис. т.

За історико-статистичним методом (криві Хабберта) станом на 1.01.2017 р. залишкові запаси становили: вільного газу – 52,83 млрд м^3, нафти – 33,28 млн т, що менше від поточних балансових запасів газу – у 1,3 раза, і нафти – у 1,4 раза.

З огляду на досвід нафтогазовидобування в США, Канаді та інших країнах можна вважати, що сучасний стан залишкових запасів дає змогу збільшити наявний рівень видобутку нафти й газу в регіоні у разі застосування новітніх технологій принаймні в 1,5–2 рази.

На 1.01.2018 р. у фонді нафтогазоперспективних об’єктів у резерві перебувало 120 виявлених та 35 підготовлених об’єктів, у бурінні – 23, у ДПР – 16, у консервації – 19 родовищ та 37 інших об’єктів.

Головні напрями подальших ГРР у Західному регіоні визначено у виконаних в УкрДГРІ впродовж останніх 15 років із залученням інших організацій зональних прогнозах нафтогазоносності палеозойських відкладів Волино-Подільської НГО, сарматських і баденських відкладів Більче-Волицького НГР, палеогену та мезозою Лопушнянського НГР, палеогену Бориславсько-Покутського НГР. Останній зональний прогноз здійснено на основі палінспастичних реконструкцій, що дало змогу вперше виділити зони поширення колекторів. Також вивчено промислове значення низькопористих порід-колекторів газу у відкладах неогену та палеогену Карпатської НГО. Тобто підготовлено об’єктивні чинники для успішного розвитку ГРР на нафту й газ у Західному регіоні та збільшення їхніх обсягів щонайменше в 2,5 раза.

УДК 553.98.041 (477.7)

ПЕРСПЕКТИВИ ГАЗОНОСНОСТІ ВЕРХНЬОБАДЕНСЬКИХ ВІДКЛАДІВ ПІВДЕННО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ БІЛЬЧЕ-ВОЛИЦЬКОГО НАФТОГАЗОНОСНОГО РАЙОНУ

О. В. Зур'ян[1], В. О. Старинський[2], І. В. Хавензон[3], Т. В. Ціхонь[4]

1 – заст. директора, д-р філософії в галузі економіки, olegzurian@gmail.com, Український державний геологорозвідувальний інститут, м. Київ, Україна, 2 – старший науковий співробітник, vikstar.ukrdgri@gmail.com, Український державний геологорозвідувальний інститут, м. Київ, Україна, 3 – канд. геол.-мінерал. наук, чл.-кор. УНГА, irinahava@gmail.com, Українська нафтова академія, м. Київ, Україна, 4 – молодший науковий співробітник, ttsikhon@gmail.com, Український державний геологорозвідувальний інститут, м. Київ, Україна

Проаналізовано особливості газоносності верхньобаденських відкладів Більче-Волицького НГР. Виконано переоцінку прогнозних ресурсів верхньобаденських відкладів методом "еталонних ділянок". Станом на 01.01.2016 року початкові сумарні ресурси вільного газу (ПСР) верхньобаденського комплексу визначено в 36,3 млрд м^3, з яких 48 % припадає на нерозвідані ресурси. Подальші перспективи верхньобаденського газоносного комплексу пов'язують з "нетиповими" для регіону пастками, зокрема з апоморфними, безкореневими структурами. Попри певні ризики інвестиції в освоєння "нетипових" перспективних об'єктів – економічно привабливі.

Більче-Волицький нафтогазоносний район (НГР) (площа 47,7 тис. км^2) розміщений у зовнішній частині Передкарпатського прогину (Самбірська та Більче-Волицька структурно-фаціальні зони), накладеній на півночі на молоду Західноєвропейську платформу, а на півдні – переважно на Волино-Подільську окраїну давньої (докембрійської) Східноєвропейської платформи.

Промислова нафтогазоносність Більче-Волицької НГР пов'язана з однойменною тектонічною зоною, а в північно-західній частині також з її платформною основою. До 2018 року в НГР було відкрито 67 родовищ, з яких 58 газових, 7 газоконденсатних, 1 нафтогазове та 1 нафтове. За розмірами початкових балансових запасів газу серед родовищ 3 великі та 6 середніх.

Платформна основа Більче-Волицького зони ускладнена системою повздовжніх, поперечних та діагональних розломів і моноклінально занурюється під Самбірську зону.

Системою повздовжніх розломів Більче-Волицька зона розділяється на три підзони: Крукеницьку, що розміщена в крайній північно-західній частині зони між Самбірським покривом та Краковецьким розломом; Косівсько-Угерську, що простягається майже на 300 км між кордонами з Польщею та Румунією, обмежена із заходу Краковецьким розломом та Самбірським покривом, на сході – Городоцько-Калушсько-Старожинецькою системою розломів; Івано-Франківську, що розміщена переважно в південно-східній частині зони. На сході Більче-Волицька зона (Косівсько-Угерська та Івано-Франківська підзони) по смузі скидів та флексур на лінії Немирів-Городок-Івано-Франківськ-Заставне прилягає до платформного облямування.

У Більче-Волицькій зоні відокремлені два різновікові моласові прогини, які розділені Болохівським поперечним палеопідняттям.

Верхньобаденський прогин розміщений у південно-східній частині Косівсько-Угерської та Івано-Франківської підзони. Прогин виповнено піщано-глинистою товщею (косівська світа), сформованою в умовах морської трансгресії і складеною переважно монотонним чергуванням карбонатних сірих та темно-сірих глин з лінзами й прошарками пісковиків (від 1 см до 40 м).

Завершують розріз відкладів верхнього бадену ковалівські верстви, складені переважно мілководною дуже опрісненою дельтовою фацією, жовтувато-сірими глинами з прошарками і пластами бурого вугілля (0,1–2 м), пісковиками та конгломератами (пістинськими).

Товщини косівської світи зростають у південно-західному напрямку і досягають 3 000 м. Загальна кількість пісковиків у її розрізі 10–20 %. Чіткі горизонти – реперів у ній немає. Закономірності просторового поширення прошарків та лінз пісковиків і алевролітів не з'ясовані. Більш-менш витримані в плані горизонти пісковиків простежені лише в нижній частині косівської світи та в її покрівлі.

До 2018 року в південно-східній частині НГР відкрито 17 родовищ, газоносність яких пов'язана з верхньобаденськими відкладами. На трьох з них (Кадобнянське, Косівське, Чорногузьке) поклади газу виявлені також у сарматських відкладах. Станом на 1.01.2016 року на зазначених 17 родовищах початкові балансові запаси газу становили 18,695 млн м^3, з яких 32 % уже було видобуто.

Продуктивні горизонти залягають на глибині від 100 м (Косівське родовище) до 1 520 м (Яблунівське родовище), переважно на глибинах близьких до 1 км. Виняток становить Богородчанське родовище, де поклади газу пов'язані з глибиною до 2,2 км.

Типи покладів газу – пластові склепінні, тектонічно та літологічно екрановані, літологічно обмежені, комбіновані. Пов'язані вони як зі склепіннями структур, так із їхніми периферійними частинами та окремими тектонічними блоками.

Режим покладів – газопружний. Пластові тиски зазвичай дорівнюють 0,8–0,9 від гідростатичних. Це, можливо, зумовлено тим, що поклади газу в косівській світі перебувають у процесі формування у верхній зоні протокатагенезу.

Газ верхньобаденських покладів на 96–98 % складений вуглеводнями, серед яких переважає метан (90–94 %), уміст етану змінюється від 0,14 до 1,11 %, бутану – до 2,08 %, пентан + вищі – до 1,47 %. З невуглеводневих компонентів є вуглекислий газ (0,04–3,1 %) та азот (1–8,72%).

Пластові води верхньобаденських відкладів хлоркальцевого типу з густиною 1,028–1,13 г/л та мінералізацією 99–149 г/л. Коефіцієнт метаморфізації високий (0,8–0,88). Висока мінералізація та метаморфізація пластових вод свідчить про високу гідрогеологічну закритість надр та відсутність зв'язку із зовнішніми джерелами пластової енергії.

Наведені факти свідчать, що швидше за все, поклади газу у верхньобаденських відкладах ще перебувають у процесі формування в зоні генерації газів.

Уважається, що формування пасток у відкладах косівської світи відбувалося під впливом двох основних чинників:

– горизонтального тиску з боку Самбірського покриву в процесі формування Більче-Волицької зони;

– блокової будови мезозойської платформної основи Більче-Волицької зони.

Промислова газоносність установлена лише на 50 % території поширення верхньобаденського літолого-стратиграфічного комплексу (ЛСК).

10 родовищ розміщені у вузькій смузі, що прилягає до Самбірського покриву, решта – на відстані понад 20 км від його фронту.

У південно-східному напрямку Самбірська зона поступово звужується. Відповідно знижується і роль Самбірського покриву як структурно-формувального чинника.

Нижня частина розрізу косівської світи фактично повністю повторює будову мезозойської платформної основи, яка складною системою порушень розділена на окремі блоки. Однак такі порушення простежуються в низах розрізу, де розвинуті структури облягання або надрозломні.

В останні роки техніко-методичне оснащення сейсморозвідки суттєво вдосконалилося. ЗУГРЕ в середній частині косівської глинистої товщі вдалося закартувати низку акомфорних, безкореневих структур, формування яких зумовлено палеогеографічними чинниками. Прогнозується, що подібні структури поширені по всій території верхньобаденського газоносного ЛСК.

Остання офіційна оцінка прогнозних ресурсів верхньобаденського комплексу була виконана способом на "усереднену структуру". На 1.01.2004 року початкові сумарні ресурси (ПСР) цього комплексу оцінено в 29 млрд м^3, нерозвідані (класи 333+334) – у 14 млрд м^3.

Оцінка прогнозних ресурсів через "усереднену структуру" надійніша для великих за площею, добре вивчених територій і нафтогазоносних комплексів. Для оцінки ресурсів слабовивчених територій, де розвинуті "нетипові" газоперспективні об'єкти, цей спосіб є ненадійним, передовсім через брак відповідної статистичної бази.

Понад 50 % території поширення верхньобаденського нафтогазоносного комплексу майже не вивчено сучасною сейсморозвідкою. Тому для оцінки його прогнозних ресурсів станом на 1.01.2016 року було вирано спосіб "еталонних ділянок". Усього виділено 5 таких ділянок загальною площею 604 км^2 (13 % від загальної), на яких розміщено 13 родовищ з ПСР – 11,1 млрд м^3, з яких уже видобуто 5,92 млрд м^3 газу (48,8 %).

За особливостями геологічної будови платформної основи по підошві верхньобаденського комплексу виділено 6 розрахункових ділянок.

Підрахунковий план ПСР верхньобаденського газоносного комплексу наведено на рисунку. У розподілі щільностей ПСР на території спостерігається певна закономірність. Найвищою вона на є Гринівській еталонній ділянці (28 млн м^3/км^2), від якої поступово зменшується в південно-східному та східному напрямках.

За результатами переоцінки ресурсів станом на 01.01.2016 року способом "еталонних ділянок" ПСР верхньобаденського газоносного комплексу оцінені у 36,3 млрд м^3, з них нерозвіданих ресурсів 17,5 млрд м^3. Тобто, порівнюючі з оцінкою на 01.01.2004 рік. ПСР зросли на 26 %, а нерозвідані ресурси – на 35 %. Суттєво також змінився і розподіл нерозвіданих ресурсів по території: понад 50 % їх припадає на слабовивчену частину, де прогнозується розвиток нетипових пасток. У зв'язку з цим, особливого значення набуває якість підготовки таких пасток під пошукове буріння.

Набутий за останні роки досвід свідчить, що пошуки та підготовка об'єктів на кожному стратиграфічному рівні потребує окремої системи збуджень, спостережень та спецоброблення сейсмічних матеріалів. Виконуючи сейсморозвідку, небажано поєднувати вирішення різнопланових завдань.

Зважаючи на конкретні сейсмогеологічні умови верхньобаденської газоносної товщі, особливі надії пов'язуються з апробацією методики сейсмолітмологічного аналізу, яка розроблена для прогнозування зон розущільнених колекторів та інтерпретації геофізичних даних. Ґрунтується вона на теорії седиментаційної циклічності (літмології) – ученні про породопластові асоціації, які характеризуються сукупністю певних ознак. Упродовж багатьох років запропонована методика була успішно випробувана на структурах і покладах нафтогазоносних регіонів Китаю, Казахстану.

Нині матеріально-технічна база комерційних організацій, що ведуть ГРР та розробку родовищ у південно-східній частині Більче-Волицького НГР, набагато поліпшилася. Застосування мобільних бурових верстатів неабияк прискорило і здешевило розвідку родовищ. Застосування канадської технології під час

розроблення Дебеславецького газового родовища дало змогу прискорити та зробити рентабельною за наявних умов надрокористування освоєння навіть дуже дрібних за запасами родовищ.

За результатами ГЕО попри певні економічні ризики інвестиції в освоєння описаних нетипових перспективних об’єктів є економічно привабливими. Розробка цих ресурсів є рентабельною і дасть змогу отримати позитивний економічний ефект.

Особливого значення освоєння газових ресурсів верхньобаденського ЛСК набуває для газопостачання місцевого рівня в густонаселених районах Івано-Франківської та Чернівецької областей.

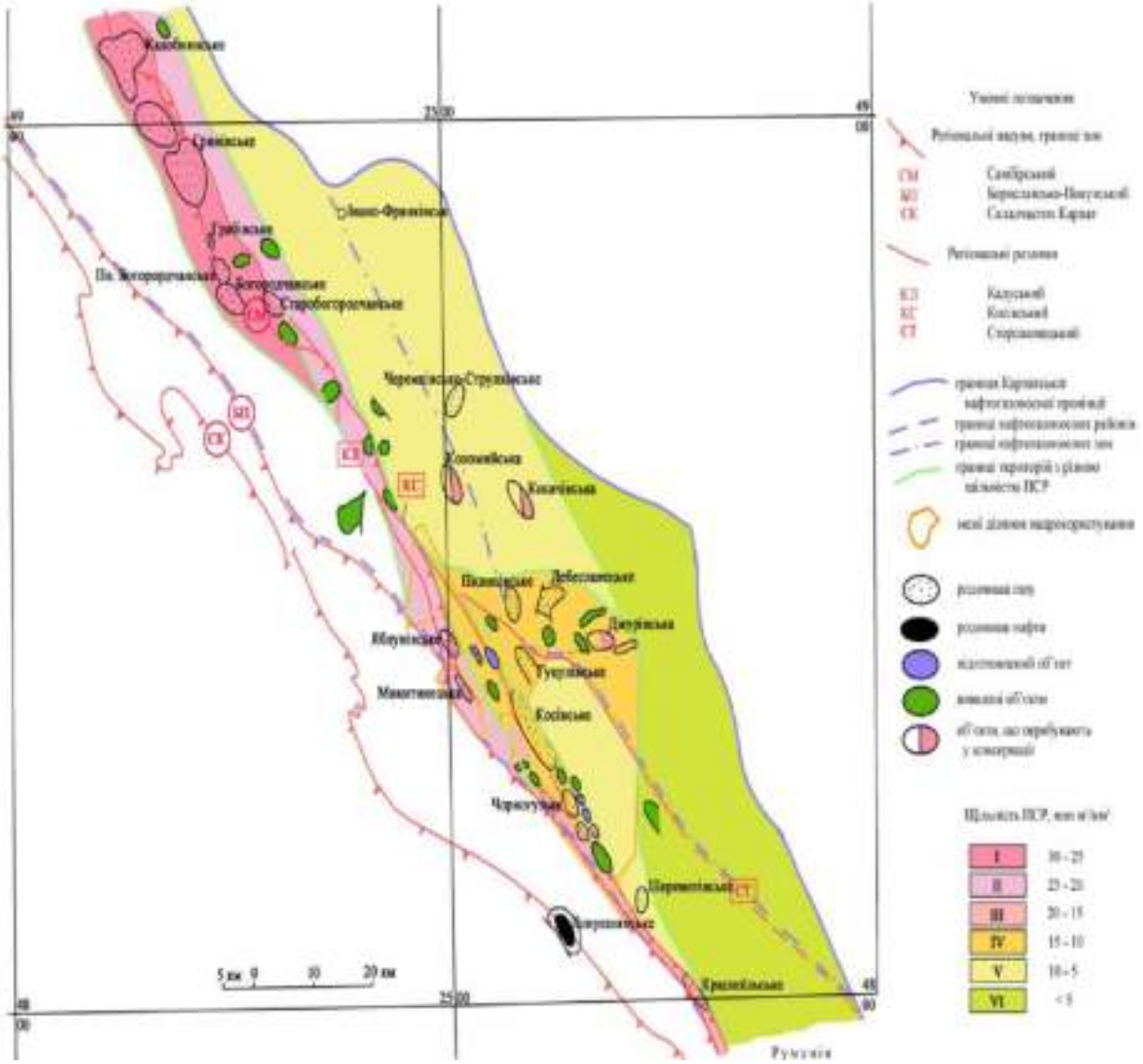


Рисунок. Підрахунковий план ПСР верхньобаденського газоносного комплексу Більче-Волицького НГР. В. Старинський, УкрДГРІ, 2016 р.

ОЦІНКА ГОЛОВНИХ ЧИННИКІВ ФОРМУВАННЯ СУЧАСНИХ ГРАВІТАЦІЙНИХ ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СЕРЕДНЬОГО ПРИДНІПРОВ'Я

О. М. Іванік[1], К. Ю. Поляковська[2]
1 – д-р геол. наук, професор, завідувач кафедри загальної та історичної геології, ННІ "Інститут геології" Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ, Україна, om.ivanik@gmail.com, 2 – студентка, ННІ "Інститут геології", Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ, Україна, katushka.po@gmail.com

Гравітаційні екзогенні геологічні процеси є найактивнішим чинником впливу на природно-техногенні системи різного призначення на сьогоднішні. Визначальними чинниками їхнього виникнення є стан геологічного середовища та динамічні процеси, що змінюють стан схилів. У цій праці розглянуто один з регіонів активного розвитку гравітаційних процесів – Середнє Придніпров'я, у межах якого процеси гравітаційної природи мають значні відмінності в Київському та Канівському районах. Проаналізовано чинники їхнього формування та структури зсувних тіл, що змінюються в різних літолого-стратиграфічних, тектонічних і гідрогеологічних умовах. У результаті роботи було побудовано математичну модель просторового поширення зсувних процесів регіону та на основі цієї моделі оцінено чинники формування сучасних гравітаційних екзогенних геологічних процесів, що в цьому регіоні є прикладом структурних зсувів, сформованих у квазіоднорідному середовищі з багатошаровою будовою.

EVALUATION OF THE MAIN FACTORS OF THE FORMATION OF MODERN MASS WASTING PROCESSES IN THE MIDDLE DNIPRO REGION

O. Ivanik[1], K. Poliakovska[2]
1 – Institute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, om.ivanik@gmail.com, 2 – Institute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine, katushka.po@gmail.com

Mass wasting processes are considered to be the most active factor influencing the natural and man-made systems nowadays. The main factors of their occurrence are the condition of geological environment and dynamic processes that change the state of the slopes. The paper brings about the mass movement processes of the Middle Dnipro Region, within which gravitational processes have significant differences in the Kiev and Kanev areas. The factors of their formation and structures of shear bodies that are different in different lithological, stratigraphic, tectonic and hydrogeological conditions were analized. As a result the mathematical model of spatial distribution of landslides in the region was built and based on this model main factors of mass wasting processes (within the given region these are structural landslides formed in quasi-homogeneous environment with a layered structure) were estimated.

Сучасні гравітаційні екзогенні геологічні процеси, що відбуваються на схилах різного генезису та морфології, є найактивнішим чинником впливу на природно-техногенні системи різного призначення. Серед гравітаційних процесів, що здійснюють найбільш руйнівний вплив на інфраструктурні об'єкти, виділяються власне гравітаційні процеси (осипи, обвали, каменепади), водно-гравітаційні процеси (зсуви) і гравітаційно-водні (селеві) процеси. Визначальними чинниками виникнення цих процесів є стан геологічного середовища, зокрема літолого-стратиграфічні умови та характеристики породних комплексів; гідрогеологічний режим; структурно-текстурні особливості гірських порід та форми їхнього залягання; характер рельєфу. До другої категорії чинників варто віднести динамічні процеси, що змінюють стан схилів: ерозійні процеси, вивітрювання, тектонічний режим території (геодинамічний фактор), сейсмічність та техногенні впливи. Окреме значення відіграє ландшафтно-кліматичний чинник. Комбінація та пріоритетність цих чинників визначають механізм та умови формування гравітаційних процесів. Кожний із проявлених процесів гравітаційної природи потребує особливих підходів до їхнього моделювання та прогнозу, що визначаються фізико-геологічними моделями схилу та процесу, відповідними математичними моделями та створеними на їх основі алгоритмами. Розробка цих моделей базується на поглибленому геологічному аналізі геологічного середовища та визначенні параметрів та характеристик процесів, які мають особливості прояву залежно від реологічного стану геологічного середовища та відповідної геологічної будови схилів.

Зсувні явища є загальносвітовим явищем зі значними соціальними та економічними збитками. Проте вони часто залишаються поза офіційними повідомленнями та увагою, оскільки їх виникнення може бути спричинене більш значними геонебезпеками, такими як землетруси, паводки та тропічні шторми. McGuire та ін. (2002) зазначив, що "зсуви є найбільш поширеною та недооціненою природною небезпекою на Землі". Україна характеризується активним розвитком зсувних процесів у межах різних структурно-тектонічних і ландшафтно-кліматичних зон. Так, за даними Державної служби з надзвичайних ситуацій у 2016 році загальна кількість зсувів становила 22 948 одиниці, а площа поширення зсувонебезпечних ділянок тільки в межах 200 населених пунктів охоплювала понад 44,0 км^2.

Одним з регіонів активного розвитку зсувних процесів є Середнє Придніпров'я, у межах якого процеси гравітаційної природи мають значні відмінності в Київському та Канівському районах.

У тектонічному відношенні територія Київського району знаходиться у межах Білоцерківського (Фастівського) блока на північному схилі Українського щита. Кристалічний фундамент розбитий серією розломів субмеридіонального, субширотного, північно-східного та північно-західного простягання. У неотектонічному плані найактивнішими є регіональні структури з різницею показників сумарних амплітуд рухів до 60 м. Зоні найбільшого, Київського розлому, відповідають значні показники середніх градієнтів швидкостей неотектонічних рухів – понад 0,01 (см/км)/тис. років. Територія району належить до льодовикового району північно-східної перигляціальної підобласті. У стратиграфії району виділяються відклади палеогенової, неогенової та четвертинної систем. Гідрогеологічні умови схилів пов'язані з водоносними горизонтами у верхньо-, середньонеоплейстоценових алювіальних відкладах, у середньо-нижньонеоплейстоценових та еоплейстоценових алювіальних і озерних відкладах, у середньонеоплейстоценових водно-льодовикових, озерно-льодовикових суглинках, нижньонеоплейстоценових еолово-делювіальних суглинках, у межигірсько-берекських та новопетрівських відкладах, еоценових відкладах. Літолого-стратиграфічні, геоморфологічні та гідрогеологічні умови у поєднанні із гідрометеорологічним чинником зумовлюють інтенсивний розвиток екзогенних процесів, серед яких переважають гравітаційні, ерозійні та суфозійні процеси.

У межах Київського району проаналізовано зсуви на схилах багатошарової будови, сформовані внаслідок зміщень лесових товщ по покрівлі мергелів київського віку. У Київському районі зсувні процеси розвинуті на схилах, що характеризуються такими літолого-стратиграфічними ознаками. Наявність у розрізі мергелів київської світи, алевритів обухівської світи та пісків берекської та межигірської світ палеогену, пісків новопетрівської світи та строкатих глин неогену, неоген-нижньочетвертинних бурих і червоно-бурих глин, а також суглинків лесоподібних четвертинного віку створює передумови для формування структурних зсувів у неоднорідному середовищі багатоярусної будови. На схилах, де спостерігається відсутність у розрізі горизонтів бурих і строкатих глин, а також піщаних відкладів палеоген-неогенового віку, формуються консеквентні зсуви.

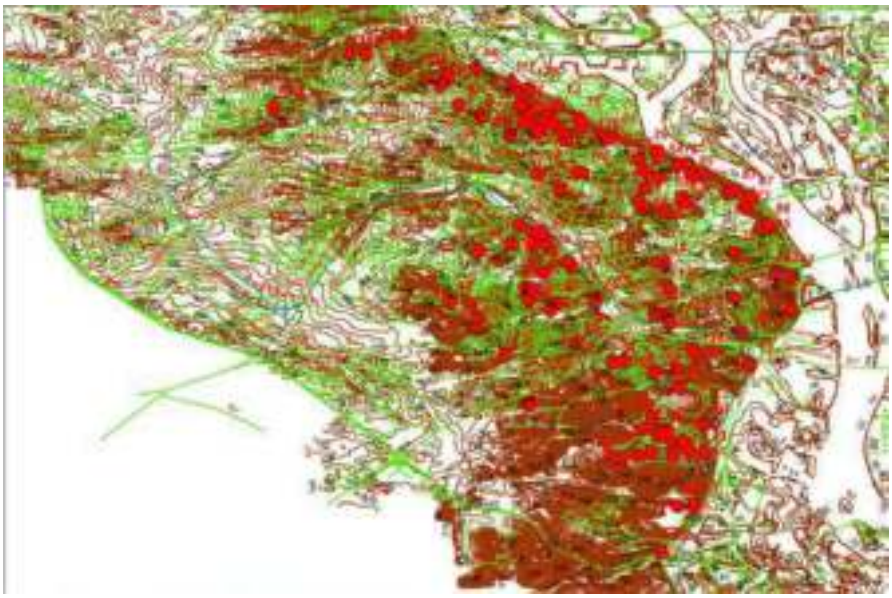


Рисунок. Просторове поширення зсувних процесів у межах Києва

Яскравим прикладом таких процесів є зсуви у пгт Ржищів та його околицях на берегах Канівського водосховища. Тут сформовано систему зсувів комбінованої будови каскадного типу. У нижній частині схилу спостерігається яскраво виражені стінки відриву з ознаками дренування ґрунтових вод. У системі зсувів, що формуються внаслідок зсування лесових товщ по мергелях київської світи, чітко виділяються головні та значна частина накладених підпорядкованих зсувів, вторинне зміщення яких зумовлене різним ступенем обводненості кожної ділянки схилу. Значний вплив на формування зсувів на берегах Канівського водосховища здійснюють абразійні процеси. Так, у результаті ерозії тріщинуватих, вивітрілих мергелів відбувається процес обвалювання осадових товщ, що підтверджує вплив тріщинуватості на інтенсифікацію гравітаційних явищ (фото). Загалом зсувні процеси на берегах Канівського водосховища мають масштабний характер і характеризуються значними розмірами (фото).

Канівський район належить до Канівського тектонічного блока-горсту. До стратиграфічного розрізу району входять утворення докембрію (архею, протерозою), палеозою, мезозою, кайнозою, жодна з яких не представлена повним комплектом існуючих стратиграфічних підрозділів. Більшість зсувних утворень стратиграфічно пов'язані із відкладами юрської, крейдяної, палеогенової та антропогенової систем. Район Канівських дислокацій утворює систему дрібної складчастості на фоні загального підняття, яке ускладнює західний схил Остерсько-Золотоніської структури. Основним типом дислокаційних форм усього району є складки-підкиди, зібрані в серії лускуватої структури. Зазвичай складки-підкиди переходять у насуви, які утворюють козирок алохтона завдовжки 50–150 м. Потужність відкладів у дислокаціях становить 80–100 м,

зрідка 130–150 м. Складчастість має ознаки діапіризму, що підтверджується не лише великою різницею в кутах падіння, але й збільшенням потужності юрських відкладів у склепіннях складок. Переважна частина зсувних явищ у цьому районі пов'язана з горизонтами глин юрського віку, які мають високе гіпсометричне положення і в умовах значної обводненості є поверхнею ковзання консеквентних та інсеквентних зсувів.

У Середньому Придніпров'ї в Канівському районі описано зсуви, сформовані в однорідному середовищі та пов'язані зі зміщенням лесоподібних товщ та пісків і пісковиків палеоцену по глинах юрського віку у результаті їхнього перезволоження. Найвагомішими причинами, що зумовлюють прояв зсувних явищ у межах цього району, є геоморфологічні (високі показники густини горизонтального та глибини вертикального розчленування, значні ухили земної поверхні), наявність у розрізі водонепроникних відкладів (юрських глин), наявність витриманих водоносних горизонтів, зливовий характер атмосферних опадів, інтенсивні ерозійні процеси, що спричинюють інтенсивне руйнування прибережних схилів.

Фото. Зсувні схили в межах берегів Канівського водосховища (с. Гребені Київської області)

Як наслідок дії цих чинників виникають інтенсивні зсувні процеси, результати прояву яких спостерігаються і сьогодні. Прикладом сучасної дії чинників і процесів зсування може слугувати великий зсув у межах яру Меланчин потік у Канівському природному заповіднику, що виник в червні 2001 р. і призвів до порушення динамічної рівноваги схилу в цьому яру. Цей процес мав негативні наслідки, оскільки виникла загроза знищення частини заповідного лісу, а також історично відомого "Тарасового шляху". У результаті зсування відбулося сповзання значної ділянки акумулятивної тераси, яка мала ширину 70 м і довжину близько 79 м і знаходилася в межах правого крутого схилу лівого відгалуження яру. Його русло має значну глибину (до 10 м) і сформовано тимчасовим водним потоком, що на даний час штучно підпружений завдяки існуванню насипу. Фронтальна частина зсуву складена окремими островоподібними тілами, що поступово руйнуються за рахунок водно-гравітаційних процесів. Південно-східне обмеження ложа зсуву значно відрізняється від вище охарактеризованих стінок, являючи собою вертикальну площину зміщувача лівостороннього зсуву, який у нижній частині переходить у зсувопідкид. Очевидно, що зміщення вздовж цієї поверхні здійснювалося в умовах стиснення, про що свідчить досить потужна зона зім'яття.

Найвірогіднішою причиною процесів зсування в тілі стабілізованої закріпленої рослинністю акумулятивної нахиленої тераси можна вважати надмірне зволоження цокольної частини при порушенні дренажної системи за рахунок штучного підвищення місцевого базису ерозії рівнем штучного водосховища. Відрив тіла зсуву був спричинений надмірним надходженням води по зоні порушення задернованого покриву стежкою. Отже, крім природних причин, що зумовили формування описаного зсуву, варто особливо вказати на антропогенні чинники його утворення.

Таким чином, зсувні процеси Середнього Придніпров'я мають відмінності щодо чинників формування та структури зсувних тіл у зв'язку з різними літолого-стратиграфічними, тектонічними та гідрогеологічними умовами. Зсуви, сформовані в межах цього регіону, є прикладом структурних зсувів, сформованих у квазіоднорідному середовищі з багатошаровою будовою.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Demchyshyn M. G.* The Recent Dynamic of the Mountain Slopes of the Ukrainian Carpathians//Геологічний журнал. – 1998. – № 1–2. – С. 43–45.
2. *Демчишин М. Г.* Техногенні впливи на геологічне середовище території України. – К.: ІГН НАН України, 2004. – 156 с.
3. *Ivanik O. M.* (2015) Classification of the Structural Landslides for the Natural Hazard Assessment. In: Abstract of the 77th EAGE Conference and Exhibition 2015, Madrid, Spain 1–4 June 2015.
4. *Wei Wu* (2015) Recent Advances in Modelling Landslides and Debris Flows.

УДК550.31

ГЕОФІЗИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СВЕРДЛОВИН ВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ

В. М. Іконніков[1], І. В. Васильєва[2]
1 – аспірант, УкрДГРІ, г. Київ, Україна, vasilieva1982@ukr.net, 2 – аспірант, УкрДГРІ, г. Київ, Україна, 104dgri@ukr.net
Геофізичні дослідження свердловин (ГДС) у межах шахтних полів виконуються на всіх стадіях розвідки. У статті представлено загальні відомості про основні методи, що застосовувались в різні періоди геофізичної розвідки.

GEOPHYSICAL RESEARCHES OF WELLS ON COAL DEPOSITS

V. Ikonnikov[1], I. Vasilieva[2]
1 – graduate student, Ukr SGRI, Kyiv, Ukraine, vasilieva1982@ukr.net, 2 – graduate student, Ukr SGRI, Kyiv, Ukraine, 104dgri@ukr.net
Geophysical studies of wells within minefields are carried out at all stages of exploration. The article provides general information on the main methods used in different periods of geophysical exploration.

Геофізичні дослідження свердловин (ГДС) у межах шахтних полів виконуються на всіх стадіях розвідки. Залежно від періоду розвідки застосовувалась відповідна методика та апаратура. В останні роки істотно змінилася методика робіт і геофізичне обладнання, зросли вимоги до вірогідності та повноти рішення геологічних задач з допомогою ГДС.

У процесі опрацювання матеріалів геофізичних досліджень свердловин вирішуються такі геологічні задачі:

– визначення глибини залягання, товщини та будови вугільних пластів;
– визначення зольності та інших показників якості вугілля;
– визначення літологічних різновидів уміщувальних порід;
– виявлення тектонічних порушень та інтервалів тріщинуватих порід у розрізах свердловин;
– вивчення фізико-механічних властивостей вуглевмісних порід;
– вимірювання природної температури гірських порід;
– вимірювання природної радіоактивності вугільних пластів і вміщувальних порід;
– контроль технічного стану стовбурів свердловин (вимірювання діаметра, кутів та азимутів скривлення свердловин).

Для вирішення перерахованих задач у свердловинах виконується комплекс методів, до складу якого входять:

– каротаж опорів;
– бічний каротаж;
– гамма-каротаж;
– гамма-гамма-каротаж;
– акустичний каротаж;
– діаметр свердловини.

Вугільні пласти, виявлені в розрізах свердловин, досліджують методами ГК, ГГК-Щ, ГГК-С, ПО в масштабі глибин 1:50.

Основним методом, що виділяє вугілля в розрізах свердловин, є метод розсіяного γ-випромінювання – ГГК. На кривих Iγγ пласти вугілля із зольністю близько 15–20 % характеризуються на фоні вміщувальних порід чіткими 3–4-х кратними додатними аномальними приростами. Меншими амплітудами Iγγ відрізняються вуглисті різновиди порід.

Решта методів має допоміжний характер. Так по кривих $\rho_к$ вуглиста бучацька товща виділяється надійно від'ємними аномаліями відносно вміщувальних їх пісків. Однак, використовувати їх для відділення вугілля від вуглистих глин через слабку диференціацію майже неможливо.

Додаткову інформацію дає також метод природної радіоактивності. Низько зольне вугілля на кривих Iγ виділяється глибокими від'ємними аномаліями. Заміри діаметра свердловин свідчать, що в бучацьких відкладах каверни не утворюються. Це підвищує надійність та однозначність інтерпретації кривих ГГК.

За діаграмами ГГК-Щ вугільні пласти однозначно виділяються в розрізах свердловин при таких співвідношеннях параметрів:

Iγγ вугілля > Iγγ вміщувальних порід;
$\rho_к$ глин < $\rho_к$ вугілля < $\rho_к$ піску;
Iγ глин > Iγ вугілля ≤ Iγ піску;
Iγγ глин < Iγγ вугілля > Iγγ піску,
де $\rho_к$ – позірний питомий електричний опір,
Iγ – інтенсивність природного гамма-випромінювання,

Iγγ – інтенсивність розсіяного гамма-випромінювання.

Згідно з умовами використання результатів каротажу під час підрахунку запасів вугілля, потужність і структура пластів вважаються достовірними, якщо їх визначено не менше, ніж за двома найефективнішими кривим комплексу. Наприклад, на цьому родовищі для кореляції, як основні, були використані методи ГГК-Щ і ГГК-С; допоміжними методами є: ГК, ПЗ, ГЗ, ДС (рисунок).

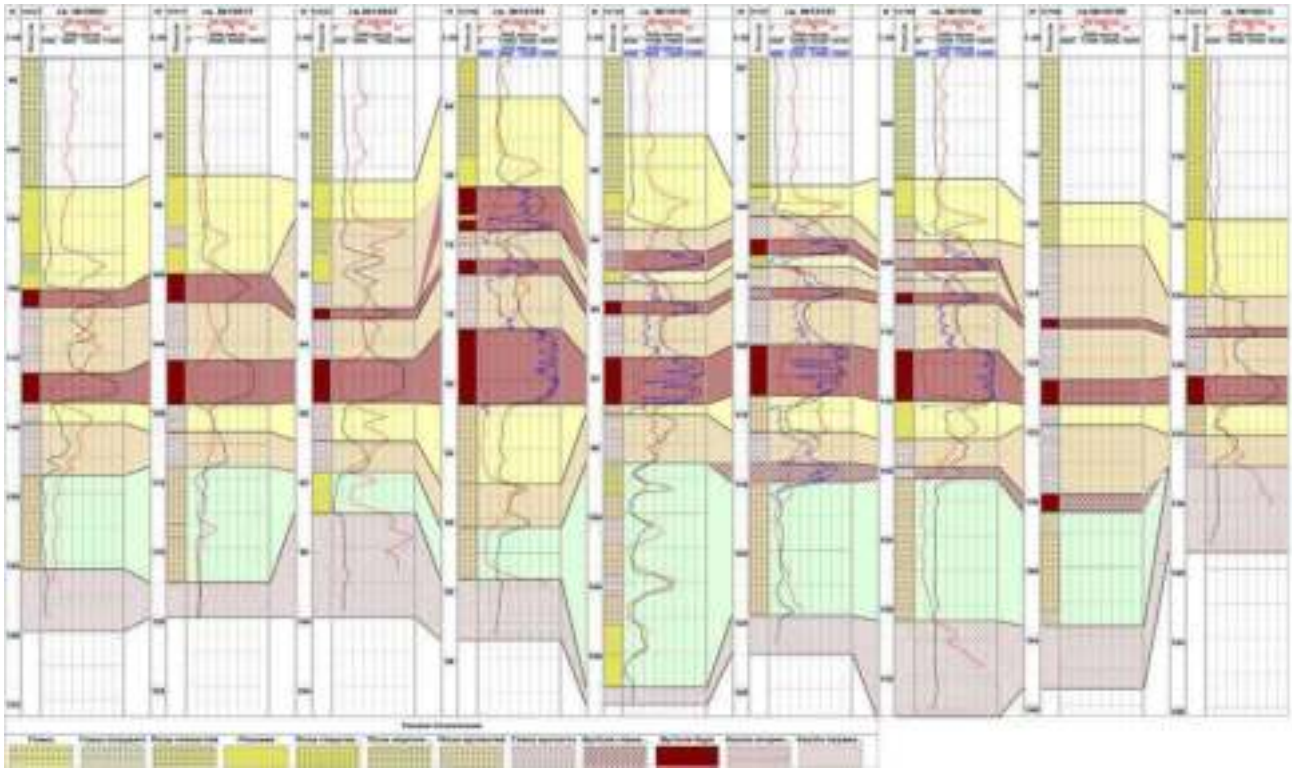


Рисунок. Кореляційний профіль

Визначення фізико-механічних властивостей (ФМВ) вуглевміщувальних порід здійснюється за даними акустичного каротажу (АК). За даними акустичного каротажу визначаються такі фізико-механічні параметри порід: межа міцності при одноосному стисненні, межа міцності при розтягуванні паралельно шаруватості, загальна пористість, різновиди щільності, статичний модуль Юнга та інші. Крім цього, у розрізах свердловин визначають інтервали “послаблених” (тріщинуватих, грудкуватої структури, розшарованих) порід. Матеріали АК зіставляються і прив’язуються до стандартного комплексу методів ГДС.

Ефективне проведення пошуково-розвідувальних робіт на вугілля неможливе без широкого впровадження комп’ютеризованих технологій геофізичних вимірювань, збору, оброблення, інтерпретації, узагальнення та зберігання геологічно-геофізичної інформації. Об’єкти вивчення (вугільні родовища) мають складну будову; їхнє виявлення та параметризація потребують застосування широкого кола різнотипних геофізичних методів досліджень і складних теоретичних, методичних і технологічних рішень.

УДК 550.83:504

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПРИЛЕГЛИХ ДО БАЛКИ ЩЕРБАКІВСЬКА НАСЕЛЕНИХ ПУКТІВ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Г. А. Калашник[1]

1 – д-р геол. наук, старший науковий співробітник, Льотна академія Національного авіаційного університету, Кропивницький, Україна, kalashnik_anna1@ukr.net

Представлено результати дослідження геоекологічного стану низки населених пунктів Криворізького району Дніпропетровської області прилеглих до хвостосховища радіоактивних відходів СхідГЗК – балки Щербаківська. Обґрунтовано раціональний комплекс геолого-геофізичних методів для оцінки геоекологічного стану техногенно-навантажених ділянок поблизу хвостосховища з урахуванням особливостей тектонічної будови території та можливих геодинамічних змін стану геологічного середовища. Розроблено рекомендації щодо комплексування геолого-геофізичних методів для ефективного вирішення задач екологічного моніторингу з метою можливих змін геологічного середовища під дією природних і техногенних процесів навколо хвостосховища радіоактивних відходів.

RESULTS OF INVESTIGATIONS OF GEOECOLOGICAL STATE IN SETLEMENTS OF THE DNIPROPETROVSK REGION ADJACENT TO THE SHCHERBAKIVSKA BEAM

G. A. Kalashnyk[1]

1 – doctor of Geological Sciences (Sc. D. (Geol)), Senior Research Fellow (S. R. F.), Flight Academy of National Aviation University, Kropyvnytskyi, Ukraine, kalashnik_anna1@ukr.net

The article presents the results of investigations of geoecological state of settlements of the Kryvyi Rih district of the Dnipropetrovsk region adjacent to the tailings dump of the East GOK of the Shcherbakivska beam. In the publication are rationalized the complex of geological and geophysical methods for assessing the geoecological state of technogenic-loaded areas near the radioactive waste tailings dump, taking into account the peculiarities of the tectonic structure of the territory and possible geodynamic changes in the state of the geological environment. In the article are presented recommendations on the complex geological and geophysical methods for the effective solution of ecological monitoring problems with the purpose of possible changes of the geological environment under the influence of natural and man-made processes around the tailings of radioactive waste.

Вступ. Населені пункти Червоненської селищної ради Криворізького району Дніпропетровської області: села Калинівка, Чабанове, Червоне розміщені в територіальній близькості до хвостосховища СхідГЗК – балки Щербаківська. На території зазначеного хвостосховища підвищений уміст радіонуклідів є першоджерелом (як прямим, так і опосередкованим – через відходи гірничодобувних і переробних підприємств) радіоактивного забруднення ґрунту, поверхневих та підземних вод, рослинності. Вид відходів – тверді відходи переробки уранових руд – пульпа, площа – 256 га, сховище експлуатується з 1959 року по теперішній час, заповнення сховища – 28,3 млн т – 70 %. За хімічним складом тверда частина хвостів близька до вихідної руди, з якої видалено основну частину урана. Питома активність хвостів у порівнянні з рудою зменшується незначно, тому що з урановим продуктом вилучається лише біля 15 % загальної активності перероблюваної руди. У результаті розпаду деяких короткоіснуючих природних радіонуклідів (^{234}Th, ^{234}Ra та інших) у хвостах залишається до 70 % первоначальної активності. Але, внаслідок скопичення значних мас хвостів і присутності в них торію (^{230}Th, період полурозпаду $8\cdot10^4$ років) і радію (^{226}Ra, період полурозпаду $0{,}16\cdot10^4$ років), а також залишкового урану і його довгоіснуючих ізотопів (період полурозпаду сотні мільйонів років) ця активність залишається практично на безкінечний період часу. Дуже важливим є створення умов, які запобігають розмиву хвостосховища, оскільки при водній ерозії активізується до інтенсивного рівня вилуговування радіоактивних елементів. У разі необхідності потрібно також регулювати еманування радону з тектонічних зон до допустимого рівня.

Основний матеріал. Проведення комплексних геолого-геофізичних досліджень населених пунктів Червоненської селищної Ради визначалось необхідністю всебічної оцінки геоекологічного стану населених пунктів розміщених у межах техногенно-навантажених територій. Вивчення радіоекологічного стану низки населених пунктів прилеглих до скопичення відходів СхідГЗК (балки Щербаківська) було явно недостатнім для повного розв’язання питань геоекологічного районування (зонування) й оцінки рівня опромінення жителів населених пунктів Червоненської селищної ради. Вирішення цього складного науково-прикладного завдання вимагає розвитку сучасних технологій досліджень, які базуються на використанні раціонального комплексу геолого-геофізичних методів. До виконання цих робіт була залучена ГРЕ № 37 КП “Кіровгеологія”, яка відрізнялась кваліфікованим персоналом, сучасною матеріально-технічною базою, багатим практичним досвідом та якісними результатами радіоекологічних досліджень на всій території України [1].

На етапі підготовчих робіт був проведений детальний аналіз відомостей щодо особливостей будови геологічного середовища, прилеглого до сховища відходів, стану відходів, установлених змін певних фізичних властивостей порід та водоносних горизонтів під впливом розчину підвищеної мінералізації. Аналіз було проведено з використанням значного за обсягом фактичного матеріалу, зокрема, із залученням результатів

спеціалізованих на уран досліджень [2, 3, 4, 5] та радіоекологічних робіт проведених у різні роки фахівцями КП “Кіровгеологія”. На другому етапі було визначено особливості застосування низки геолого-геофізичних методів дослідження для ефективного вирішення завдань у системі комплексного екологічного моніторингу для ділянок прилеглих до хвостосховища балка Щербаківська. Особливу увагу було приділено обґрунтуванню раціональних комплексів геофізичних методів, які дозволяють підвищити оперативність та ефективність оцінки геоекологічного стану техногенно-навантажених ділянок.

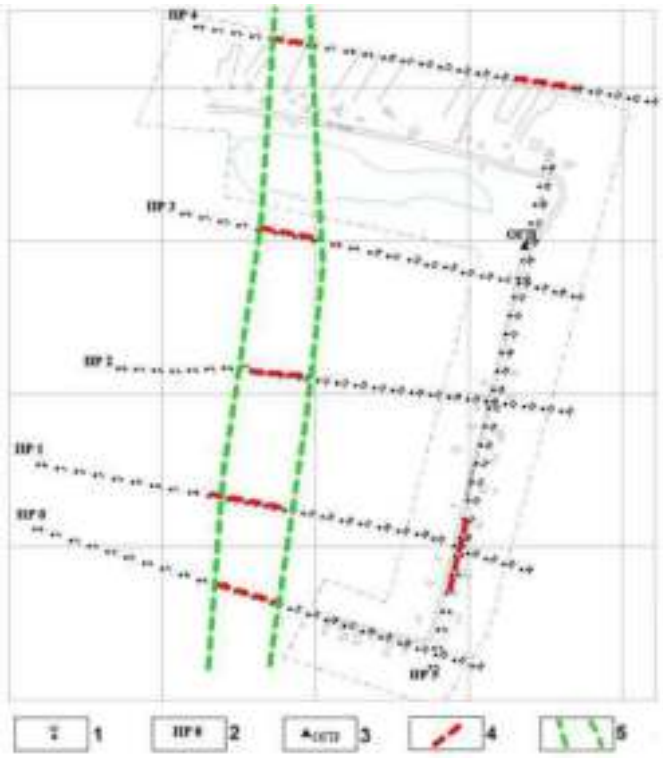


Рис. 1. Схема розміщення тектонічних порушень у с. Чабанівці Криворізького району за даними комплексних геофізичних досліджень (гравірозвідка, електророзвідка методом діпольного електропрофілювання ДЕП A50B70M50N)

1 – пункт вимірювання та його номер; 2 – номер геофізичного профілю; 3 – опорний гравіметричний пункт, 4 – тектонічні порушення, визначені за даними профільних геофізичних досліджень; 5 – зони тектонічних порушень, визначені за даними комплексних геолого-геофізичних досліджень

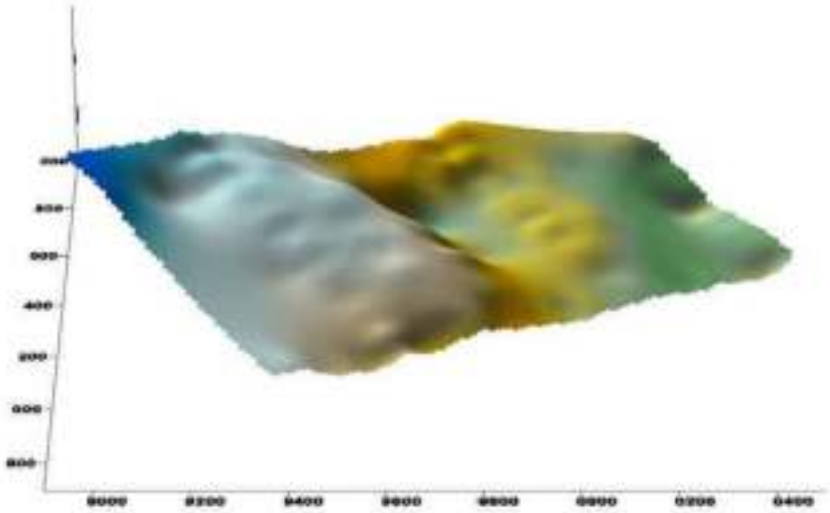


Рис. 2. Тривимірна модель гравітаційного поля с. Чабанівки Криворізького району та прилеглих територій

Інноваційністю способу вирішення завдання ефективної оцінки геоекологічного стану вказаних населених пунктів було проведення геоекологічного картування за даними комплексу геолого-геофізичних робіт з вивченням геоекологічних особливостей територій, зокрема з відображенням їхнього геодинамічного стану на тлі вивчення регіональних особливостей тектонічної будови території [6]. Для цього були проведені визначення фонових характеристик компонентів навколишнього середовища, зокрема повітряного середовища

(визначення еквівалентної рівноважної об'ємної активності (ЕРОА) радону-222 в атмосферному повітрі), водного середовища (відбір проб води у погоджених точках, зокрема: поверхневих вод, підземних вод у колодязях та їх аналіз у відповідності з діючими в Україні методиками з визначенням макрокомпонентів хімічного складу, мікрокомпонентів хімічного складу, радіонуклідного складу, аналізу проб води на відповідність ГОСТу для питної води, вимірювання об'ємної активності радону та його дочірніх продуктів розпаду у воді окремих колодязів населених пунктів), було вивчено гамма-фон території, уміст радіонуклідів природного походження в пробах об'єктів навколишнього середовища. Були проведені роботи з виявлення джерел техногенних та природних аномалій радіоактивності, визначення їх геометричних розмірів, концентрацій радіонуклідів. Було виконано тектонічне районування досліджуваних територій, з визначенням положення зон розломів, які характеризують геодинамічні особливості ділянок, прилеглих до хвостосховища та можуть призвести до поширення забруднень на значну відстань від джерела забруднення. За даними гравірозвідки та електророзвідувальних методів дослідження було визначено положення зон розломів та тектонічних порушень безпосередньо у досліджуваних населених пунктах та на прилеглих до них територіях (рис. 1, 2). Було вивчено зв'язок виявлених ореолів радіоактивного забруднення з установленими зонами розривних порушень.

Таким чином, під час виконання комплексних геолого-геофізичних досліджень був вивчений вплив тектонічного чиннику на можливі динамічні зміни у поширенні вже існуючих ореолів радіоактивних забруднень через зони розломів, водоносні горизонти.

За результатами аналізу результатів комплексних геолого-геофізичних досліджень були визначені найбільш оптимальні точки розташування свердловин для встановлення в них апаратури та подальшого проведення постійних моніторингових досліджень стану геоекологічної ситуації. Ці дослідження передбачалось виконувати з метою своєчасного та оперативного надходження інформації у разі виникнення змін геологічного середовища та погіршення геоекологічного стану в межах досліджуваних населених пунктів у прилеглій до хвостосховища балка Щербаківська зоні під активною дією різноманітних природних та техногенних факторів. Передбачалося, що в разі погіршення екологічної ситуації за результатами цілодобових моніторингових досліджень, виникнення умов потенційних змін геологічного середовища в зонах розломів навколо об'єкта збирання та захоронення радіоактивних відходів, це дасть змогу виконати своєчасне надходження інформації від підрозділу, що виконує спостереження до користувача інформації, що відповідає за прийняття управлінських рішень щодо захисту населення зазначених населених пунктів, прилеглих до балки Щербаківська.

Висновки та основні напрями подальших досліджень

Фахівці ГРЕ № 37 КП "Кіровгеологія" виконали комплексне дослідження геоекологічного стану в населених пунктах, прилеглих до хвостосховища СхідГЗК – балка Щербаківська. За результатами проведених досліджень було надано оцінку геоекологічної ситуації, розроблено рекомендації щодо зменшення опромінення населення вказаних населених пунктів, включаючи дезактиваційні та протирадонові заходи. У подальшому, у населених пунктах, пов'язаних з можливим виникненням надзвичайної екологічної ситуації у зв'язку з близькістю до хвостосховища СхідГЗК, можливими потенційними змінами геологічного середовища під активною дією природних і техногенних чинників навколо балки Щербаківська, потрібно вжити низку заходів, спрямованих на постійне проведення цілодобового геоекологічного моніторингу та обмеження зовнішнього та внутрішнього хронічного опромінювання населення.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Калашник Г. А.* Радіоекологічна ситуація в місті Кропивницькому – центрі уранодобувної промисловості України/Г. А. Калашник//Мінеральні ресурси України. – 2017. – № 2. – С. 47–53.

2. *Калашник А. А.* Вещественно-структурная связь богатых железорудных залежей и уранового оруденения в пределах Криворожско-Кременчугской минерагенической зоны Украинского щита/А. А. Калашник//Мінеральні ресурси України. – 2012. – № 1. – С. 6–11.

3. *Калашник А. А.* Источники рудных компонентов Криворожско-Кременчугской минерагенической зоны Украинского щита. Статья 1. Пространственная и геохимическая связь ураново-, железорудных объектов и кимберлито-(лампроито-)проявлений в пределах Криворожско-Кременчугской зоны/А. А. Калашник//Мінеральні ресурси України. – 2011. – № 3. – С. 14–23.

4. *Калашник А. А.* Новые возможности технологии прогноза и поиска промышленных уран-полиметальных месторождений на базе концепции первичного астеносферного концентрирования рудных компонентов/Зб. наукових праць УкрДГРІ. – 2014. – № 3–4. – С. 114–137.

5. *Калашник А. А.* Роль тектонического фактора при формировании экзогенно-инфильтрационных месторождений урана в Бугско-Днепровской урановорудной области Украинского щита/А. А. Калашник//Науковий вісник НГУ. – 2012. – № 4. – С. 36–43.

6. Комплексирование геофизических методов: Учебное пособие для вузов/А. В. Анциферов, М. М. Довбнич, А. А. Калашник, А. А. Майборода, Я. В. Мендрий, В. П. Солдатенко, М. Г. Тиркель, К. Ф. Тяпкин; под ред. К. Ф. Тяпкина. – Донецк: "Вебер" (Донецкий филиал), 2008. – 336 с.

УДК 550.83:553.83:553.495

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ УРАНОВОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОМ АВЛАКОГЕНЕ В СВЯЗИ С ГЛУБИННЫМ СТРОЕНИЕМ ЛИТОСФЕРЫ

А. А. Калашник[1], А. В. Кузьмин[2]
1 – д-р геол. наук, старший научный сотрудник, Летная академия Национального авиационного университета, Кропивницкий, Украина, kalashnik_anna1@ukr.net
2 – КП "Кировгеология", Киев, Украина

Представлены результаты исследований закономерностей размещения урановорудных объектов в Днепровско-Донецком авлакогене в связи с глубинным строением литосферы. Выделены основные генетические классы и типы уранопроявлений в районе исследований. Установлено, что при оценке ураноносности Днепровско-Донецкого авлакогена и проведении его металлогенического районирования важное значение имеют особенности глубинного строения литосферы, разломная тектоника, глубины залегания перспективных на выявление месторождений урана горизонтов и толщ, их связь с разломной тектоникой.

REGULARITIES OF URANIUM OBJECTS LOCATION IN THE DNEPROV-DONETSK AVLAKOGEN IN CONNECTION WITH THE DEPTH STRUCTURE OF THE LITHOSPHERE

G. A. Kalashnyk[1], A. V. Kuzmin[2]
1 – Doctor of Geological Sciences (Sc.D.(Geol.)), Senior Research Fellow (S.R.F.), Flight Academy of National Aviation University, Kropyvnytskyi, Ukraine, kalashnik_anna1@ukr.net
2 – *State Enterprise "Kirovgeology", Kiev, Ukraine*

The article presents the results of studies of the regularities of uranium ore objects' location in the Dnieper-Donets aulacogene in connection with the deep structure of lithosphere. The publication identifies the main genetic classes and types of uranium objects in the Dnieper-Donets aulacogene. In the process of research it was discovered that in assessing the uranium content of the Dnieper-Donets aulacogene and carrying out its metallogenic zoning, the most important factors are features of the deep structure of the lithosphere, fault tectonics, the depth of occurrence of horizons and strata that are promising for discovering uranium deposits, their connection with fault tectonics.

Введение. Рассматривая мантию как основной источник рудогенных компонентов при формировании крупных рудных концентраций различной металлогенической специализации на верхних структурных этажах земной коры, нами выявлен ряд глубинных факторов формирования крупных месторождений урана [6], U-V-TR-Sc [3] на Украинском щите (УЩ), рассмотрены основные факторы металлогенического разнообразия и интенсивного рудогенеза центральной части УЩ [4], закономерности формирования урановорудных метасоматитов в связи с глубинным строением литосферы Украинского щита [6]. Это позволяет обоснованно определять перспективы территорий на возможность формирования крупных рудоконцентраций урана, U-V-TR-Sc руд с выделением площадей наиболее вероятной их локализации.

Также нами изучены и установлены основные факторы металлогенического разнообразия и интенсивного рудогенеза Волновахской рудной зоны сочленения Приазовского мегаблока УЩ и Донецкого складчатого сооружения с учетом глубинного строения литосферы [1]. На основе изучения геолого-структурных особенностей локализации экзогенно-инфильтрационных месторождений урана в Южно-Бугском [7], Ингуло-Ингулецком [2], Саксаганско-Сурском [5] рудных районах Бугско-Днепровской металлогенической области нами обоснована важная роль тектонического фактора в процессе формирования промышленных урановорудных концентраций этого типа, установлены основные благоприятные факторы для формирования промышленных месторождений урана экзогенно-инфильтрационного типа в Днепробассе УЩ. Проведенные нами исследования дали возможность разработать новые критерии прогнозирования и поиска месторождений урана экзогенно-инфильтрационного типа в осадочном чехле Украинского щита [7].

Днепровско-Донецкий авлакоген характеризуется относительно слабой изученностью на уран и одновременно является весьма перспективным на обнаружение новых месторождений урана различного генетического типа.

Основной материал. Днепровско-Донецкий авлакоген (ДДА) расположен между Украинским щитом (УЩ) и Воронежским массивом. Включает в качестве самостоятельных структурных элементов Днепровский грабен и Донецкое складчатое сооружение.

В пределах Днепровского грабена выделяют три бассейна породообразования: Деснянский, Днепровский и Самаро-Торецкий [8]. В крайней северо-западной части ДДА расположен Черниговский выступ, который служит границей между Припятской впадиной, расположенной на территории Беларуси и Днепровским грабеном. Днепровский грабен занимает центральное место в ДДА, а его бортовые части, ограничивающие его с северо-востока и с северо-запада, являются склонами Украинского щита и Воронежского массива. Днепровский грабен является наиболее погруженной частью ДДА. Северо-восточный склон УЩ имеет

относительно постоянную ширину (50–100 км), на стыке с Днепровским грабеном наибольшая глубина фундамента составляет 1,3–1,5 км, в то время, как в зоне сочленения с Донбассом она достигает 5–6 км. Склон Воронежского массива имеет ширину около 140–150 км и является более пологим. Днепровский грабен отличается своеобразным строением. Его центральная часть характеризуется широким развитием локальных положительных структур приразломных валообразных поднятий. Преобладают структуры протяженностью 2–8 км с амплитудой 50–150 м, многие из которых осложнены сбросами. Южная прибортовая зона грабена характеризуется наличием надвиговых структур, связанных с южным бортовым разломом. Характерными структурными формами региона являются погребенные тектонические валы, состоящие из цепочек брахиформных антиклиналей, а также соляные купола, иногда с выходящими под третичные отложениями, а иногда даже на поверхность диапирами каменной соли. Простирание тектонических валов северо-западное, подчиненное простиранию бортовых разломов.

В пределах Днепровского грабена, как и в целом в пределах ДДА, наблюдается резкое утонение земной коры по сравнению с УЩ и Воронежским массивом и значительный подъем верхней мантии. В связи с наличием глубинных разломов, достигающих верхней мантии, ДДА является зоной высокой проницаемости для мантийных и коровых флюидов.

В геологическом строении Днепровского грабена выделяются архейско-протерозойский кристаллический фундамент, комплекс неопротерозойских эффузивов и вулканогенно-осадочный чехол верхнего палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Докембрийские кристаллические породы изучены слабо. В склоновых частях УЩ и Воронежского кристаллического массива закартированы магматические, ультраметаморфические и метаморфические породы кислого, основного и ультраосновного составов: граниты, мигматиты, амфиболиты, гнейсы, железистые породы джеспиллитовой формации и др. Верхнепротерозойские образования, по данным А. Е. Лукина [8], образуют пластообразные тела типа силлов и являются типичными для поздне-рифейско-вендской трапповой формации. Вулканогенно-осадочный чехол региона составляет мощная толща отложений верхнего палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Мощность осадочных пород закономерно увеличивается от бортов к центру грабена. Верхнепалеозойские отложения представлены тремя системами – девонской, карбоновой и пермской. Наиболее древними являются эйфельские и живетские образования среднего девона и осадочно-вулканогенные породы франского и фаменского ярусов верхнего девона. Кайнозойские отложения представлены в регионе осадками палеогена, неогена и антропогена.

По гидрогеологическим условиям в ДДА выделяют Днепровский артезианский бассейн и Донецкий массив трещинных вод. Водоносные горизонты мела-антропогена, благоприятные для формирования в них уранового оруденения, расположены в зонах свободного и затрудненного водообмена, в нижележащих толщах осадочно-вулканогенных пород, находятся, в основном, в зоне затрудненного водообмена. Общее движение подземных вод направлено от краевых частей к центральной части ДДА [9]. Это может способствовать при определенных благоприятных условиях транспортировке и осаждению урана.

Продуктивные горизонты в песчаниках карбона и триаса с открытыми здесь месторождениями урана битумного типа на доступных глубинах залегают в Самаро-Торецком районе. Слабо опоискованные на уран отложения триаса залегают на глубинах 400–600 м в пределах Брагинско-Лоевского выступа северо-западной части ДДВ. Урановое оруденение в углистых породах карбона доступно для изучения и опоискования лишь в пределах Донецкого складчатого сооружения ДДА, в Старобельско-Миллеровской моноклинали и других районах.

В ДДА породы отличаются значительной насыщенностью радиоактивными объектами. Уранопроявления различного масштаба, начиная от месторождений, крупных рудопроявлений и до аномалий, встречены в кристаллических породах архея, протерозоя, коре выветривания по этим породам, в осадочно-вулканогенных образованиях рифея и венда, в осадочной и частично в осадочно-вулканогенной толще верхнего палеозоя (девон, карбон и пермь), осадках мезозоя (триас, юра и мел) и кайнозоя (палеоген, неоген, антропоген). На сегодняшний день при проведении поисковых, съемочных и разведочных работ в ДДА выявлено и в различной степени оценено пять месторождений, 26 рудопроявлений, 48 проявлений урановой минерализации и 1 350 радиоактивных аномалий. Все выявленные в пределах ДДА уранопроявления относятся к двум основным генетическим классам: эндогенному и экзогенному. К эндогенным концентрациям урана отнесены: магматические в интрузивных массивах сиенитов, гранитов, карбонатитов; пегматитовые; гидротермальные в минерализованных зонах дробления пород кристаллического фундамента вне связи с вулканогенно-интрузивными образованиями; гидротермальные в зонах дробления осадочных пород. К экзогенным скоплениям урана отнесены: осадочно-диагенетические в фосфоритах и фосфоритсодержащих породах, в уленосных толщах; осадочные в битуминозных известняках; эпигенетические инфильтрационные в пестроцветных проницаемых осадках в зонах окисления-восстановления.

Подавляющее большинство уранопроявлений приурочено к отложениям карбона и нижнего триаса. Наибольшая насыщенность уранопроявлениями отмечается в центральной части грабена, Донецком складчатом сооружении и на Самарско-Торецком поднятии. Характерной особенностью уранового оруденения является его приуроченность к узлам пересечения разнонаправленных тектонических зон с гидротермальными процессами. Самые крупные урановые объекты авлакогена приурочены к отложениям триаса. Основные руды Адамовского, Краснооскольского и Берекского месторождений залегают в песчаниках и алевролитах, реже глинах дроновской свиты нижнего триаса. Оруденение связано с урановыми битумами в пределах тектонических зон.

Выводы. В процессе проведения исследований нами было установлено, что при оценке ураноносности Днепровско-Донецкого авлакогена и проведении его металлогенического районирования важное значение

имеют особенности глубинного строения литосферы, разломная тектоника, глубины залегания перспективных на выявление месторождений урана горизонтов и толщ, их связь с разломной тектоникой.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Калашник А. А.* Геолого-структурные особенности пространственного размещения урановорудных объектов и кимберлитопроявлений в Южнодонбасской минерагенической зоне/А. А. Калашник//Геохімія і рудоутворення – 2011. – Вып. 29. – С. 106–119.

2. *Калашник А. А.* Геолого-структурные особенности экзогенно-инфильтрационных месторождений урана в Ингуло-Ингулецком рудном районе Украинского щита/А.А. Калашник//Науковий вісник НГУ. – 2013. – № 3. – С. 11–18.

3. *Калашник А. А.* Глубинные факторы формирования крупных U-V-TR-Sc месторождений в метасоматитах на Украинском щите/А. А.Калашник//Вестник ВГУ. Серия: Геология. – 2015. – № 2. – С. 68–72.

4. *Калашник А. А.* Основные факторы металлогенического разнообразия и интенсивного рудогенеза центральной части Украинского щита//Вестник ВГУ. Серия: Геология. – 2016. – № 2. – С. 77–85.

5. *Калашник А. А.* Оценка перспектив развития промышленного потенциала уранового оруденения экзогенно-инфильтрационного типа в Саксаганско-Сурском рудном районе УЩ/А. А. Калашник//Зб. наукових праць УкрДГРІ. – 2015. – № 1. – С. 94–113.

6. *Калашник А. А.* Предпосылки формирования и критерии прогнозирования промышленных эндогенных месторождений урана Украинского щита/А. А. Калашник//Науковий вісник НГУ. – 2015. – № 4. – С. 12–21.

7. *Калашник А. А.* Технология прогнозирования промышленных эндогенных месторождений урана Украинского щита (на основе концепции астеносферного концентрирования рудогенных компонентов): [монография]/А. А. Калашник. – Кировоград: Изд-во “КЛАНАУ”, 2014. – 324 с.

8. *Лукин А. Е.* Литогеодинамические факторы нефтегазонакопления в авлакогенных бассейнах. – Киев: Наукова думка, 1997. – 224 с.

9. *Шумлянский В. А.* Древнекиммерийская рудно-битумная минерализация Доно-Днепровского прогиба и Волыно-Подольской плиты/В. А. Шумлянский//Геологические и геохимические основы поисков нефти и газа. – Киев: Наукова думка, 1981. – С. 215–230.

УДК 552.5: 551.14

ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ЛІВИХ ПРИТОК ПОДІЛЬСЬКОЇ ЧАСТИНИ РІЧКИ ДНІСТЕР

І. М. Капеліста[1], Ю. Ю. Войтюк[2]
1 – Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна, kapelistaja.irina@ukr.net, 2 – Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України, voitiuk_yulia@ukr.net
Представлено результати дослідження геоекологічного стану лівих приток Подільської частини р. Дністер. Головну увагу приділено вмісту мангану у воді, донних відкладах та ґрунті лівих приток Подільської частини Дністра. Установлено, що геоекологічний стан досліджених водотоків загалом задовільний.

THE GEOECOLOGICAL STATE OF THE LEFT INFLOW OF THE PODOLSKY PART OF THE DNIESTER RIVER

I. M. Kapelista[1], Y. Y. Voitiuk[2]
1 – National aviation university, Kyiv,Ukraine, kapelistaja.irina@ukr.net, 2 – M. P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv,Ukraine, voitiuk_yulia@ukr.net
The results of the study of the geoecological state of the left inflow of the Podolsky part of the Dnister River are presented. The main attention is paid to the content of manganese in water, bottom sediments and the ground of the left inflow of the Podolsky part of the Dniester River. It is established that geoecological watercourses are generally satisfactory.

Річка Дністер одна з найбільших водних артерій України Водозбірна площа басейну р. Дністер становить 72 900 км^2, з них у межах України розташовано 53 490 км^2 або 73 %. Басейн річки Дністер займає південно-західну частину України і східну частину Молдови. Довжина річки становить 1 362 км Це не тільки другий за розмірами в Україні, а й головний водотік для Молдови, який у протяжності 225 км виконує функцію державного кордону між Україною і Молдовою. Тому геоекологічний стан Дністра та його приток є надзвичайно важливим.

Для розв'язання актуальних завдань раціонального та екологічно обґрунтованого водокористування, екологічного моніторингу р. Дністер необхідно постійно здійснювати постійний контроль екологічного стану як самої річки так і її приток.

Еколого-гідрохімічні дослідження є важливим інструментом моніторингу екологічної оцінки стану природних вод, особливо в сучасних умовах інтенсивного природокористування.

Дослідження гідрохімічного режиму та якості поверхневих вод басейну Дністра на території України здійснювали В. К. Хільчевський, О. М. Гончар, В. А. Сташук, Р. Л. Кравчинський, М. Р. Забокрицька, О. В. Чунарьов [2]. Важливими є результати громадської екологічної експедиції "Дністер". Її учасники (Валентин Стецюк, Мирослав Спринський, Марія Балучинська, Сергій Алексеєв, Ірина Коваль, Марія Пелипець, Андрій Сеньковський, Леся Кошіль, Мирослава Кошіль та інші) з 1988 по 1997 рр. здійснювали гідрологічні, гідрохімічні та геохімічні спостереження Дністра та його приток [4]. Варто відмітити важливість результатів дослідження М. Б. Кошіль, яка, як у рамках екологічної експедиції так і після її завершення, проводила дослідження донних відкладів верхньо-середньої частини р. Дністер для аналізу еколого-геохімічного стану р. Дністер [3]. Проте не дослідженою залишилась нижня – Подільська частина Дністра. Важливим є постійний моніторинг стану поверхневих вод басейнів річки Дністер Дністровсько-Прутським басейновим управлінням водних ресурсів, який здійснюється лабораторіями Держводагентства України. Стан якості поверхневих вод басейну р. Дністер досліджувався в 54-х створах. З них: 19 створів розташовано в основному руслі річки, а 35 – на 26-ти притоках. Проте, на досліджуваній нами території створ розміщено лише в м. Могилів Подільському, р. Дністер. Гідрохімічні лабораторії та гідрогеолого-меліоративна партія відповідно до своїх повноважень здійснюють дослідження поверхневих вод, підземних вод, ґрунтових вод, стічних (зворотних) вод, ґрунтів, проте оминають своєю увагою донні відклади [6]. Зважаючи на це, геоекологічний стан лівих приток Дністра, особливо в його Подільській частині не достатньо досліджений.

Об'єктом дослідження є вода, донні відклади та ґрунт з берегів лівих приток Подільської частини Дністра.

Предметом дослідження є геоекологічний стан лівих приток Подільської частини Дністра.

Головним питанням при оцінці якості поверхневих вод є визначення структурних та функціональних показників біологічної складової водних екосистем як основного чинника забезпечення стабільності умов відтворення водних ресурсів. Вона базується на екосистемному підході, який передбачає аналіз усіх складових водних екосистем: водного середовища, донних відкладів та гідробіонтів. Не менш важливе значення для оцінки геоекологічного стану водних об'єктів відіграє дотримання режиму використання прибережних захисних смуг. Характеристика ґрунтів дає можливість скласти узагальнену картину про геоекологічний стан водотоку.

З метою з'ясування геоекологічного стану лівих приток Подільської частини Дністра І. М. Капелістою було здійснено відбір проб води, донних відкладів лівих приток Дністра та ґрунтів на берегах цих приток у такий населених пунктах Вінницької області: р. Жван – с. Бернашівка Могилів-Подільського району Вінницької області та с. Жван Мурованокуриловецького району; р. Караєць – с. Хоньківці Могилів-Подільського району Вінницької області та в с. Рівне Мурованокуриловецького району; р. Лядова – с. Яришів, Могилів-Подільського району; р. Серебрія – с. Серебрія, Могилів-Подільського району; р. Немія – с. Немія, Могилів-Подільського району; р. Дерло – м. Могилів-Подільський, Могилів-Подільського району; р. Котлубаївка – с. Брониця, Могилів-Подільського району; р. Мурафа – с. Слобода Бушанська, Ямпільського району; р. Бушанка – с. Буша, Ямпільського району; р. Мурафа – с. Буша, Ямпільського району; р. Мурафа – с. Дорошівка, Ямпільського району; р. Мурафа – с. Миронівка, Ямпільського району; р. Дністер – с. Оксанівка, Ямпільського району; р. Мурафа – с. Біла, Ямпільського району; р. Мурафа – с. Улянівка, Ямпільського; р. Русава – м. Ямпіль, Ямпільського району.

У межах вказаних населених пунктів були відібрані 23 проби донних відкладів з алювію. Проби осадів відбирались у період літньої-осінньої межені 2013–2014 р. та 2017 р. на відстані від 1,0 до 5,0 м від берега і висушувались повітряним способом. Донні відклади вивчали комплексно такими методами: гранулометричний аналіз (ситовий метод); мінералогічні дослідження важкої і легкої фракції під бінокуляром; кількісний спектральний аналіз валового вмісту елементів (Mn, Co, Nb, Cu, Ti, V, Pb, Cr, Pb, Ag, Bi, Sn, Ga, Sc, Y, Yb, Ba, Zi, Ni, Fe, Sr, Al; Zr, La, Mo, W, Sb, Zn, Cd, Ge, Be, Ce, Za, Th, As, P).

Геохімічні особливості донних відкладів вивчали на підставі комплексної методики за такою схемою: відбір проб; підготовка зразків до аналізу; механічний аналіз осадів з одночасним виділенням десяти розмірних фракцій (>10; 10–7; 7–5; 5–3; 3–2; 2–1; 1–0,5; 0,5–0,25; 0,25–0,1; <0,1 мм) [5]. Дані досліджень гранулометричного складу проб (табл. 1) дозволили з'ясувати, що донні відклади лівих приток Подільської частини Дністра представленні всіма гранулометричними групами осадів, серед яких найбільш поширені піщані осади – псаміти, що складають близько 50 %. Переважання псамітової складової і незначний уміст глинисто-алевритової у донних осадах лівих приток Подільської частини Дністра не сприяє нагромадженню у них забруднюючих речовин.

Таблиця 1. Розподіл гранулометричних фракцій донних відкладів лівих приток Подільської частини Дністра, мас. %

Осади	Псефіти			Псаміти			Алеврити
Гранулометричні фракції	5–3	3–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	0,25–0,1	<0,1
Усереднена вага 23 проб	6,00 %	9,47 %	8,64 %	20,95 %	12,71 %	15,72 %	6,52 %

Для вод р. Жван, р. Караєць, р. Лядова, р. Серебрія, р. Немія, р. Дерло та р. Котлубаївка проведено визначення за дев'ятнадцятьма показниками: Na, K, Mg, Ca, Fe, $HCO3^-$, Cl^-, SO_4^{2-}, Mn, Ni, Ti, V, Cr, Mo, Zr, Nb, Cu, Ba, Pb [5].

Визначення проводилось у сухих залишках вод із застосуванням спектральних методів аналізу. За ступенем поширення елементи в водах лівих приток Дністра поділено на чотири групи:

1) виявлені у 100 % проб – Na, K, Mg, Ca, Fe, $HCO3^-$, Cl^-, SO_4^{2-}, Mn, Cr, Cu;
2) виявлені у 50–100 % проб – Pb, Ni, Ti, V;
3) виявлені у 0–50 % проб – Mo, Zr, Ba;
4) не виявлені у пробах – Nb.

Уміст більшості елементів у водотоках не перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК). Лише у районі м. Могилів Подільський у р. Дерло вміст калію становить 66,4 мг/л, а заліза 2,21 мг/л, що в 13,28 та 7,4 раз перевищує ГДК відповідно. Дещо перевищує ГДК (400 мг/л) уміст (414,8 мг/л) аніонів HCO_3^-. Більше ніж удвічі перевищують ГДК показники вмісту титану 0,2213 мг/л та цирконію 0,0295 мг/л у Дністрі в межах с. Оксанівка Ямпільського району. Також майже вдвічі перевищує ГДК уміст цирконію у р. Бушанка Ямпільського району.

Серед елементів спільними для донних відкладів, води та ґрунтів з берегів водотоків є Mn, Ni, Ti, V,. Cr, Mo, Zr, Nb, Cu, Ba, Pb.

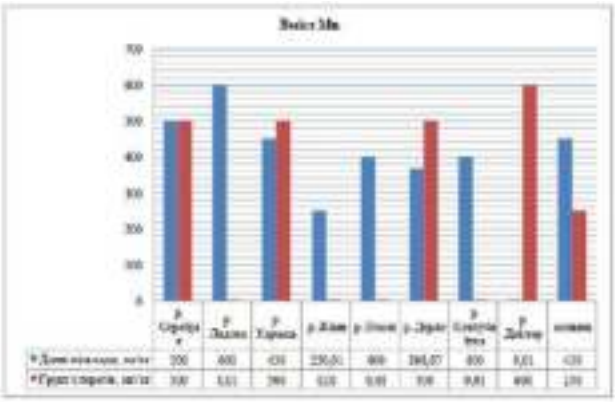


Рис. 1. Уміст мангану в донних відкладах та в ґрунтах з берегів лівих приток Дністра

Розглянемо вміст Mn у досліджуваних водотоках. На рис. 1 представлено розподіл умісту мангану в донних відкладах та в ґрунтах, відібраних на берегах лівих приток Дністра. Як бачимо, вміст Mn у воді лівих приток Дністра переважно не тільки не перевищує, а й значно менше ГДК. Лише в р. Дністер, с. Оксанівка вміст Mn у воді перевищує гранично допустиму концентрацію в 1,1 рази, що свідчить про низький рівень забруднення водотоків манганом. Отримані нами значення не тільки не перевищують ГДК для ґрунту, а й значно нижчі, ніж 1 500 мг/кг [1].

Уміст мангану у воді лівих приток Дністра представлено на рис. 2.

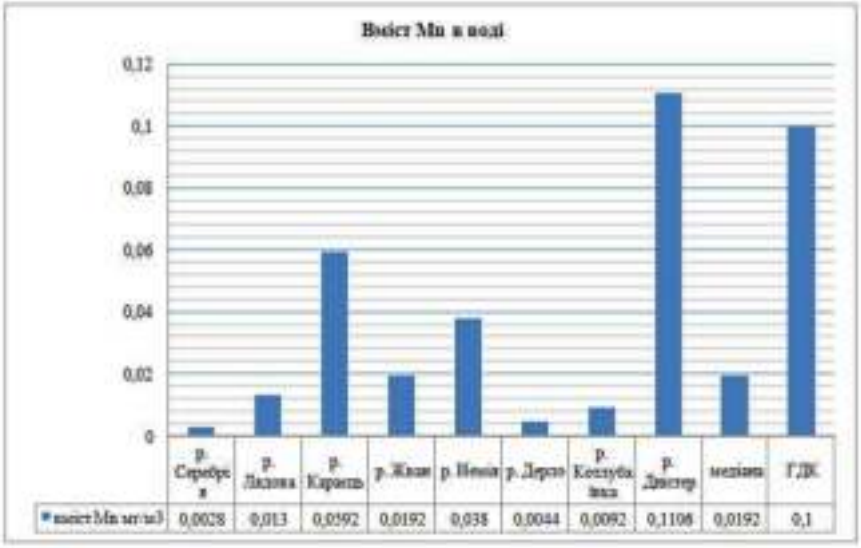


Рис. 2. Уміст мангану у воді лівих приток Дністра

Незначні вмісти більшості металів у притоках Дністра (на рівні середніх концентрацій для річкових вод) зумовлені відсутністю в районі досліджень значних джерел забруднення, а також високою здатністю водотоків до самоочищення.

Таким чином, геоекологічний стан лівих приток Подільської частини річки Дністер задовільний.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Милютин А. Г., Порцевский А. К., Калинин И. С.* Охрана недр и рациональное недропользование при горных, горно-разведочных и буровых работах Учебное пособие для студентов. – Москва. – 2005.
2. Гідрохімічний режим та якість поверхневих вод басейну Дністра на території України/В. К. Хільчевський, О. М. Гончар, Р. Л. Кравчинський, М. Р. Забокрицька та ін.: за ред/В. К. Хільчевський та В. А. Сташука. – К.: Ніка-Центр, 2013. – 256 с.
3. Донні відклади верхньо-середньої частини р. Дністер (еколого-геохімічний аспект) Автореф. дис. канд. геол. наук: 04.00.02/М. Б. Кошіль; НАН України. НАК “Нафтогаз України”, Ін-т геології і геохімії гор. копалин. – Л.: 2002. – 20 с.
4. Дослідження Дністра: 10 років громадської екологічної експедиції “Дністер”/Редактор М. І. Жарких. – Львів-Київ: 1998 р. – 216 с.
5. *Капеліста І. М.* Літологічна характеристика донних відкладів лівих приток Подільської частини Дністра/І. М. Капеліста//П’ята всеукраїнська науково-технічна конференція студентів, аспірантів і молодих учених “Молодь: наука та інновації” 28–29 листопада 2017.: тези доп. – Дніпро, 2017. – С. 7–24.
6. Сайт Державного агентства водних ресурсів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://dpbuvr.gov.ua/

УДК 553.3/.9:338

ОСОБЛИВОСТІ ВАРТІСНОЇ ОЦІНКИ РОДОВИЩ ПІДЗЕМНИХ ВОД, ЯКІ ЕКСПЛУАТУЮТЬ КОМУНАЛЬНІ ПІДПРИЄМСТВА З ВОДОПОСТАЧАННЯ

О. І. Качалова[1], А. Б. Шапран[2]
1 – провідний економіст УкрДГРІ, м. Київ, Україна, e_kachalova@ukr.net, 2 – завідувач відділу, УкрДГРІ, м. Київ, Україна, shapran_ab@ukr.net

Досвід вартісних розрахунків під час оцінки економічної ефективності експлуатації родовищ або ділянок підземних вод, які використовують комунальні підприємства з водопостачання, засвідчив низку особливостей, що притаманні саме цим підприємствам. Також було виявлено певні невідповідності в методичних, нормативних і дозвільних документах, які призводять до ускладнень у розрахунках та можуть негативно вплинути на кінцевий результат.
У доповіді окреслено певні особливості, на які потрібно звернути увагу під час вартісних розрахунків, а також запропоновано можливі способи вирішення проблем, які виникли в цьому напрямі надрокористування.

FEATURES OF A COST ESTIMATION OF DEPOSITS OF UNDERGROUND WATERS WHICH ARE MAINTAINED BY THE MUNICIPAL ENTERPRISES OF WATER SUPPLY

E. I. Kachalova[1], A. B. Shapran[2]
1 – Ukrainian State Geological Research Institute, e_kachalova@ukr.net, 2 – Ukrainian State Geological Research Institute, shapran_ab@ukr.net

Experience of cost calculations at an estimation of economic efficiency of exploitation of deposits of underground waters for the municipal enterprises has revealed a number of specific features. Some inaccuracies and discrepancies in normative and allowing documents complicate calculation and can negatively affect for finish result.
In the report some features are underlined and are offered ways of the decision of problems during performance of cost calculations for raw material users.

Досить часто, під час вартісних оцінок родовищ або ділянок надр питних підземних вод, доводиться мати справу з комунальними підприємствами, які здійснюють централізоване водопостачання. Відомо, що на відміну від інших надрокористувачів, діяльність комунальних підприємств з централізованого водопостачання не лише пов'язана з комерційною діяльністю, а має ще й соціальне значення.

Визначати вартість ресурсів можна на будь-якій стадії геологічного вивчення надр і розробки родовища корисних копалин за результатами їхньої початкової, попередньої або детальної геолого-економічної оцінки [1], а також під час повторної оцінки запасів родовищ корисних копалин.

Щоб виконати вартісну оцінку родовищ або ділянок надр підземних вод, потрібно керуватися законодавчими, нормативними й методичними документами, які охоплюють різні типи та форми власності суб'єктів господарювання і визначають певні обмеження для зазначених розрахунків.

Зокрема, для виконання вартісної оцінки питних підземних вод, які використовують для централізованого водопостачання, потрібно особливу увагу приділити документам, що регулюють діяльність комунального підприємства в цій сфері. Ідеться про:

– поточні індивідуальні технологічні нормативи використання питної води;
– нормативний розрахунок водокористування і водовідведення;
– дозвіл на спеціальне водокористування;
– затверджені тарифи на послуги з централізованого водопостачання;
– протокол Державної комісії по запасах України.

Цей перелік охоплює найтиповіші документи, але не є вичерпним і в кожному конкретному випадку може бути доповнений іншими документами, або мати їх не в повному складі, оскільки визначати вартість ресурсів і запасів можна на різних стадіях геологічного вивчення надр і розробки родовища підземних вод.

Нижче докладно схарактеризовано особливості кожного з перелічених вище документів, які використовуються під час вартісної оцінки родовищ питних підземних вод і роз'яснено, чому варто приділяти особливу увагу саме цим документам.

Поточні індивідуальні технологічні нормативи використання питної води (ІТНВПВ)

Важливим складником водного балансу надрокористувача поряд з обсягом використання (реалізації) води є обсяг незворотних технологічних втрат, тобто витрат води, яка не надходить до споживачів або яку не використовують для будь-яких потреб надрокористувача.

Водовідбір або як його називають надрокристувачі "підйом" води для підприємств, які здійснюють централізоване водопостачання, розподіляється на дві частини:

перша – це товарна вода, яка надходить до абонентів підприємства;

друга – це нетоварна вода, тобто та частина води, що не надходить до абонентів, і містить планові втрати води, а тому не бере участі у формуванні прибутку підприємства. За цим самим принципом до другої частини води може належати і той обсяг води, який використовує підприємство з водопостачання для власних виробничих і господарсько-питних потреб.

За допомогою поточних ІТНВПВ обґрунтовують обсяг технологічних втрат води, які беруть безпосередню участь у розрахунках вартості родовищ підземних вод.

Поточні ІТНВПВ розробляють і встановлюють для кожного підприємства окремо для отримання дозволу на спеціальне водокористування. Їх використовують для обґрунтування потреби у воді під час отримання дозволів на спеціальне водокористування та визначення нормативних обсягів використання води для власних потреб підприємства, а також для планування й організації поточного контролю за водогосподарською діяльністю.

Індивідуальність розробки поточних ІТНВПВ для комунальних підприємств зумовлена різними технологічними рівнями видобутку та водопостачання.

Наприклад, одне підприємство може мати водопровідну мережу без додаткових станцій водопідйому й досить зношену інфраструктуру, а інше навпаки – кілька станцій водопідйому з оновленою інфраструктурою.

Технологічні втрати води можуть бути зумовлені не лише технологічними параметрами, про які йшлося вище, а і якістю води, яка потребує відповідної водопідготовки. Іноді перевищення нормативів умісту певних компонентів, у зв'язку з певними обставинами, може бути погоджено центральним органом виконавчої влади [2]. У такому разі водопідготовку не здійснюють, а втрат води в цій частині не передбачено.

Затверджені поточні ІТНВПВ під час вартісної оцінки родовищ і ділянок підземних вод полегшують аналіз даних для визначення вихідних параметрів розрахунку і тому мають бути наведені у додатках до відповідних звітів.

Нормативний розрахунок водокористування і водовідведення

Іноді під час вартісних розрахунків визначити прогнозний обсяг добутої та використаної води, навіть відповідно до лімітів, які зазначено в дозволі на спецводокористування, буває досить проблематично. Це пов'язано з тим, що ліміти може бути визначено для кількох ділянок родовищ, а не окремо щодо кожної, або без розподілу води для різних груп споживачів тощо. У такому разі доцільно звернутися до такого документа, як "Нормативний розрахунок водокористування і водовідведення (обґрунтування потреби у воді)", який подають для отримання дозволу на спеціальне водокористування і де ґрунтовніше визначено обсяги використання води за різними напрямами. Водночас варто мати на увазі, що затверджені нормативи зазвичай завищено й вони відрізняються від фактичних обсягів видобутку води.

Дозвіл на спеціальне водокористування

Як відомо, ліміти з видобутку та використання води для різних суб'єктів господарювання, що здійснюють водовідбір, регламентуються Дозволом на спеціальне водокористування, який видають територіальні органи Держводагенства на певний термін (від трьох до двадцяти п'яти років).

Оцінюючи вартість родовищ та ділянок підземних вод, потрібно визначити річну продуктивність підприємства з видобутку підземних вод. Фактичні досягнуті річні обсяги видобутку можуть коливатися як у меншу, так і в більшу сторону, тому ці показники можна використовувати як орієнтир, але для розрахунків вартості родовища їх приймати досить ризиковано. У такому разі можна скористатися обсягами видобутку, лімітованими в дозволах на спецводокористування, оскільки їх встановлюють на основі певних обґрунтувань.

Стосовно комунальних підприємств авторам досить часто доводиться стикатися із ситуацією, коли ліміти, визначені в дозволі на спецводокористування, можуть бути набагато більшими (у середньому приблизно 50 %) від реальної потреби у воді. Така ситуація виникає внаслідок того, що ліміти розраховують на основі нормативів споживання води або елементарним множенням добової кількості експлуатаційних запасів на кількість днів у році. Заявлену максимальну потребу у воді пояснюють ще й тим, що понадлімітне використання води загрожує підприємству великими штрафними санкціями.

Потрібно розуміти природу встановлених лімітів. Їх призначено для запобігання водовідбору, який перевищує гідравлічні можливості водоносного горизонту, тобто для захисту родовища від можливого виснаження, тому за їхнє перевищення й передбачено штрафні санкції.

Отже, виникає ситуація, коли лімітовані обсяги видобутку можуть неабияк відрізнятися від фактичних. За таких умов доводиться вирішувати, які вихідні дані брати за основу, щоб виконати розрахунок вартісної оцінки родовищ або ділянок підземних вод.

У разі неправильного вибору такого вихідного показника для розрахунків, як обсяг видобутку, який є основою для визначення обсягів технологічних утрат води та використання її для власних потреб підприємства й реалізації абонентам, можна отримати недостовірні дані. Помилково визначений водовідбір призводить до викривлення результатів вартості родовища підземних вод у більший або менший бік, що є неприпустимим у такій ситуації.

Для вирішення цієї проблеми потрібно враховувати низку чинників для всебічного й об'єктивного аналізу, зважаючи як на фактичні дані за минулі роки, так і очікувані в перспективі.

Щоб уникнути такої різниці між лімітованими та фактичними обсягами видобутку, комунальним підприємствам варто виконувати розрахунки з огляду не лише на нормативи споживання води, але й динаміку видобутку за попередні періоди, можливо, навіть ініціювати перегляд чинних норм та правил тощо.

Затверджені тарифи на послуги з централізованого водопостачання

Ще одним потрібним параметром для оцінки родовища підземних вод є відпускна ціна товарної продукції. У цьому разі для комунальних підприємств – це кубічний метр реалізованої води абонентам підприємства. Тарифи на послуги із централізованого водопостачання, за якими воду постачають абонентам, затверджують Постановами Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП), або Рішеннями органів місцевого самоврядування.

Для деяких підприємств можуть бути затверджені різні тарифи для кожної групи абонентів (населення, бюджетні установи, інші підприємства й організації), а може бути встановлено єдиний тариф для всіх груп споживачів.

До того ж досить часто виникає ситуація, коли тариф затверджують на рівні собівартості відносно планового обсягу реалізації води без будь-якого прибутку або з огляду на компенсацію витрат на електроенергію, податки, збори та оплату праці. У деяких випадках тариф затверджують для різних груп споживачів, де ціну для населення передбачено на рівні собівартості, а для інших груп абонентів може бути передбачений прибуток.

Отже, іноді оцінку вартості родовища підземних вод для комунальних підприємств потрібно виконувати з реальними вихідними даними, які не дають змоги отримати позитивних значень економічної ефективності або взагалі її визначити. Щоб розв'язати цю проблему, у деяких випадках можна застосовувати такий підхід, як комерційний варіант розрахунку, де внаслідок збільшення обсягу видобутку води або оптимізації витрат знижується собівартість товарної продукції.

Протокол Державної комісії по запасах корисних копалин України

Відповідно до геологорозвідувальних робіт та результатів геолого-економічної оцінки родовищ підземних вод, яку виконав надрокористувач, Державна Комісія по запасах корисних копалин України затверджує експлуатаційні запаси згідно зі стадією вивчення та заявленою потребою у воді. Обов'язковим складником матеріалів геолого-економічної оцінки є техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) або техніко-економічна доповідь (ТЕД) доцільності промислового освоєння родовищ питних і технічних підземних вод. Державна Комісія по запасах корисних копалин України розробила й затвердила відповідні інструкції та методичні вказівки, які визначають головні вимоги до складання ТЕО або ТЕД.

Результати цих робіт оформлюють протоколом ДКЗ України, невід'ємною частиною якого є таблиця очікуваних техніко-економічних показників, які може бути використано для вартісної оцінки родовищ підземних вод.

Треба зазначити, що наявні нормативні документи для складання ТЕО не передбачають певних преференцій для комунальних підприємств, що здійснюють централізоване водопостачання. Тому ситуація, коли потрібно оцінити доцільність промислового освоєння родовищ підземних вод за умови, що тарифи на воду затверджено на рівні собівартості, тобто прибутку свідомо не передбачено, також має місце. У такому разі цю задачу розв'язують через розрахунки на умовах економічного ризику із застосуванням вищих прогнозних цін на воду чи способом оптимізації витрат, зменшуючи її собівартість. Крім того, можна розробити комерційний варіант ТЕО.

Щодо преференцій на законодавчому рівні, то варто зауважити, що під час нарахування рентної плати за спеціальне використання підземних вод згідно з пунктом 7 статті 255 Податкового Кодексу України [3] житлово-комунальні підприємства застосовують до ставок рентної плати коефіцієнт 0,3.

Отже, визначені документи, відповідно до яких виконують вартісні розрахунки, тісно пов'язані між собою, що дає змогу контролювати достовірність вихідних даних.

Висновки

Досвід вартісних розрахунків з оцінки родовищ підземних вод дав змогу виявити певні особливості, на які варто обов'язково звернути увагу, щоб отримати результати, які задовольнятимуть вимоги обох сторін, що беруть участь у процесі надрокористування – державу як власника надр і надрокористувача, якому ці надра надано у користування.

Підсумовуючи викладене, можна зробити висновок, що для об'єктивного розрахунку потрібно проводити всебічний аналіз даних і діяльності щодо кожного комунального підприємства окремо.

У деяких випадках проблеми та способи їхнього вирішення окреслено не досить глибоко, тому їхнє розв'язання потребує внесення змін у законодавчі документи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Постанова КМУ № 1 117 від 25.08.2004 р.
2. Закон України "Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення", № 2 047 від 18.05.2017 р.
3. Податковий Кодекс України.

УДК 550

ГЕОЛОГІЧНА СЛУЖБА УКРАЇНИ НА ШЛЯХУ РЕФОРМУВАННЯ

***О. В. Кирилюк*[1]**
1 – т. о. голови Державної служби геології та надр України, Держгеонадра України, Київ, Україна
Розглянуто проблемні питання реформування геологічної служби України та галузі загалом.

GEOLOGICAL SURVEY OF UKRAINE TOWARDS REFORMS

***O. V. Kyrylyuk*[1]**
1 – acting Head of the State Survey of Geology and Subsoil of Ukraine, State Survey of Geology and Subsoil of Ukraine, Kyiv, Ukraine.
The problems of reforming the geological survey of Ukraine and the industry as a whole are considered.

Сторічний період існування геологічної служби України ознаменувався значними досягненнями у створенні мінерально-сировинної бази. Впродовж радянського періоду було відкрито абсолютну більшість відомих родовищ корисних копалин, що завдячувало значним обсягам державного фінансування, високому професіоналізму геологів, активному залученню провідних учених. Однак з радянських часів успадковано й чимало проблем галузі – громіздка структура, інерційність, складність фінансування, застарілість матеріальної бази тощо.

Очевидно, що європейська інтеграція України обумовлює потребу докорінного реформування геологічної служби та геологічних підприємств з урахуванням потреб суспільства; вдосконалення законодавства з метою поліпшення інвестиційного клімату в галузі надрокористування; суттєвого вдосконалення державного контролю за процесами надрокористування; удосконалення фінансування геологорозвідувальних робіт для відновлення мінерально-сировинної бази України.

Проблемі реформування Держгеонадр було присвячено чимало публікацій, розроблено відповідні концепції тощо. Окремо варто згадати звіт групи експертів Асоціації геологічних служб Європи (АГСЄ), представлений 15 березня 2016 р. на 40-й Генеральній Асамблеї АГСЄ у м. Брюсселі, з яким можна ознайомитися на сайті ДНВП “Геоінформ України”.

Загальними рисами геологічних служб країн Європи є пріоритети напрямів, що визначаються як стратегічні, а саме регіональні геологічні роботи (геологічне картування та ін.) і напрями, що складають безпековий блок – питання гідрогеології та екогеології. Крім того, невід’ємним складником усіх без винятку геологічних служб є геологічні архіви та бази даних геологічної інформації. У діяльності Держгеонадр України всі перелічені напрями представлені, однак нині вони мають виразно другорядне значення і фінансуються за залишковим принципом. Це визначається експертами як одна з головних проблем діяльності української геологічної служби і з цим не можна не погодитися. Частка робіт за переліченими напрямами повинна неухильно зростати. Однак при цьому не слід забувати, що Україна не може, як деякі європейські країни, відмовитися від пошуків, розвідки і видобування корисних копалин, оскільки, як відомо, мінерально-сировинний комплекс забезпечує вагому частку валового національного продукту, а з видобутком і використанням корисних копалин близько половини промислового потенціалу країни. До речі, у додатку Д до згаданого вище звіту наведено інформацію щодо досвіду реформування і пріоритетних напрямів діяльності геологічних служб Польщі, Литви, Норвегії та США, яка засвідчує значне розмаїття напрямів і свободу формування національної політики кожної з країн у питаннях визначення пріоритетів геологічних служб і специфіки їхньої діяльності залежно від рівня економічного розвитку, наявності корисних копалин тощо. Зокрема, серед напрямів діяльності геологічної служби Литви перелічені видавання дозволів на геологорозвідувальні роботи, видобування води та інших корисних копалин.

Більшість експертів погоджуються, що службі треба повернути стару логічну назву – Геологічна служба України. Щодо її структури існують різні думки, у тому числі неодноразово озвучені останнім часом пропозиції перетворення її на науково-дослідний інститут. Така пропозиція варта розгляду, адже з 23 геологічних служб країн Європи 6 мають саме таку модель, у тому числі близька до нас Польща. Беззаперечним є те, що роль науки в подальшому розвитку галузі повинна зростати.

Щодо пропозицій виділення окремого органу виконавчої влади, відповідального за надрокористування, виникають вельми великі сумніви. Адже геологія і надрокористування – це речі взаємопов’язані. Важко планувати регіональні, пошукові роботи без відомостей про результати розвідки і видобування. Навіть більшість екологічних проблем у геологічному середовищі зобов’язані своїм походженням саме видобутку корисних копалин. Тим паче необґрунтованою виглядає озвучена нещодавно пропозиція передати окремому органу, відповідальному за надрокористування, облікові функції, тобто практично позбавити геологічну службу актуальної інформації про сучасний стан надр. У такому разі незрозуміло, що саме буде аналізувати геологічна служба і на чому базуватимуться її дослідження. У будь-якому разі ні до чого, окрім збільшення кількості апаратних працівників, таке розділення служби на два органи не призведе.

Будь-які зміни повинні мати системний характер, щоб не були втрачені багаторічні напрацювання геологічної галузі. Зокрема, у складі геологічної служби обов'язково варто зберегти функції Державної комісії по запасах, яка, до речі, не має жодних дозвільних функцій, а забезпечує високопрофесійну оцінку запасів корисних копалин.

До процесу реформування повинні бути залучені як закордонні, так і провідні українські експерти, вчені та виробничники. Першочерговими завданнями експертної групи, до якої повинні увійти знані фахівці у царині геології та надрокористування, повинні бути:

– вирішення питань фінансування галузі;

– обґрунтування шляхів реформування геологічної служби;

– забезпечення належного фахового рівня керівництва галуззю, експертна підтримка прийняття управлінських рішень;

– удосконалення законодавства в галузі надрокористування;

– забезпечення дієвого державного моніторингу процесів надрокористування.

Питання забезпечення належного ***фінансування галузі*** для забезпечення відтворення мінерально-сировинної бази є ключовими. Адже аналіз цифр державного бюджету України свідчить, що у 2018 році доходи бюджету від українських надр у 446,3 рази перевищують видатки на відновлення мінерально-сировинної бази. Така ситуація вже у найближчі роки може призвести до суттєвого зменшення надходжень до державного бюджету та зниження рівня захисту національних інтересів, тому необхідно терміново повернути захищену статтю фінансування геологорозвідувальних робіт. Заробітна плата у геологів повинна бути не нижчою за середню по країні.

Необхідно забезпечити належний ***фаховий рівень*** керівництва служби та галузі, забезпечити широке залучення до вирішення проблем галузі провідних представників галузевої та академічної ***науки.***

Першочерговим завданням є ***удосконалення українського законодавства*** в галузі надрокористування, забезпечення цілісності правового поля, оскільки лише зрозумілі правила гри дозволять залучити інвесторів для розвитку української економіки. Будь-які зміни до законодавства про надра повинні бути ретельно обґрунтовані і погоджені з Держгеонадрами; законодавство не повинне постійно змінюватися.

Необхідно запровадити дієвий ***державний моніторинг*** за процесами надрокористуванням для забезпечення сталого розвитку держави та інтересів українського народу.

Реформування геологічної служби і геологорозвідувальних підприємств слід проводити на основі пріоритетності суспільно важливих і неприбуткових (невидобувних) напрямів діяльності з урахуванням досвіду країн Європи. Однак у процесі реформування слід враховувати основні принципові відмінності України від решти європейських країн, а саме – те, що вона володіє надзвичайно потужною мінерально-сировинною базою і те, що згідно з Конституцією, надра в Україні є об'єктом права власності Українського народу, інтереси якого і повинна відстоювати геологічна служба.

УДК-553.98:477.53

СУЧАСНИЙ СТАН ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ НА НАФТУ Й ГАЗ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

***Я. Я. Климович*[1]**

1 – голова правління НАК "Надра України", м. Київ, Україна, post@nadraukrayny.com.ua

Збільшення видобутку вуглеводнів і підтримка його стабільного зростання можливі лише за умови ефективного проведення геологорозвідувальних робіт державними підприємствами геологічної галузі. На прикладі динаміки видобутку природного газу та нафти з конденсатом від 2007 до 2016 р. (за даними щорічника "Геоінформ України" 2017 року) наведено об'єктивні чинники, що унеможливлюють прирости запасів і в подальшому можуть призвести до зниження рівня видобутку вуглеводнів. Визначено основні резерви збільшення ресурсної бази країни та стратегічні кроки НАК "Надра України", її дочірніх підприємств у розвитку співпраці з добувними підприємствами України. Запропоновано активізувати використання технічного й кадрового потенціалу державних геологорозвідувальних підприємств для поліпшення сучасного стану ГРР на території України.

THE MODERN STATE OF GEOLOGICAL EXPLORATION OF OIL AND GAS ON THE TERRITORY OF UKRAINE

***Y. Y. Klymovych*[1]**

1 – Chairman of the Management Board of NJSC "Nadra Ukrayny", Kyiv, Ukraine, post@nadraukrayny.com.ua

An increase in the production of hydrocarbons and the maintenance of its stable growth is possible only under conditions of effective conducting of geological exploration by state enterprises of the geological industry. On the example of the dynamics of natural gas and oil with condensate production from 2007 to 2016 (according to the annual data of Geoinform of Ukraine), there are objective factors that cause the absence of stock increases and, in the future, can lead to a reduction in the level of hydrocarbon production. The basic reserves of the increase of the country's resource base and strategic steps of NJSC "Nadra of Ukraine", its subsidiaries in the improved cooperation with mining enterprises of Ukraine are determined. It is envisaged to intensify the use of technical and personnel potential of state geological exploration enterprises to improve the current state of geological exploration in the territory of Ukraine.

Незважаючи на позитивну динаміку збільшення видобутку природного газу по результатах 2017 року, що перевищує показники 2016 року, сучасний об'єм видобутку вуглеводневої сировини не задовольняє потреб Держави. А це означає, що сьогоденна проблема ефективності геологорозвідувальних робіт (ГРР) на нафту і газ та раціонального освоєння розвіданих запасів видобувних регіонів України не вирішена.

У короткостроковій перспективі реальне збільшення обсягів видобутку вуглеводнів можливе за рахунок дорозвідки існуючих родовищ та інтенсифікації видобутку з діючих свердловин. Зокрема, ПАТ "Укргазвидобування" прогнозує збільшення видобутку природного газу у 2020 році до 20,1 млрд м^3, саме за рахунок оптимізації роботи свердловин експлуатаційного фонду, їх інтенсифікації, проведення гідророзривів пластів, капітального ремонту діючих свердловин, буріння свердловин на існуючих та нових родовищах, введення в експлуатацію дотискувальних компресорних станцій.

Але для того щоб Україна не тільки утримувала власний видобуток вуглеводнів на досягнутому рівні, але й нарощувала його та наближалась до забезпечення власним газом, потрібно систематично та комплексно виконувати обсяг ГРР, який забезпечить необхідний рівень приростів запасів вуглеводнів.

Державним балансом запасів корисних копалин України обліковуються балансові (видобувні) запаси природного газу по 402 родовищах у кількості 905 623 млн м^3. Слід зазначити, що 94,7 % запасів газу зосереджені на 387 родовищах на суші, а 5,3 % – на 15 родовищах шельфу Азовського і Чорного морів.

У даний час видобувними підприємствами освоюється (знаходиться у промисловій експлуатації) 88,16 % балансових запасів газу, це значний показник, який свідчить про те, що переважна кількість запасів уже задіяна для видобутку.

По 206 підготовлених до глибокого буріння перспективних площах і 156 нерозкритих бурінням пластах родовищ підраховані перспективні ресурси газу в кількості 802 207 млн м^3.

Окрім перспективних ресурсів, на Держбалансі ще обліковуються прогнозні ресурси в кількості 4,7 трлн м^3 газу.

Таким чином, із загального об'єму ресурсів та запасів природного газу доступними для видобутку на даний час є 905,6 млрд м^3 газу, решта 4683,0 млрд м^3 газу – потребує додаткового геологічного вивчення, тобто проведення ГРР. За останні роки запаси за рахунок відкриття нових родовищ майже не поповнюються.

Наприклад, станом на 1 січня 2017 року приріст запасів газу за 2016 рік за рахунок відкриття нових покладів та родовищ становив усього 1,29 млрд м^3. Це 14,7 % від загального приросту за рік, який становить 8,8 млрд м^3, з яких 4,2 мільярда (47,8 %) – це приріст на родовищах, отриманий за рахунок показників розробки; 0,2 мільярда (2,6 %) – за рахунок уточнення параметрів підрахунку запасів; 3 мільярди (34,9 %) – за рахунок розвідки та розширення контурів відомих покладів.

Такий низький показник відкриття нових покладів та родовищ свідчить про те, що при видобутку 20,5 млрд м^3 – прирощено лише 1,29 мільярда (6,3 % від видобутку). Це не удвічі більше (як традиційно в світі), а в 15 разів менше, що катастрофічно для перспективи видобутку.

"Державним фондом структур" обліковується значна кількість перспективних об'єктів. Стан фонду підготовлених та виявлених структур є одним із важливих критеріїв успішності геологорозвідувальних робіт на нафту і газ. Але в державному фонді відсутні якісно підготовлені об'єкти, перспективи багатьох об'єктів завищені або вони не підготовлені належним чином, також обліковуються виведені з пошуково-розвідувального буріння з від'ємними результатами.

Проблемний стан ГРР зумовлений об'єктивними факторами:

геологічним – висока розвіданість нафтогазовидобувних регіонів та практична виснаженість діючих родовищ, низький показник відкриття нових покладів та родовищ;

економічним – системне недофінансування галузі останні десятиріччя ГРР в Україні, які виконують державні профільні підприємства в системі Державної служби геології та надр України, за кошти держбюджету в 2016–2017 роках профінансовано на рівні приблизно 5 % від планового показника (але і плановий показник був мізерний). Збільшення приростів запасів можливе тільки при відновленні фінансування геологорозвідувальних робіт до рівня, коли підприємства НАК "Надра України" (Компанія) відкривали по 5–10 родовищ нафти і газу в рік і прирощували запаси у 2 і більше разів, що забезпечувало стабільний видобуток і Держава повністю себе забезпечувала вуглеводнями.

Співпраця з фахівцями компанії Shell, ENI, Exxon Mobil, Chevron та іншими зарубіжними фірмами дозволила нам по новому сприймати ставлення до процесу ГРР. Адже на своїх ділянках найбільшу увагу вони приділяють збору, аналізу, всебічному розгляду, обробці первинної геологічної інформації на сучасних програмних комплексах, теоретичному моделюванню геологічної будови ділянки у декількох варіантах, оцінці ризиків пошукових робіт – тобто ґрунтовній підготовці пошукових об'єктів.

Виходячи з цього можна зробити висновок, що процес ГРР, особливо пошуковий етап, навіть у світовій практиці є економічно ризикованим проектам. Ураховуючи геологічні умови та специфіку таких робіт в Україні, інвестори та приватні українські підприємства без певних гарантій не вкладатимуть свої кошти в нові площі через суттєві економічні ризики.

Тому, єдиним реальним шляхом відкриття нових родовищ є організація роботи державних геологічних підприємств НАК "Надра України", які до 1995 року розвідали та відкрили всі родовища, на яких зараз працюють видобувні підприємства як державної, так і приватної форм власності.

Найближчою стратегією повинно бути зосередження ГРР, перш за все, на дорозвідці територій, де розміщені реальні запаси 904 млрд м^3 газу і проведення пошукових робіт на територіях, де знаходяться ресурси в об'ємі 5,6 трлн м^3 газу, виконанні науково-аналітичних, пошукових робіт на перспективних територіях, де обґрунтовані ресурси нетрадиційних покладів (газу сланцевих товщ, ущільнених та центрально-басейнових покладів) в об'ємі 32–50 трлн м^3 газу.

Геологічними підприємствами НАК "Надра України", за напрацьованими результатами комплексного аналізу геолого-геофізичних матеріалів, визначені основні першочергові напрямки:

– ущільнені нафтогазонасичені породи-колектори (алевроліти, пісковики, вапняки), ресурси яких прогнозуються в обсязі 5 трлн м^3 газу;

– на великих глибинах (5,0–7,0 км), з ресурсами в обсязі 2 трлн м^3 газу;

– у літологічно-екранованих та несклепінних пастках, ресурси 900 млрд м^3 газу;

– у рифогенно-карбонатних осадових комплексах південної та північної прибортових частин ДДЗ, з сумарною оцінкою їх ресурсів у 700 млрд м^3 газу;

– у приштокових зонах з ресурсами в об'ємі 500 млрд м^3 газу.

Але без поліпшення фінансування ГРР не буде можливості реалізувати ці напрямки робіт, підвищити прирости запасів в Україні і відкривати нові родовища вуглеводнів.

Рисунок 1. т. в. о. Голови Державної служби геології та надр України О. В. Кирилюк та Голова правління НАК "НАДРА УКРАЇНИ" Я. Я. Климович при запалюванні газового фонтану на свердловині 17 Ретиченській

Проте, незважаючи на це, НАК “Надра України” залишається потужним виробничим підприємством. На своїх ліцензійних ділянках власними технічними засобами та буровим обладнанням проводиться пошуково-розвідувальне буріння глибоких свердловин на нафту і газ. Зокрема, протягом 2017 року дочірнім підприємством “Західукргеологія” за рахунок власних коштів НАК “Надра України” пробурена пошукова свердловина 17 Ретичинської площі. На сьогоднішній день свердловина знаходиться в дослідженні та очікуванні підключення до газорозподільчих мереж.

Компанія в тісній співпраці з провідними державними та приватними підприємствами робить значний внесок у виконання першочергових державних програм України по нарощуванню мінерально-сировинної бази та збільшення власного видобутку вуглеводнів, виконуючи повний комплекс ГРР від аналізу геолого-геофізичної інформації, обґрунтуванню перспективних ділянок надр, проектування будівництва свердловин до промислово-геологічних досліджень свердловин.

Зокрема, у Східному нафтогазоносному регіоні України ДП “Укрнаукагеоцентр” лише за останні 1,5–2 роки, на замовлення державних та приватних підприємств (Burisma Group, DTEK, GeoAlliance, SMART Energy, СП ПГНК та багатьох інших надрокористувачів) виконало роботи по складанню перспективних планів ГРР, уточненню геологічної моделі, складанню геологічних проектів, робочих проектів на спорудження свердловин, ін., у результаті виконання якої були пробурені свердловини та відкриті нові поклади і родовища.

У свою науково-виробничу діяльність колектив постійно впроваджує нові програмні комплекси ArcGis, CoralDraw, Techlog, а також Petrel, який дає можливість будувати трьохвимірні геологічні та гідродинамічні моделі.

Враховуючи можливі ризики негативного впливу на довкілля під час буріння свердловин, проведення видобувних робіт на родовищах нафти і газу, ДП “Укрнаукагеоцентр” ініційовано і вже протягом більше 10 років впроваджується гідрохімічний моніторинг стану навколишнього природного середовища на підприємствах нафтогазового комплексу. Це дозволило своєчасно вжити відповідних заходів щодо ліквідації забруднення.

НАК “Надра України”, як провідна компанія по виконанню ГРР, нещодавно уклала Меморандум про співпрацю з найбільшою українською газовидобувною компанією ПАТ “Укргазвидобування”. На сьогоднішній день, згідно меморандуму проведено та проводяться газодинамічні дослідження свердловин та їх інтерпретація для ГПУ “Шебелинкагазвидобування” та ГПУ “Полтавагазвидобування”, що разом з вивченням геомеханічних властивостей керну в лабораторії ДП “Укрнаукагеоцентр” є основою проведення операцій гідравлічного розриву пласта.

Рисунок 2. Дослідження нафтогазових свердловин на морських платформах фахівцями ДП “Укрнаукагеоцентр” НАК “Надра України”

Дослідження параметрів бурових і промивальних рідин та зміни їх фізико-хімічних властивостей в атмосферних і пластових умовах дозволяє надрокористувачам та буровим підрядникам більш якісно обирати рідини для буріння, глушіння та методи інтенсифікації, виявляти причини кольматації продуктивних покладів та підбирати відповідну рецептуру для відновлення початкової проникності продуктивного пласта, а в результаті збільшувати продуктивность свердловин, що виходять з буріння чи капітального ремонту (збільшення добового видобутку газу з однієї свердловини на 50–60 тис. м^3 дає річний приріст видобутку на рівні 20 млн м^3 газу).

НАК “Надра України”, володіючи первинними геолого-геофізичними матеріалами по ліцензійних ділянках ПАТ “Укргазвидобування”, маючи геологів, які спеціалізуються на розвідці родовищ, сучасне лабораторне обладнання, виконує та має можливість нарощувати обсяги виконання дослідних та науково-тематичних робіт (побудови геолого-технологічних моделей родовищ, геолого-економічного обґрунтування перспективних напрямків ГРР, геолого-економічна оцінка запасів та ресурсів вуглеводнів та ін.) для підприємств ПАТ “Укргазвидобування”.

Якщо критично підійти до оцінки перспектив геологічної галузі і нафтогазового комплексу в цілому, проаналізувавши Державний фонд нафтогазоперспективних об’єктів можна зробити висновок, щоб суттєво

збільшити приріст запасів, і, як наслідок, видобуток вуглеводнів можливе лише за рахунок державного фінансування пошукових робіт. Це – єдиний реальний шлях, враховуючи досвід минулих років, специфіку нафтогазового комплексу, менталітет українців, невмотивованість приватного бізнесу на значні фінансові ризики та довгострокове повернення інвестицій.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Улітко Х. І., Голуб П. С., Солодкий В. М.* Великі глибини – потенційний резерв ресурсів вуглеводневої сировини. Матеріали міжнародної науково-технічної конференції. – С. 73–74.

2. "Сучасний погляд на сланцеві та ущільнені осадові породи як колектори легких бітумоїдів". О. В. Волохова, О. Ю. Дмитренко. ДП "Укрнаукагеоцентр". Тезисы докладов X Международной конференции "Крим -2012". – Симферополь. – 2012.

3. "Фінансова жилка підживить газоносну" Я. Климович, П. Голуб, "Урядовий кур'єр".

4. "Газоподібні горючі корисні копалини" Мінеральні ресурси України. – Київ: Державне науково-виробниче підприємство "Державний інформаційний геологічний фонд України", 2017.

УДК 336.113.12

УДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ СФЕРИ НАДРОКОРИСТУВАННЯ

Б. Ф. Коломійченко[1], Л. Г. Бесценна[1]
1 – УкрДГРІ, м. Київ, Україна, lbezcenna@ukr.net
Розглядаються основні актуальні проблеми законодавчого і нормативно-правового забезпечення сфери надрокористування, рекомендовані в порядку удосконалення зміни до законодавчих і нормативно-правових актів з надрокористування в Україні.

THE IMPROVEMENT OF THE NORMATIVE-LEGAL BASE OF THE SPHERE OF SUBSOIL USE

B. F. Kolomiychenko[1], L. G. Bestsenna[1]
1 – UkrSGRI, Kiev, Ukraine, lbezcenna@ukr.net
The key current problems of the legislative and normative-legal support of subsoil use are discussed. The changes in order to improve of legislative and normative-legal acts on subsoil use in Ukraine are recommended.

1. Відшкодування збитків, завданих державі внаслідок порушення законодавства про надра

Перелік порушень законодавства про надра:

самовільне користування надрами, несвоєчасне продовження дії спецдозволу на користування надрами.

Вибіркове вироблення багатих ділянок родовищ.

Погіршення якості корисних копалин при їхньому видобуванні.

Порушення технологій, норм, правил і вимог щодо проведення робіт надрокористування.

Пошкодження родовищ корисних копалин, які виключають повністю або суттєво обмежують можливості їхньої подальшої експлуатації.

Окрім Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок самовільного користування надрами, методики з розрахунку розмірів відшкодування збитків за рештою пунктів відсутні, пропонуються варіанти доопрацювання чинної методики з її поширенням на інші порушення законодавства про надра, а також доопрацювання переліку послідовних блоків процесів і процедур реалізації комплексу питань з відшкодування збитків держави, які завдані надрокористувачами внаслідок порушення законодавства про надра та переліку документів, необхідних для розрахунку збитків.

2. Функції державного геологічного контролю

Пропозиції щодо контролю за дотримання вимог законодавства з питань надрокористування Кодексом України про надра в розділі VII статтями 60–63 визначені органи з Державного контролю і нагляду за веденням робіт по геологічному вивченню надр (ГВН) їх використанням та охороною і повноваження цих органів, постановою КМУ від 30.11.1994 р. № 801 затверджено Положення про державний геологічний контроль за веденням робіт по геологічному вивченню та використанню надр України, а постановою КМУ від 14.12.2011 р. № 1 294 затверджено Порядок здійснення державного геологічного контролю.

У відповідності до згаданих законодавчих і нормативно-правових актів державний геологічний контроль здійснюється Держгеонадр України та її територіальними органами-органами державного геологічного контролю.

На допомогу підприємствам, які виконують роботи з ГВН, інші роботи з користування надрами, з метою забезпечення повного і своєчасного інформування органів державного геологічного контролю з підконтрольних питань надрокористування Український державний геологорозвідувальний інститут (УкрДГРІ) пропонує розробку структур геологічних підприємств з можливим запровадженням власного контролю підприємств і розроблення форм таблиць для власного контролю (проведення моніторингу з надрокористування).

3. Порядок продажу спецдозвопів на користування надрами на аукціоні Постанова КМУ від 30.05.2011 № 594

Даною постановою передбачено подання заявником листа-довідки, яким підтверджується наявність у заявника достатньої кількості кваліфікованих фахівців та технічних ресурсів для виконання завдань надрокористування. Для визначення достатності комісії з проведення аукціонів надрокористування необхідно керуватись орієнтовними типовими структурами і штатами геологорозвідувальних підприємств (організацій,

фірм, компаній тощо), які проводять пошукові та розвідувальні роботи на корисні копалини за групами підприємств:

а) на тверді корисні копалини; б) руди, вода; в) нафта, газ, конденсат

Пропонується розробити орієнтовні типові структури і штати геологічних підприємств у сучасних умовах господарювання.

4. Індексація кошторисної вартості ГРР

Пропонується методика щорічної індексації кошторисної вартості (КВ) на геологорозвідувальні роботи (ГРР) та наводиться приклад індексації КВ ГРР

УДК (552.1:53):550.3+550.85

ЗОНЫ ТЕРМОБАРИЧЕСКОГО РАЗУПЛОТНЕНИЯ ШЕЛЬФА ЧЕРНОГО МОРЯ – РЕГИОНАЛЬНЫЙ КОЛЛЕКТОР ГЛУБИННОГО МЕТАНА

В. А. Корчин[1], О. М. Русаков[2]
1 – канд. физ.-мат . наук, ведущий научный сот рудник, 2 – д-р геол. наук, профессор, главный научный сот рудник, Инст ит ут геофизики им. С. И. Суббот ина Национальной Академии наук Украины, Киев, Украина, korchin@igph.kiev.ua

Представлена новая гипотеза образования скоплений глубинных углеводородов в кристаллической коре в зонах низких скоростей (ЗНС). В них происходит катакластическое разуплотнение минерального вещества. Зоны проявляются только тогда, когда температурный градиент в коре превосходит определенный порог, а давление не способно компенсировать термические нарушения в породах. Наличие ЗНС является объективной реальностью и они могут быть повсеместно в земной коре. В свою очередь, могут являться путями миграции и локализации различных флюидов , а также углеводородов глубинного происхождения.

ZONES OF THERMOBARIC LOW DENSITY OF THE BLACK SEA SHELF – A REGIONAL TRAP OF DEEP METHANE

V. A. Korchin[1], O. M. Rusakov[2]
1 – candidate in physical – mathematical sciences, senior scientific worker, 2 – doctor in geological – mineralogical science, chief scientific worker, S. I. Subbotin Institute of Geophysics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine, korchin@igph.kiev.ua

A new hypothesis is presented about the the genesis of accumulation of deep hydrocarbons within the crystalline crust in the low velocity zones (LVZs). There occurs cataclastic decompaction of mineral matter in them. The zones arise only when the temperature gradient exceeds the certain threshold, and the pressure cannot compensate the disturbance of rocks caused by temperature. The presence of the LVZs is the objective reality and they can occur everywhere in the Earth's crust. In turn, they can be ways of migration and localization of deep hydrocarbons.

Низкая эффективность поисков углеводородов в Черном море обусловлена только тем, что стратегия их поисков базировалась на догматах органической концепции происхождения метана [10], причем в его водах растворено 96×10^{12} г. этого газа [14]. Длительная высокая концентрация метана в водах Черного моря может поддерживаться только мощной дегазацией Земли недр [9–12]. Глубинные углеводороды от момента синтеза до формирования месторождения в осадочном чехле проходят все стадии сложной миграции и многоэтапной локализации [2, 7, 10]. Однако, при этом не рассматриваются возможности зон термобарического разуплотнения горных пород отдельных горизонтов земной коры, которые регистрируются методом ГСЗ как зоны низких скоростей, способных аккумулировать и транспортировать глубинные углеводороды, например, в кристаллической коре [4–6, 11, 12].

Цель настоящих исследований – объяснить механизм образования и роль зон разуплотнения горных пород кристаллической коры в накоплении УВ. Наиболее эффективным в этом контексте является метод термобарического петрофизического моделирования (ПТБМ), в котором учитывается информация о сейсмических разрезах ГСЗ, тектонике, геотермии, петрофизике. В качестве примера применения такого исследований выбран с-з шельф Черного моря. На рис. 1 схематично представлены геолого-геофизические структуры этой акватории, где расположены профилей ГСЗ –26 и –25 [1].

На профиле 25, СВ-ЮЗ направления, пересекающим Каркинитский прогиб выявлены волноводы, состоящие из двух отдельных инверсионных тел. Верхний слой располагается на глубине 6×10 км, а нижний на 14–16 км со скоростями 5,8×6,0 км/с. Профиль ГСЗ-26 пересекает Каркинитский прогиб (рис. 1, А). На нем выделены ЗНС в районе пересечения с профилем ГСЗ-25, где их мощность составляет около 13 км на глубинах 4×18 км, а скорость 5,8×5,9 км/с. Зоны ограничивают породы со скоростями на верхней кромке 6,0×6,1 и 6,3 км/с на подошве. Зона инверсии (ПК 135–200) разделена клинообразным слоем (на востоке толщиной 4 км) со скоростью 6,2–6,3 км/с [1]. ЗНС в земной коре, в первую очередь, связаны с геотермической обстановкой на различных глубинах изучаемого района [4–6, 13]. Вдоль профиля ГСЗ-25 распределение температур с глубиной следующее [8]. На глубине 5 км температура на склоне древней платформы составляет 100–120 °С, 170–180 °С в Каркинитском прогибе, 140–160 °С на Скифской плите и в переходной зоне 150–160 °С к Западно-Черноморской впадине.

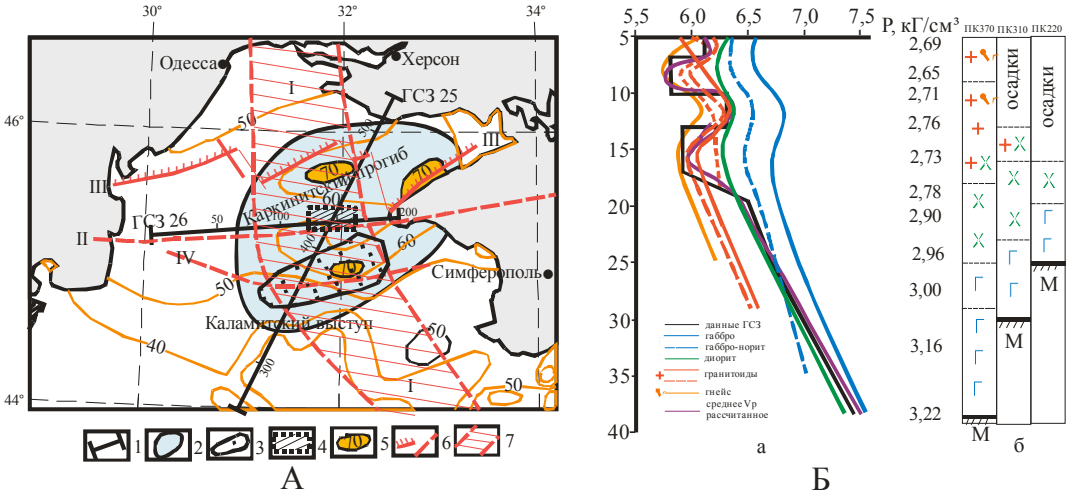


Рис. 1. А – Геофизическая обстановка района исследований в северо-западной части Черного моря [1, 3, 11, 12]
1 – профили ГСЗ; 2 – проекции ЗНС, области активной дегазации (3) и глубинного диапира (4) на дневную поверхность; 5 – максимумы тепловых потоков в мВт/м^2; 6 – разломы мантийного заложения, 7 – активная зона Одесско-Синопского разлома [12]. Б – Сопоставление экспериментальных значений $V_P=f(PT)=f(H)$ для различных пород с данными ГСЗ (а) и модели распределения их с глубиной по пикетам профиля ГСЗ-25 (б).

На глубине 20 км температуры достигают 270–300, 440–460, 420–450 и 490–520 °С соответственно. Эти данные были использованы при ПТБМ. Поскольку район исследований расположен на Скифской плите, которая непосредственно примыкает к юго-западному склону УЩ и с ним, очевидно, генетически связана, для ПТБМ была использована коллекция пород из обнажений южного склона щита (гранито-гнейсы, диориты, габброиды). До 8–10 км распределение давлений и температур с глубиной для склона УЩ и шельфа Черного моря достаточно близки. При ПТБМ на глубинах ниже 8–10 км, внесены поправки в изменения скоростей пород, так как на шельфе Черного моря температура с глубиной выше [4, 6, 8, 11]. Верхняя ЗНС (рис. 1, Б) сформирована в результате повышения температурного режима от среднего (характерного для УЩ) врезультате радиогенной генерации тепла слагающих пород (осадочные образования майкопа и гранито-гнейсы, коэффициент радиогенной теплогенерации которых достигает 2–2,5 мкВт/м^3) и некоторой части мантийного тепла [8, 11]. Эта ЗНС, в основном, расположена в гранито-гнейсах. Ниже наблюдается преобладание действия давления над влиянием температуры, и скорости возрастают на 0,3 км/с в маломощной прослойке. Нарушение температурного режима обусловлено снижением радиогенной генерации (появление пород основного состава) и снижением мантийного тепла за счет экранирующего действия нижней ЗНС-II с малыми λ [4, 8, 11, 13]. Постоянный приток тепла из мантии нагревает породы на глубинах 13–18 км, где образуется новая зона (ЗНС-II). Определённое участие в повышении *T* в этой зоне имеет тот факт, что над ЗНС-II лежат породы низкой теплопроводности зоны ЗНС-I (область пониженной теплопроводности), которые снижают отток мантийного тепла из ЗНС-II. Эта область перехода от кислых пород к породам среднего состава. Ниже 20 км с высокой вероятностью расположены габброиды, которые с удалением от склона УЩ замещают диориты и габбро-нориты. Аналогичная петрофизическая термобарическая модель была построена вдоль профиля ГСЗ-26. Принимая во внимание материалы петрофизического изучения пород, совместно с данными глубинного сейсмического зондирования, геотектоники, геотермии, мы выделили площадь на изучаемом участке северо-запада Чорного моря, где могут быть расположены коровые зоны термобарического разуплотнения минерального вещества на глубинах 4–18 км (рис. 1, поз. 2). Она, в основном, приурочены гранито-гнейсам, гранитам и их контактам с диоритами. Глубина залегания ЗНС, температура выше 230 °С и давление около 2–3 кбар дают право уверенно отнести ЗНС к термобарическим областям разуплотнения минерального веществ [4–6, 11, 13]. Здесь при термодинамических условиях, соответствующих глубинам от 3–5 до 12–20 км, наблюдаются вещественно-структурные изменения пород, когда происходит их катакластическое преобразование с повышением трещиноватости и пористости пород. При этом в межзерновом пространстве активизируется миграция свободной воды и газа по микротрещинам породы, разрушая её и образуя вторичные поры и каверны, что благоприятствует движению глубинных флюидов через породы в ЗНС. Все это способствует активному транзиту флюидов, абсорбции и формированию скоплении абиогенных углеводородов. Обобщая выше изложенных материалов и данных ПТБМ, построена сейсмо-гравитационная, петрофизическая модель глубинного строения Каркинитского прогиба, в которой учтены элементы современной тектоники [1, 3–6, 8–13] (рис. 2).

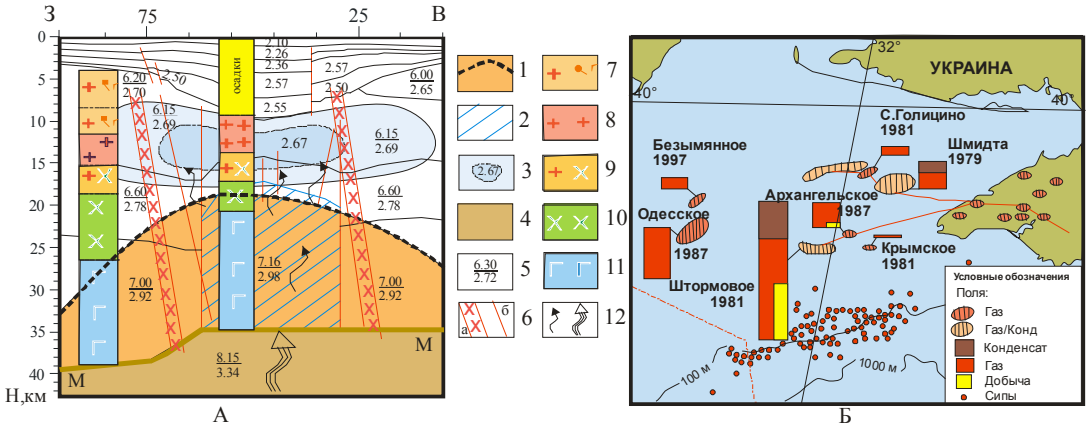


Рис. 2. А – Петрофизическая модель Каркинитский прогиба вдоль профиля ГСЗ 26. Использованы материалы [1, 3–6, 8–13]

1 – диапир; 2 – ядро диапира;3 – зона термобарического разуплотнения; 4 – граница М; 5 – скорости/плотности участка коры; 6 – структурные элементы Одесской зоны разлома; 7 – гранито-гнейсы,, 8 – граниты, 9 – гранодиориты; 10 – диориты; 11 – габброиды; 12 – направление движения флюидов и газов. Б – Схема расположения газовыделений и месторождений углеводородов северо-западном шельфе Чёрного моря [15]. Цифры возле колонок – год открытия.

Гравитационное моделирование показывает, что в основании Каркинитского прогиба залегает диапир вулканического происхождения размером 32×40 км (рис. 1, поз. 4 и рис. 2, поз. 1). По-видимому, он сформирован многократными рифтогенными событиями в регионе и сложен с внешней стороны породами повышенной трещиноватости. Пониженная плотность мантийного внедрения связана также с наличием на этом участке серии пересекающихся разломов, наложенных, в том числе, на зону Одесского мантийного разлома (рис. 1, 2). Породы повышенной трещиноватости вместе с разломами образуют каналы миграции мантийных флюидов к термобарическим зонам разуплотнения в коре, которые являются резервуарами глубинных углеводородов [2, 9–13]. Именно такая ситуация обнаружена на изученной акватории с-з части Чёрного моря (рис. 1, 2). Здесь есть труба дегазации (трещиноватые породы диапира в окружении разломов) и обширная область термобарически разуплотненных пород на глубине 5–15 км, перекрытая сверху значительной толщей осадочных пород с пониженной проницаемостью, сохраняющих высокую температуру. Эти зоны являются верхнекоровыми резервуарами глубинных флюидов и природными ловушками мантийной дегазации углеводородов. Представленный выше материал о природе термобарических зон разуплотнения пород земной коры существенно дополняет теорию труб дегазации и образования локализаций УВ. Область разуплотнения пород Скифской платформы находится непосредственно под воздействием современных зон сейсмотектонической активности, которые постоянно создают интенсивные напряжения, сотрясания, которые способствуют более активному движению глубинных флюидов в полях переменных давлений и температур, тем самым увеличивая порово-абсорбционное пространство зоны разуплотнения. ЗНС с-з части Черного моря являясь термобарической природы, пересекаемая Одесско-Синопского зоной разломов мантийного заложения, является область гигантского скопления углеводородов абиогенного происхождения. Подтверждением этому может служить тот факт, что здесь уже открыто около десятка месторождений УВ (рис. 2, Б). Зоны разуплотнения минеральной среды, регистрируемые в виде ЗНС в кристаллической коре могут, служить и служат глубинными диагностическими признаками при поиске месторождений полезных ископаемых. Здесь авторы впервые предлагают и рассматривают начальный этап – спусковой механизм – образования локальных областей, способных активно участвовать в преобразовании геосреды и формировании зон разуплотнения пород литосферы и скоплений полезных ископаемых. Наличие зон низких скоростей в земной коре, это результат структурных преобразований пород в условиях противоборства давления и температуры, характерных для определенных глубин литосферы. Разрушения минеральной среды, вызванное действием температуры (велико объемное расширение) не способно компенсироваться давлением (мала величина сжимаемости).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Баранова Е. П., Егорова Т. П., Омельченко В. Д.* Обноружение волновода в фундаменте северо-западного шельфа Чорного моря по результатам переинтерпретации материалов ГСЗ профилей 26 и 25. Геофизический журнал. – 2011. – Т. 33. – № 6. – С. 15–29.
2. *Каракин А. В., Курьянов Ю. А., Павленкова Н. И.* Разломы, трещиноватые зоны и волноводы в верхних слоях земной оболочки. – М.: Государственный научный центр Российской Федерации, ВНИИгеосистем, 2003. – 222 с.

3. *Козленко М. В., Козленко Ю. В.* Структура и эволюция верхней части земной коры северо-зарадной частишельфа Чорного моря. Геофизический журнал. – 2014. – 36. – № 4. – С. 65–74.

4. *Корчин В. А.* Термодинамика коровых зон низких сейсмических скоростей (новая научная гипотеза). LAP Lambert Academic Publishing, 2013. – 280 с.

5. *Корчин В. А.* Коровые зоны низких скоростей – перспективные горизонты локализаций глубинных углеводородов. Глубинная нефть. – 2013. – 1. – № 8. – С. 1099–1116.

6. *Корчин В. А., Буртный П. А., Коболев В. П.* Термобарическое петрофизическое моделирование в геофизике. Киев: Наукова думка, 2013. – 312 с.

7. *Краюшкин В. А.* Абиогенно-мантийный генезис нефти. – К.: Наукова думка, 1984. – 176 с.

8. *Кутас Р. И.* Геотермические разрезы земной коры и верхней мантии Черного моря и его северного обрамления. Геофизический журнал. – 2011. – 33. – № 6. – С. 50–67.

9. *Лукин А. Е.* Углеводородный потенциал больших глубин и перспективы его освоения в Украине. Геофизический журнал. – 2014. – 36. – № 4. – С. 3–12.

10. *Русаков О. М., Кутас Р. И.* Фата моргана биогенной доктрины углеводородов в Черном море. Геофиз. журн. – 2014. – Т. 36. – № 2. – С. 3–17.

11. *Русаков О. М., Корчин В. А.* Происхождение и локализация абиогенного метана в кристаллической коре северо-западной части Черного моря. Материалы Всероссийской конференции по глубинному генезису нефти “4-е Кудрявцевские чтения”. – М.: ЦГЭ, 2015, CD.

12. *Старостенко В. И., Лукин А. Е, Русаков О. М., Пашкевич И. К., Лебедь Т. В.* Углеводородный сквозьформационный флюидоподводящий канал на северо-западном шельфе Черного моря по данным трехмерного магнитного моделирования. Геология и полезные ископаемое Мирового океана. – 2015. – № 2. – С. 147–158.

13. *Korchin V.* Anomalies of low density in the crystalline crust of thermobaric origin: a new insight into migration and localization of hydrocarbons. Monograph 72: Oil and Gas Exploration: Methods and Application. American Geophysical Union, Wiley, 2017. – P. 237–257.

14. *Reeburgh W. S., Ward B. B., Whalen S. C.* et al. Black Sea methane geochemistry. *Deep Sea Res*. – 1991. – 38. – P. S1189–S1210.

15. Oxana Khriachtchevskaia, Sergiy Stovba, and Igor Popadyuk. “Hydrocarbon prospects in the Western Black Sea of Ukraine”. The Leading Edge, 2009. – 28(9). – P. 1024–1029.

УДК 550.8.012:528/084.3 (477)

ГЕОЛОГІЧНЕ ДОВИВЧЕННЯ РАНІШЕ ЗАКАРТОВАНИХ ПЛОЩ І СТВОРЕННЯ ДЕРЖГЕОЛКАРТИ МАСШТАБУ 1:200 000 – ВАЖЛИВИЙ ЕТАП ГЕОЛОГІЧНОГО ВИВЧЕННЯ НАДР ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

***М. М. Костенко*[1]**
1 – д-р геол. наук, завідувач відділу геології рудних та нерудних корисних копалин, Український державний геологорозвідувальний інститут, м. Київ, Україна, nrsggs@ukr.net
Висвітлено сучасний стан і проблеми стержневого напряму робіт з регіонального геологічного вивчення території України – геологічного довивчення раніше закартованих площ і створення Держгеолкарти масштабу 1:200 000. Акцентовано увагу на фундаментальних основах науково-методичного забезпечення робіт, що постійно розвиваються й оновлюються та охоплюють стратиграфічну, тектонічну, геофізичну, петролого-петрографічну, лабораторно-аналітичну та геоінформаційну бази. Показано, що через жалюгідне фінансування робіт з державного бюджету сучасний стан регіональних геологічних досліджень в Україні є катастрофічним.

GEOLOGICAL ADDITIONAL RESEARCH OF PREVIOUSLY INVESTIGATED AREAS AND CREATION OF THE STATE GEOLOGICAL MAP (1:200 000) – IMPORTANT STAGE OF GEOLOGICAL RESEARCH OF UKRAINE TERRITORY

***M. M. Kostenko*[1]**
1 – Dr. Geol. Science, Senior Researcher, Ukrainian State Geological Research Institute, nrsggs@ukr.net, ORCID-0000-0002-0781-7318
The current state and problems of the main work directions in regional geological research of the Ukraine territory - the geological additional research of previously studied areas and creation of the State Geological Map of 1:200 000 scale. The emphasis is placed on the fundamental foundations of scientific and methodological support of continuously developing and updating works including stratigraphic, tectonic, geophysical, petrological, petrographic, laboratory-analytical and geoinformation bases. It is shown that due to the miserable financing of works from the State budget, the current state of regional geological researches in Ukraine is critical.

Геологічне картування і картографування різних частин території України є фундаментальним напрямом геології, що забезпечує створення комплексної наукової основи як геологорозвідувального виробництва й геологічної науки, так і різних напрямів раціонального природокористування держави загалом.

В основу розвитку геологознвмальних робіт 30–80-х років XX століття було закладено ідеологію індустріального розвитку народного господарства СРСР [1], основними особливостями яких були: вузька спеціалізація у вигляді пріоритетного значення пошуків корисних копалин, коли не враховували інші напрями використання геологічної інформації (екологія, промислове й цивільне будівництво тощо), і верховенство витратного механізму в геологорозвідувальному виробництві, тобто погоня за формальними фізичними показниками (виконання плану в грошовому вираженні, отримання прибутку, натуральні показники – наприклад, кількість погонних метрів пробурених свердловин чи пройдених гірничих виробок), що призводило до бюрократизації геологознімальних робіт і втрати інтересу до отримання нової інформації, використанню нових методів тощо. Як один з негативних наслідків такого підходу є накопичення великого обсягу неповністю опрацьованої геологічної інформації через брак часу в геологів для її оброблення. Водночас більшість раніше створених геологічних карт застаріли, значною мірою втратили інформативність і не відповідали сучасним потребам суспільства (строк старіння карт становить 15–20 років [1]). Усе це створювало необхідність розробки нової концепції геологознімальних робіт і регіонального геологічного вивчення надр.

Нова концепція регіональних досліджень у вигляді геологічного довивчення раніше закартованих площ масштабу 1:200 000 (ГДП-200) була розроблена співробітниками ВСЕГЕІ в кінці 80-х років. В основу її покладено ідею створення багатофункціональної базової (1:200 000) геологічної основи для господарювання країни шляхом перенесення акценту з процесів виконання фізичних обсягів на процес глибокої обробки та інтерпретації вже накопичених раніше геологічних, геофізичних та інших матеріалів з мінімально необхідними додатковими дослідженнями. Ця концепція передбачає створення багатоцільової геологічної основи держави шляхом підготовки Державної геологічної карти м-бу 1:200 000 (Держгеолкарти-200).

В Україні планомірні роботи з ГДП-200 і створення Держгеолкарти-200 розвернулися вже в незалежній державі, з середини 90-х років минулого століття.

Роботи зі створення Держгеолкарти нового покоління проводять по семи регіональних серіях, що характеризуються єдністю геологічної будови та геологічної історії районів, що входять до них: I – Карпатській; II – Волино-Подільській; III – Центральноукраїнській; IV – Дніпровсько-Донецькій; V –

Донбаській; VI – Причорноморській; VII – Кримській. Комплект карт, що видаються, у них різний. В одно- і двоярусних районах обов'язковим є складання карт четвертинних відкладів та дочетвертинних утворень, а у триярусних до них додається ще й карта складчастого комплексу. Крім того, з 2005 року прийнято рішення про комплектування ГДП-200 з гідрогеологічним довивченням і відповідно про поповнення комплекту карт різних районів гідрогеологічною картою (зведеною), а в окремих випадках і картою основних водоносних горизонтів, що підкреслює про багатоцільове використання комплекту карт.

Роботи з проведення ГДП-200 і створення Держгеолкарти-200 виконуються планомірно по всій території України. Станом на 2017 р. ситуація в цьому плані така: видано 57 аркушів (46 % від усієї кількості), на стадії видання знаходиться 10 аркушів (8 %), на стадії підготовки до видання – 11 аркушів (8,5 %), проводиться ГДП-200 на 25 аркушах (20 %), а на 5 аркушах (4 %) проводиться підготовка геофізичної основи під ГДП-200. Таким чином, усього різними стадіями робіт зі створення Держгеолкарти-200 зараз охоплено 86,5 % території України.

Карти геологічного змісту загалом являють собою один з найскладніших і найбільш фундаментальних видів науково-технічної продукції [4]. Аналіз виданих Держгеолкарт нового покоління засвідчує, що порівняно з першим поколінням таких карт (1958–1974 рр.), вони відрізняються набагато більшою інформативністю і є базовою геологічною основою для планування та проведення майже всіх видів геологорозвідувальних, інженерно-геологічних, еколого-геологічних, гідрогеологічних і гірничо-геологічних робіт. Однією з позитивних рис цих карт є їхня наукова обґрунтованість. Карти відображають досягнутий на сьогодні рівень наукових знань, підсумовують накопичений за десятиріччя величезний фактичний матеріал, проаналізований, узагальнений і систематизований з використанням сучасних методів, технологій і сучасних засобів.

Підвищені вимоги до Держгеолкарти-200, як до геологічної основи багатоцільового призначення, викликають необхідність забезпечення робіт саме надійною фундаментальною науково-методичною основою, найважливішими складовими якої є стратиграфічна, тектонічна, геофізична, петролого-петрографічна та інші бази.

1. *Стратиграфічна база,* яка є однією з найважливіших основ регіональних геологічних досліджень і запорукою створення високоінформативних геологічних карт, включає в себе Стратиграфічний кодекс України і стратиграфічні схеми. Стратиграфічний кодекс – "зведення основних правил, які визначають зміст і застосування термінів та найменувань, що використовуються в практиці стратиграфічних досліджень, а також процедуру встановлення стратиграфічних підрозділів, їх класифікацію" [8].

Перше видання стратиграфічного кодексу було здійснено в 1997 р. Поява його тоді була своєчасною, оскільки забезпечила одноманітність підходів до стратифікації відкладів різних районів і можливість використання уніфікованої стратиграфічної номенклатури і термінології. У другому виданні кодексу [8] в основному були ліквідовані ті протиріччя і недоліки, які відзначались дослідниками в першому виданні. Наприклад, у ньому вже пропонується в якості основної таксономічної одиниці регіональних шкал вживати як рівноцінні два терміни "регіоярус/горизонт", що зумовлено необхідністю поєднання традицій широкого використання їх в геологічній практиці.

Для забезпечення робіт зі створення Держгеолкарти-200 сучасною стратиграфічною основою в 1993 р. вперше на теренах України було підготовлено, затверджено УРМСК (нині Національний стратиграфічний комітет) і видано комплект стратиграфічних схем по всьому геологічному розрізу від архею до антропогену для всіх районів України. Значення цих схем для практичних геологів було дуже великим, оскільки використання їх позитивно вплинуло на загальний рівень геологозйомочних і картоскладальних робіт і забезпечило можливість одержання однакових підходів до виділення стратиграфічних підрозділів і їх кореляції, послужило основою для розробки серійних і поаркушевих легенд.

Незважаючи на виявлені явні недоліки цих стратиграфічних схем, конструктивні роботи щодо їх поліпшення довгий час не проводились. Вносились лише деякі часткові зміни і доповнення на підставі отриманих нових даних. Істотна модернізація існуючих стратиграфічних схем проведена в останній час у Геологічному інституті НАН України, правда поки що для нижньої частини фанерозойського розрізу [9], яка офіційно вже введена НСК України в дію. Також розроблялась стратифікація і для верхньої кайнозойської частини розрізу, але через внутрішні протиріччя колективу виконавців ще не досягнуто консенсусу і вона ще не опублікована і не уведена в дію.

Особливої уваги заслуговують стратиграфічні схеми архейських і ранньо-середньопротерозойських утворень. Недосконалість цих схем залежить від невирішеності низки наукових питань, їх недостатньої вивченості. По мірі вивченості кристалічного фундаменту і накопичення інформації стратиграфічні схеми уточнюються на ранньодокембрійській секції НСК України. Нині чинною є "Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щит" 2003 р.

Варто зазначити, що ще 19 листопада 2015 р. відбулось засідання ранньодокембрійської секції, на якому були внесені деякі зміни до цієї схеми, які в основному стосувалися стратифікації метаморфічних утворень Волинського мегаблока Українського щита та Криворізько-Кременчуцької структурно-формаційної зони Інгулецько-Криворізької шовної зони. Проте ці зміни в схемі з невідомих причин до цих пір ще не затверджені на бюро НСК. Між тим уже зараз назріла ще низка змін у хроностратиграфічній схемі, про що йдеться, наприклад, в авторській статті [5].

Загалом недоліки по стратиграфії, які фіксуються під час проведення ГДП-200 і підготовки до видання Держгеолкарти-200 перш за все пов'язані з розчленуванням розрізів стратифікованих утворень. Досить поширена практика, коли виконавці робіт навіть у добре вивчених районах, йдучи по лінії найменшого опору, виділяють численні допоміжні літостратиграфічні підрозділи (товщі), оскільки надання їм статусу валідних підрозділів (світ) є досить складною справою, пов'язаною з обґрунтуванням необхідності їх виділення і затвердження в НСК.

2. ***Тектонічна основа*** забезпечує більш повне розуміння геологічної будови (загальної структури) району, яка синтезує результати його комплексного геологічного вивчення на основі сучасних наукових знань і гіпотез про будову і розвиток земної кори. Проте вивчення тектоніки є досить слабким місцем у багатьох звітних матеріалах з ГДП-200 і Держгеолкартах-200. Причин тут декілька: 1) складна тектонічна будова території України; 2) існування декількох тектонічних концепцій і відсутність єдиної методики картування та інтерпретації тектонічних структур і процесів; 3) відсутність уніфікованого нормативного документу – тектонічного кодексу, який би регламентував основні принципи тектонічних побудов. Як наслідок цього, тектонічні побудови виконуються виконавцями робіт у залежності від їхніх уявлень про будову району і кваліфікаційного рівня, а тектонічні схеми по сусідніх територіях часто не узгоджуються між собою.

У зв'язку з цим важливого значення набувають регіональні тектонічні узагальнення, які відповідають сучасному стану фактичного матеріалу і знанням у цій області. Таким узагальненням має стати сучасна тектонічна карта, яка б була науково-теоретичним забезпеченням і слугувала концептуальною основою Держгеолкарти-200, що об'єднувала би погляди авторів тектонічних схем окремих аркушів, використовуючи єдині підходи до інтерпретації матеріалів, єдині принципи тектонічного районування і єдину термінологію.

На сучасному етапі в результаті геологозйомочних робіт накопичений величезний новий фактичний матеріал по тектоніці – щодо тектонічної розшарованості земної кори УЩ і наявності підкидо-насувних структур у докембрійському фундаменті й осадовому чохлі (особливо в буферних зонах між УЩ і фанерозойськими складчастими районами), по фанерозойській тектоніці, по співвідношенню структур фундаменту і чохла, тектонічних структур з формами нетектонічного походження та ін., що є важливим як у загальногеологічному аспекті – для пізнання історії тектогенезу і закономірностей тектонічного розвитку регіонів, так і в прикладному – для встановлення зв'язку між епохами тектонічної активізації і металогенічними, ролі структурних і тектонічних факторів у рудогенезі і локалізації корисних копалин тощо.

3. ***Петролого-петрографічна основа*** є не менш важливою фундаментальною базою проведення регіональних геологічних досліджень і створення Держгеолкарти-200, чим стратиграфічна. Однією з її складових є Петрографічний кодекс України (1999 р.), який впорядковує термінологію і номенклатуру порід та забезпечує єдині вимоги до застосування класифікації порід і єдині правила виділення петрографічних підрозділів.

Для проведення робіт зі створення Держгеолкарти-200 важливе значення також має схема вікового розчленування і кореляції нестратифікованих ультраметаморфічних і інтрузивних утворень, яка зазвичай узгоджена зі стратиграфічною схемою, і в міру накопичення нового матеріалу повинна оновлюватись. Оскільки чинна схема (разом зі стратиграфічною) діє з 2003 р., то недоліки і протиріччя закладені в ній уже зараз потребують модернізації цієї схеми. Так, на сьогоднішній день особливо гострою є проблема вивчення і картування різновікових докембрійських ультраметагенних і інтрузивних комплексів близького чи однакового речовинного складу.

Досить поширеною є практика виділення авторами замість існуючих валідних комплексів, недостатньо обґрунтованих породних асоціацій інтрузивних і ультраметаморфічних утворень. Однак, як зазначає "Петрографічний кодекс України", породна асоціація – це є той же комплекс, самостійність якого доведена, але він офіційно ще не затверджений, чи невизначена його формаційна належність. З огляду на це, важливою передумовою для виділення асоціації є встановлення її вікового положення. Проте остання теза дослідниками часто не обґрунтовується ні геологічними, ні радіологічними даними, а лише передбачається.

4. ***Геофізична основа.*** Підвищення вимог до матеріалів ГДП-200 і Держгеолкарти-200 сприяло значному посиленні ролі геофізичних методів досліджень. При цьому методи і модифікації випереджаючих геофізичних робіт вибираються в залежності від ступеня вивченості району, завдань, що вирішуються, умов геологічної будови і спеціалізації району на корисні копалини. Зазвичай цей комплекс включає гравірозвідку, магніторозвідку, петрофізичні дослідження, каротаж свердловин, а при необхідності й електророзвідку і сейсморозвідку.

У складі звітних матеріалів з ГДП-200 наявність карти комплексної інтерпретації (ККІ) геофізичних матеріалів основних геологічних зрізів, яка є основним підсумковим документом для геологічного тлумачення наявних геофізичних даних, є обов'язковим. Для УЩ і його схилів такою є ККІ кристалічного фундаменту. На цій карті також відображуються геофізична інформація пошукового спрямування, а саме: геофізичні аномалії ймовірно рудної природи, рудоконтролюючі та рудолокалізуючі геофізичні фактори, ділянки вторинних змін гірських порід тощо. Складання ККІ кристалічного фундаменту супроводжується глибинним геолого-геофізичним моделюванням на підставі комплексного аналізу даних гравірозвідки, сейсморозвідка, теплового поля.

Як показав досвід широкого впровадження геофізичних методів досліджень для вивчення похованих горизонтів, вони мають принципове значення для розшифровки геологічної будови району досліджень. Проте в

якості недоліків варто відмітити ще недостатнє використання цих методів при вивченні і картуванні осадових утворень. У зв'язку з цим вкрай необхідним є комплексування геофізичних методів і розробка нових ефективних методів інтерпретації геофізичних матеріалів.

5. ***Лабораторно-аналітична база.*** Лабораторно-аналітичні дослідження проводяться з метою одержання достовірної інформації про речовинний склад, умови формування та вік геологічних утворень, а також якість корисних копалин, локалізованих серед них. Результати лабораторно-аналітичних досліджень повинні забезпечити обґрунтованість розчленування геологічного розрізу, виділення і кореляцію стратиграфічних підрозділів, розробку факторів, які контролюють розміщення корисних копалин, обґрунтованість оцінки перспектив території.

Для отримання важливих характеристик утворень, що картуються, у практиці геологічних досліджень найчастіше використовують масові інформативні і легкодоступні методи досліджень (різні види хімічного аналізу, спектральний і мінералогічний аналізи, петрографічні дослідження), тобто ті, які можна, зазвичай, виконати безпосередньо в лабораторіях геологічних підприємств. Водночас в останні роки помітно знизилось використання в процесі ГДП сучасних точних і спеціальних методів досліджень порід і мінералів, тобто тих, які можна виконати лише в лабораторіях різних спеціалізованих інститутів тощо. Завадою ж цьому стала неможливість заключення договорів з інститутами через фінансові проблеми.

Тому, під час вивчення дочетвертинних і четвертинних відкладів зараз недостатньо використовують літологічні, гранулометричні, термічні, рентгено-структурні, і палеонтологічні (мікро- і макрофауна, мікрофітофосилії) види аналізів. При вивченні порід кристалічного фундаменту недостатньо або не використовуються зовсім такі види аналізів, як ізотопно-геохімічні, рентгенівські, термобарогеохімічні дослідження, радіогеохронологічне датування гірських порід тощо.

6. ***Геоінформаційне забезпечення.*** Розвиток регіональних геологічних досліджень пов'язаний з проблемою необхідності поглибленої обробки і комплексної інтерпретації наявних матеріалів. Через великий обсяг різноманітної інформації вирішення цієї проблеми традиційними способами нереально. В значній мірі на сучасному етапі розвитку цьому сприяє впровадження в практику проведення робіт геоінформаційних систем (ГІС). При цьому розрізняють три незалежних напрямки їх використання [5, 7]: 1) комп'ютерне супроводження робіт з метою збору, накопичення й обробки різноманітної інформації; 2) комп'ютерна підготовка звітних матеріалів і матеріалів Держгеолкарти-200; 3) використання комп'ютерних можливостей для вирішення якихось конкретних геологічних задач.

Слід зазначити, що самі принципи картографування при переході до складання карт за цифровими технологіями, не зазнали принципових змін. На сьогодні, як і раніше, кінцевим продуктом Держгеокарти-200 є по суті цифрова модель 2D, яка відображує проекцію виходу на денну поверхню геологічних утворень, закартованих у процесі геологічної зйомки [10]. Для вирішення багатьох практичних задач надрокористування, що потребують виконання автоматичної обробки й просторового аналізу даних, такі карти малопридатні. Вирішення ж цих задач прискорить перехід до об'ємного картографування. Вже зараз актуальним є питання обов'язкового і повсюдного переходу до створення умовно 2,5D моделей геологічних карт [10], які мають багатошарову структуру у вертикальному розрізі, і є запорукою переходу до повноцінного 3D геологічного картографування. Прикладом таких багатошарових 2,5D цифрових моделей карт є вже видані в УКРДГРІ аркуші Держгеокарти-200 М-35-XXVIII (Бар), М-35-XXXIV (Могилів-Подільський), М-35-XXXI (Первомайськ). Однак, побудова цифрових моделей 2,5D карт ще не набула масового характеру в Україні. Однією з причин такого стану є відсутність відповідних нормативних документів і методичних посібників.

Наступним кроком геологічного картографування є об'ємне цифрове геологічне картування (3D), яке дозволить кожний геологічний об'єкт подати не лише за площею поширення, але й за глибиною залягання, потужністю, об'ємною конфігурацією тощо.

У майбутньому необхідно буде переходити до чотиривимірного картування, додаючи четверту змінну – час [10]. Це дозволить отримувати візуальну картину перетворення конкретної геологічної структури в процесі її еволюції.

Прикладами комп'ютерного перетворення картографічних даних з наступною геологічною інтерпретацією (тобто вирішення конкретних геологічних задач) є роботи по морфоструктурному і морфоскульптурному аналізу, які виконуються з використанням цифрової моделі сучасного рельєфу. Зокрема, ці аналізи виконуються з використанням комп'ютиризованих версій відомих геоморфологічних методів – поздовжнього та поперечного профілів долин водотоків, дзеркала вододільного рельєфу, градієнтів нахилу рельєфу тощо. Аналіз поперечних профілів водотоків супроводжується використанням моделі терасового рельєфу [2].

7. ***Сучасний стан робіт з проведення ГДП-200 і створення Держгеолкарти-200.*** Фінансування регіональних геологічних досліджень відбувається за рахунок державного бюджету. Проте постійне зменшення протягом останніх років коштів держбюджету на виконання цих робіт призвело до низки негативних наслідків, що дозволяє нині говорити про катастрофічну ситуацію з проведенням ГДП-200 і створенням Держгеолкарти-200 в Україні, про що справедливо зазначено в роботі [4] і в констатуючій і постановчій частині "Круглого стола" [6]. Наслідком недофінансування є: значне розтягування в часі робіт від початку ГДП-200 до видання комплектів Держгеолкарти-200; втрата темпів робіт зі створення Держгеолкарти-200, через невідкриття нових об'єктів з РГД; скорочення графіка роботи геологічних підприємств галузі (1–3 дні в тиждень); відтік

кваліфікованих кадрів (і загалом їхнього старіння) на підприємствах; не розвивається співпраця з академічною й вузівською наукою, що погіршує якість проведених геологічних досліджень і побудованих Держгеолкарт-200; значне скорочення нових перспективних площ для проведення наступних стадій геологорозвідувальних робіт для приросту ресурсів і запасів корисних копалин.

ЛІТЕРАТУРА

1.*Бурдэ А. И., Путинцев В. К., Стрельников С. И.* Геологосьемочные работы – 90-е годы и перспектива//Советская геология. – 1992. – № 2. – С. 67–73.

2.*Веклич Ю. М.* Досвід створення геологічної карти четвертинних відкладів на засадах комп'ютерних технологій//Регіональні геологічні дослідження в Україні і питання створення Держгеолкарти-200. Тези доповідей І Науково-виробничої наради геологів-зйомщиків (17–22 вересня, м. Гурзуф). – К., 2001. – С. 23–24.

3.*Великанов В. А., Гейченко М. В.* Первоочередные задачи научно-методического обеспечения работ по составлению Госгеолкарты-200//Мінеральні ресурси України. – 2001. – № 4. – С. 24–28.

4.*Гейченко М. В.* Сучасний стан та проблеми регіональних геологічних досліджень в Україні//Мінеральні ресурси України. – 2012. – № 2. – С. 3–7.

5.*Костенко М. М.* Пропозиції щодо вдосконалення кореляційної хроностратиграфічної схеми раннього докембрію Українського щита//Мінеральні ресурси України. – 2016. – № 1. – С. 8–15.

6.Круглий стіл. Регіональні геологічні дослідження – обов'язкова умова функціонування цивілізованих держав//Мінеральні ресурси України. – 2012. – № 2. – С. 7–8.

7.*Мормуль Д. Д., Гейченко М. В.* Державна геологічна карта України. Стан робіт та проблеми//Мінеральні ресурси України. – 2009. – № 2. – С. 4–7.

8.Стратиграфічний кодекс України/Відп. ред. П. Ф. Гожик. 2-е вид. – К., 2012. – 66 с.

9.Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України у двох томах. Т. 1: Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України/Голов. ред. П. Ф. Гожик. – К.: ІГН НАН України, Логос, 2013. – 638 с.

10. *Шевченко О. М., Гейченко М. В.* Впровадження геоінформаційних технологій у традиційну геологічну картографію//Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2012. – № 2. – С. 31–35.

УДК 550.31

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ АКУСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕСЧАНИКОВ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ

***С. И. Кочетков*[1]**
1 – заведущий ГНМЦСМ, УкрГГРИ, г. Киев, Украина, kochetkov_sergey@ukr.net
Соотношения скоростей распространения продольных ультразвуковых волн в сухих и насыщенных водою образцах песчаника могут быть представлены в виде линейных корреляционных зависимостей. Уравнения регрессии по выборкам образцов из водо-, газо- и нефтенасыщенных горизонтов и рассчитанные по ним корреляционные соотношения позволяют оперативно оценить характер насыщения пластов.

RESULTS OF THE STUDY OF THE ACOUSTIC PROPERTSES OF SANDSTONES OF THE DNIEPER-DONETS BASIN

***S. Kochetkov* [1]**
1 – manager MSMCMS, UkrSGRI, Kyiv, Ukraine, kochetkov_sergey@ukr.net
The ratio of the propagation velocities of longitudinal ultrasonic waves in dry and water-saturated samples of sandstone can be represented as linear correlation dependences. The regression equations for selection of samples from water-, gas-, oil-saturated horizons and the correlation ratios calculated from them allow us to quickly estimate the nature of formation saturation.

При проведении петрофизических исследований изучение скорости распространения ультразвуковых продольных волн (Vp) в керновых пробах ограничивается, как правило, измерениями на насыщенных водными растворами образцах. Определения Vp на тех же образцах, но в сухом состоянии, связано с известными трудностями и требуют достаточно серьезного прижимного усилия для обеспечения хорошего контакта датчиков с основаниями проб цилиндрической формы. Для хрупких образцов это может быть критично. Другое дело – низкопористые песчаники, которые привлекают все большее внимание исследователей, как потенциальные объекты добычи нефти и газа. Мы не исследовали последствий и обратимости воздействия сжимающего давления, которое достигало 10–15 кгс/см^2, и после измерений насыщали образцы дистиллированной водой и снимали показания Vp при нулевом прижимном усилии (для этого была разработана специальная конструкция кернодержателя). По результатам строились зависимости $Vp^{сух} = f(К_п)$; $Vp^{нас} = f(К_п)$; $Vp^{сух} = f(Vp^{нас})$. Вычислялись корреляционные отношения R^2, значения которых анализировались в контексте имеющихся данных о фильтрационно-емкостных свойствах (ФЕС). Для наглядности в таблице приведены такие результаты по образцам Керносовской и Лычковской площадей.

ФЕС низкопористых пород определяются, в основном, как структурою порового пространства, так и наличием трещиноватости. Породы Керносовской площади имеют: $К_{пр}$ <1 мД; $К_п \approx 3{,}5$ %; $R^2_{нас} = 0{,}55$ і $R^2_{сух} = 0{,}17$ для зависимости $V_р = f(К_п)$ и наибольшее $R^2 = 0.75$ для уравнения $Vp^{сух} = f(Vp^{нас})$. Эти породы не могут быть отнесены к коллекторам нефти и в силу высокой водонасыщенности: $К_{зв}$≈75 %. С учетом сказанного, по классификации Ф. И. Котяхова породы характеризуются как пористые.

Таблица. Результы петрофизических исследований

Название горизонта	Коэффициент корреляции зависимости Vp = f(Kn)			Коэффициент корреляции R^2	Nобр.	Пористость, %, Kn	Проницаемость, мD, Knp	Остаточная водо-насыщенность, %, Kов
	Насыщение дистиллир. водою	$R^2_{нас}$ Насыщение минерализ. водой	$R^2_{сух}$ Сухие образ-цы	Vсух=f(Vнас)		min-max / ср	min-max / ср	min-max / ср
Керносовская площадь								
B11		0,71	0,32	0,70	14	3,55–5,93 / 5,11		
B16		0,29	0,04	0,73	41	2,70–9,26 / 4,0	0,008–0,25 / 0,024	77,7–90,45 / 84,22
B26		0,83	0,14	0,84	8	1,19–2,76 / 1,56	0,009–0,54 / 0,117	26,82–71,97 / 58,17
T3		0,22	0,03	0,88	60	1,18–5,48 / 2,99	0,001–0,41 / 0,22	39,68–92,31 / 65,60
Общая выборка		0,55	0,17	0,75	126	1,11–9,26 / 3,51	0,001–1,35 / 0,112	23,68–92,31 / 74,67

Лычковская площадь								
B16	0,36	0,35	0,04	0,75	31	5,39–9,86 7,31	0,017–1,03 0,34	34,7–88,51 63,93
B17	0,47	0,45	0,14	0,50	51	2,47–8,45 5,81	0,009–0,88 0,207	13,3–88,96 67,1
C22	0,63	0,68	0,35	0,71	36	2,79–16,56 9,38	0,012–42,13 2,42	29,24–93,47 62,62
D3fm	0,25	0,38	0,08	0,46	219	0,43–11,93 3,01	0,001–176,43 1,81	10,48–97,85 61,88
T3	0,66	0,72	0,45	0,79	77	1,01–14,66 5,00	0,005–46,145 1,519	21,74–84,2 56,48
T4	0,55	0,74	0,10	0,35	154	1,33–12,69 5,27	0,005–123,51 3,06	15,22–92,76 52,02
Общая выборка	0,60	0,67	0,25	0,58	410	0,62–16,56 4,77	0,001–176,43 2,273	10,48–97,85 59,36

Пористость пород Лычковской площади повышается незначительно – $К_п$≈4,8 %, но увеличивается их проницаемость $К_{пр}$>2 мД. Снижение R^2 $Vp^{сух}$ = f($Vp^{нас}$) до 0,58 при увеличении $R^2_{нас}$ до 0,67 и $R^2_{сух}$ до 0,25 указывает на появление микротрещиноватости. Это подтверждается и снижением $К_{зв}$ до 60 %. Описанная тенденция в сторону улучшения ФЕС наблюдается у пород Руденковской и Новониколаевской площадей.

По результатам измерений породы можно разделить на следующие типы:

Не коллекторы – пористые песчаники Керносовской площади (трещиноватость отсутствует).

Коллекторы – пористо-трещиноватые песчаники Лычковской площади (микротрещиноватые).

Коллекторы – порово-трещинные песчаники Руденковской площади (трещиноватые).

Коллекторы – трещинно-поровые песчаники Новониколаеской пощади (макротрещиноватые).

Приведенную информацию можно рассматривать как очередной практический результат, но он имеет интересную особенность – ФЕС песчаников улучшаются по мере снижения значения R^2 [$Vp^{сух}$ = f($Vp^{нас}$)]: 0,75; 0,58; 0,39; 0,34 и повышения $R^2_{нас}$: 0,55; 0,67; 0,78; 0,82 (корреляционное отношение $R^2_{сух}$ для зависимости $V_р$ = f ($К_п$) оказалось не столь информативно). Детальный анализ указанных корреляционных соотношений по Лычковской площади только подчеркивает эту тенденцию: газонасыщенный песчаник горизонта Т-4 имеет самое низкое R^2 [$V_{нас}$ = f ($V_{сух}$)] = 0,35 и одно из самых высоких $R^2_{нас}$ = 0,74. Это говорит о возможности использования результатов определения Vp в сухих и водонасыщенных керновых пробах для оценки характера насыщения песчаников в процессе разведки нефтегазовых месторождений.

УДК 661.96:622.276.6

СТВОРЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНОЇ ВОДНЕВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ДЕБІТУ ТА ГЛИБИНИ ВИЛУЧЕННЯ НАФТИ ЧЕРЕЗ ВИКОРИСТАННЯ ВОДЕНЬГЕНЕРУВАЛЬНИХ НАНОСУСПЕНЗІЙ

О. В. Кравченко[1], Д. О. Велігоцький[2]

1 – д-р техн. наук, завідувач відділу, Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України, м. Харків, Україна, krav@ipmach.kharkov.ua, 2 – провідний інженер, Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного НАН України, м. Харків, Україна, mr.vda59@gmail.com

Запропоновано нову технологію інтенсифікації видобутку вуглеводнів, яка ґрунтується на використанні воденьгенерувальних суспензій з ультрадисперсною твердою фазою з гідрореагуючих речовин (ГРР). З використанням методу гідрокавітаційної активації виготовлено зразки стійкої до стратифікації та седиментації воденьгенерувальної суспензії, в якій як дисперсна фаза виступають мікро і – наночастки гідрореагуючої речовини – алюмогідриду натрію. Визначено залежність хімічної активності та інших характеристик одержуваних суспензій від режимів гідрокавітаційної обробки та вмісту ГРР.

DEVELOPING AN ADVANCED HYDROGEN TECHNOLOGY FOR INCREASING THE PRODUCTION RATE AND DEPTH OF EXTRACTION OF OIL BY USING HYDROGEN-PRODUCING NANO SUSPENSIONS

Oleg Kravchenko[1], Dmytro Veligotskyi[2]

1 – A. N. Podgorny Institute for Mechanical Engineering Problems NAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine, krav@ipmach.kharkov.ua, 2 – A. N. Podgorny Institute for Mechanical Engineering Problems NAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine, mr.vda59@gmail.com

An advanced technology is proposed for intensifying hydrocarbon production. It is based on using hydrogen-producing suspensions with an ultrafine solid phase of hydroreacting substances (HRS). The hydrocavitation activation method is used to obtain samples of hydrogen-producing suspensions resistant to stratification and sedimentation, in which the dispersoids are micro and- nanoparticles of a hydroreacting substance–sodium aluminum hydride.The dependence of chemical activity and other characteristics of the suspensions obtained on hydrocavitation treatment conditions and the content of HRS is found

В ІПМаш НАН України створено науково-практичні основи технології інтенсифікації видобутку вуглеводнів, яка базується на використанні водню як активатора процесів дифузії та фільтрації під час термобарохімічного впливу на привибійні зони нафтових та газових свердловин [1, 2].

Запропоновано метод підвищення ефективності цієї технології шляхом використання в технологічному процесі суспензій з ультрадисперсною твердою фазою на основі нано та мікропорошків гідрореагуючих речовин (ГРР) [3].

Уперше з використанням гідрокавітаційної технології [4] одержано зразки стійкої до стратифікації та седиментації воденьгенеруючої суспензії, в якій в якості дисперсної фази виступають мікро і – наночастки гідрореагуючої речовини – алюмогідриду натрію.

Екзотермічна реакція твердої фази з водою призводить до утворення водню та луги, тобто поровий простір піддаватиметься водневій і додатковій гарячій лужній обробці, що також сприятиме поліпшенню фільтраційних властивостей колектора, особливо в обводнених пластах з високою мінералізацією.

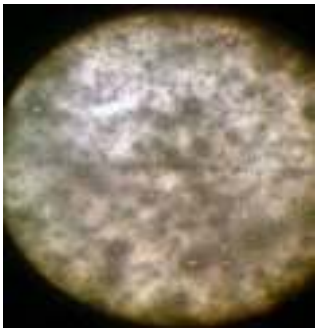


Рисунок 1. Мікрофотографія воденьгенеруючої суспензії (тверда фаза – алюмогідрид натрію)

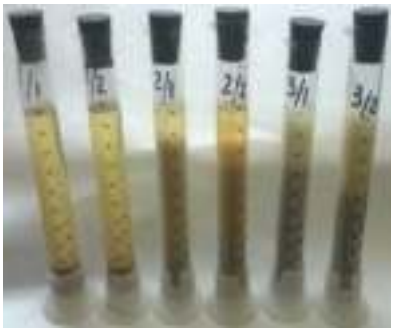


Рисунок 2. Дослідження одержаних суспензій на стійкість до стратифікації

Визначено залежність основних показників одержуваних суспензій (дисперсність твердої фази (рис. 1), стійкість до стратифікації (рис. 2), щільність, в'язкість) від режимів гідрокавітаційної обробки та вмісту ГРР.

Доведено високу хімічну активність суспензій (генерування тепла і водню), що підтверджує доцільність їх використання на реальних об'єктах. Так, додавання до 160 мл води 100 мл суспензії з умістом гідрорегуючої речовини (алюмогідриду натрію) на рівні 33 % по масі і дисперсністю 5–10 мкм, приводить до нагрівання системи з 30 до 130 ^{0}С і виділення 30 літрів водню (рис. 3).

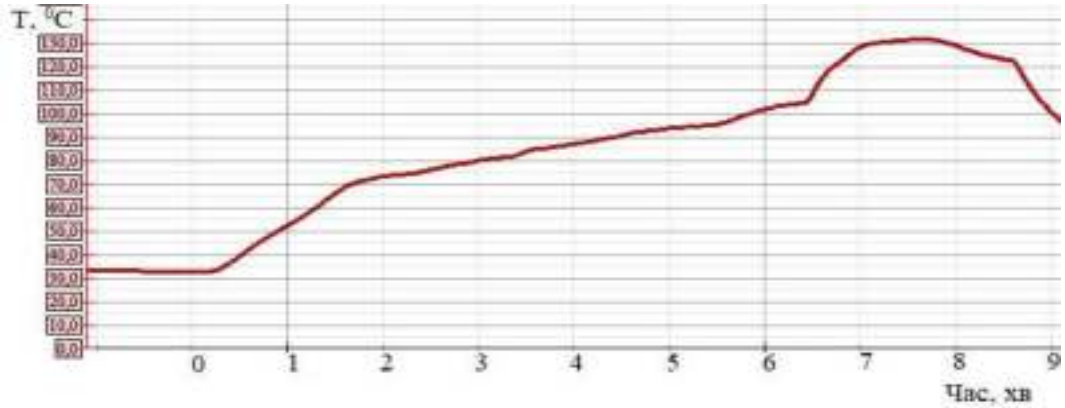


Рисунок 3. Нагрівання суміши води та воденьгенеруючої суспензії

Такі суспензії можуть бути використано як у процесі комплексної водневої термобарохімічної обробки привибійних зон нафтових та газових свердловин, так і окремо – як самостійна технологічна операція для покращення проникності гірської породи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Применение водорода в химических и термохимических технологиях интенсификации добычи углеводородов/О. В. Кравченко//Промышленность Казахстана. – 2013. – № 6 (81). – С. 58–62.

2. Пат. 102501 Украина, МПК Е 21 В 43/24, Е 21 В 43/25. Способ комплексного водородного и термобарохимического воздействия на призабойную зону продуктивного пласта/О. В. Кравченко, Д. А. Велигоцкий, Ю. М. Мацевитый, А. В. Симбирский (Украина). – № а 201303001; заяв. 11.03.2013; опубл. 10.07.2013. Бюл. – № 23. – 3 с.

3. *Кравченко О. В.* Підвищення ефективності технологій інтенсифікації нафтових і газових свердловин через використання воденьгенерувальних наносуспензій/Кравченко О. В. Велігоцький Д. О., Авраменко А. М//Матеріали IV міжнародного геологічного форуму "Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука й виробництво" (Геофорум – 2017). – К.: УкрДГРІ, 2017. – С. 195–197.

4. Hydrocavitational activation in the technologies of production and combustion of composite fuelspравченко/Kravchenko O., Suvorova I., Baranov I., Goman//Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2017. – 4/5 (88). – P. 33–42.

УДК 553.98.23.052:551.8(477.5)

ТРАДИЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА – ОСНОВА ПОШУКІВ РОДОВИЩ ВУГЛЕВОДНІВ В УКРАЇНІ НА БЛИЖНЮ ТА СЕРЕДНЮ ПЕРСПЕКТИВУ

В. Т. Кривошеєв[1], В. В. Макогон[2], Є. З. Іванова[3]
1 – канд. геол.-мінерал. наук, vadymkryv@ok.net.ua, 2 – канд. геол. наук, Український державний геологорозвідувальний інститут, Чернігів, Україна, vlvlm@ukr.net

Вуглеводневий потенціал різних джерел надр України досить потужний та може забезпечити у майбутньому енергетичну незалежність країни. Потенційні вуглеводневі ресурси в традиційних пастках різного типу вичерпано всього на 25 %.
У Дніпровсько-Донецькому басейні автори прогнозують широкий розвиток стратиграфічно-, літологічно-, тектонічно-екранованих і комбінованих пасток, карбонатних рифогенних масивів та ін. Вони мають стати основою пошуків родовищ нафти і газу на ближню та середню перспективу.

TRADITIONAL SOURCES – THE BASIS FOR THE SEARCH FOR HYDROCARBON DEPOSITS IN UKRAINE FOR THE SHORT AND MEDIUM TERM

V. T. Kryvosheyev[1], V. V. Makogon[2], Y. Z. Ivanova[3]
1 – Ph. d., vadymkryv@ok.net.ua, 2 – Ph. d., vlvlm@ukr.net, Ukrainian State Geological Research Institute, Chernigiv, Ukraine

The hydrocarbon potential of various sources of Ukrainian subsoil is quite powerful and can provide future energy independence of the country. Potential hydrocarbon resources in traditional traps of various types are exhausted by only 25 %. In the Dnipro-Donets Basin, the authors predict the wide development of stratigraphic, lithologic, tectonic and combined traps, reef-carbonate massifs, and others. They should become the basis for exploration of oil and gas fields for the near and medium term.

Вуглеводневий потенціал різних джерел надр України досить потужний та може забезпечити у майбутньому енергетичну незалежність країни [1, 9]. Зважаючи на те, що основою паливно-енергетичної, економічної та політичної незалежності України є її нафтогазова галузь, першочергове завдання держави – професійно розпорядитись її ресурсами.

У старих нафтогазовидобувних регіонах України потенційні вуглеводневі ресурси в традиційних пастках різного типу за різними оцінками вичерпані лише на 25 % і країна має ще значні резерви для пошуків нових родовищ з досить низькими цінами власного видобутку нафти і газу у порівнянні з імпортною сировиною. За роки незалежності потужний та високоефективний у минулому пошуковий геологорозвідувальний комплекс України разом з галузевою наукою практично зруйновано, що призвело до катастрофічного зниження обсягів пошукового буріння та його ефективності і, відповідно, зменшення приростів запасів нафти і газу та загального падіння видобутку вуглеводневої сировини. Відкриття нових родовищ стало досить рідкісним явищем. Це викликає нові труднощі в паливно-енергетичному комплексі та пов’язаних з ним галузях народного господарства. Висока вартість імпортного газу та значна енергоємність нашого виробництва не сприяють підвищенню конкурентноздатності українських товарів. У цих складних умовах владні структури держави докладають деяких зусиль для посилення енергозбереження, диверсифікації джерел постачання газу, пошуків альтернативних джерел енергії і таке інше. Ведеться багато часто непрофесійних розмов на ці теми, однак мало висвітлюються серйозні проблеми, що склалися у паливно-енергетичному комплексі.

Вирішення проблеми енергозбереження неможливе без величезних фінансових затрат. Вітчизняні теплові комунікації знаходяться в критичному стані. Їх експлуатація веде до неминучих величезних втрат тепла на шляху від виробника до споживача. Проблема модернізації енергомереж у всіх регіонах країни не може бути вирішена за короткий термін. Фінансових ресурсів для її вирішення у держави зараз немає. Та й наші монополісти – виробники тепла та електроенергії не дуже зацікавлені у підвищенні рівня енергозбереження, вирішуючи проблеми втрат за рахунок споживача, систематично підвищуючи вартість своїх послуг, яка стає все більш “непідйомною” для населення.

Сподівання на поліпшення стану в паливно-енергетичному секторі економіки країни за рахунок прискореного будівництва Східноєвропейського газового хабу з LNG-терміналом (комплексу морських та наземних споруд для отримання, регазифікації зрідженого газу та подальшого його транспортування споживачам) на Чорноморському узбережжі Одеської області поблизу морського торгового порту Південний поки що не дали результату.

Зовсім недавно ми пережили ейфорію сланцевого газу (СГ) в Україні. Проблеми та перспективи його видобутку неодноразово висвітлювались фахівцями [4, 6 та ін.]. Досвід видобутку СГ здебільшого в пустельних районах США неможливо повторити в густонаселеній Україні за відсутності таких потужних сланцевих товщ, ресурсної бази, необхідної інфраструктури, власних технологій і техніки та економічних, екологічних і соціальних ризиків. Оцінка ресурсів СГ по Україні не витримує критики і цифри 15–3–60 трлн м^3 є спекулятивними, не фаховими. Гарячі голови, які їх озвучували, повинні були охолодитися практикою проведення робіт на СГ у найперспективнішому силурійському сланцевому басейні Польщі. Для заохочення

інвесторів оцінка ресурсів СГ за даними Управління енергетичної інформації США була величезною – від 1,3 до 5,3 трлн м^3, але за результатами буріння 64 глибоких тестових свердловин, на які було витрачено більше ніж 500 млн доларів США, вона знизилась до мізерних 34–76 млрд м^3. Цього газу Польщі вистачило б всього на 2–4 роки внутрішнього споживання. Продовжувати роботи на СГ не мало сенсу. У зв'язку із цим серйозні газові компанії у Польщі припинили роботи цього напрямку. Однією із цих причин було припинення робіт на СГ в Україні крупними компаніями Shell та Shevron.

Ураховуючи паливно-енергетичні проблеми держави, ми постійно, упродовж усіх років незалежності, орієнтували нафтогазову галузь та владні структури на активне використання власних резервів та можливостей для прискореного відкриття нових родовищ нафти і газу на суходолі України, де широко розвинута інфраструктура, а собівартість видобутку газу з традиційних джерел коливається від 25 до 70 доларів США за 1 тис. м^3, що значно нижче від інших джерел постачання газу.

Україна має власні діючі родовища нафти і газу, розвинену інфраструктуру нафто- і газопроводів, газосховищ, нафто- та газопереробних заводів. Власний видобуток газу забезпечує значну частину потреб країни. Ураховуючи економічний стан держави, першочерговим завданням нафтогазової галузі є вирішення проблеми значного підвищення ефективності геологорозвідувальних робіт на нафту та газ.

В основних нафтогазовидобувних районах сходу та заходу країни фонд традиційних об'єктів представлений переважно невеликими за розмірами традиційними антиклінальними структурами. На них поки що базується приріст запасів нафти і газу. На жаль, основні зусилля підприємств різних форм власності направлені на видобуток нафти і газу із родовищ традиційного типу, що були відкриті у минулому.

У той же час попутно з пошуками скупчень нафти і газу в традиційних антиклінальних структурах у ДДЗ виявлена низка родовищ нафти і газу в неструктурних пастках різного типу. Прикладом тому є класична літолого-стратиграфічна надрозмивна (над алексинським переривом в осадконакопиченні) пастка великого газоконденсатного Волошківського родовища, яка представлена складно побудованим піщаним баровим тілом, розташованим на моноклінальному схилі. Родовище відкрите випадково параметричною свердловиною. Серія літологічних і літолого-стратиграфічних пасток у XIIа МФГ з газоконденсатними покладами в них установлені при пошуковому бурінні на обрамленні Срібненської і Жданівської депресій. Попутно, при пошуковому бурінні на теригенні комплекси було відкрито декілька родовищ нафти і газу, пов'язаних з турнейськими та візейськими карбонатами. Крім того, потрібно відмітити й одиничні нафтові родовища поблизу крайових порушень ДДЗ у нетрадиційних пастках кристалічного фундаменту.

Таким чином, регіональна нафтогазоносність відмічених нетрадиційних типів пасток доведена, однак цілеспрямованих робіт на оцінку їх нафтогазоносності практично не велося. Багаторічними комплексними науковими дослідженнями доведено, що цей напрямок пошукових робіт на нафту і газ є пріоритетним для ДДЗ, як і для інших старих нафтогазовидобувних регіонів з подібною геологічною будовою [2, 4, 5, 7, 8 та ін.].

Практика проведення пошуково-розвідувальних робіт у старих нафтогазоносних регіонах свідчить про те, що значні за розмірами родовища нафти і газу будуть пов'язані з різноманітними нетрадиційними стратиграфічно-, літологічно-, тектонічно-екранованими і комбінованими пастками, з карбонатними рифогенними спорудами, похованими і розформованими підняттями, з розущільненими кристалічними породами фундаменту і т. п. У останні роки значно зросли перспективи газоносності вторинних теригенних колекторів на глибинах понад 5,5 км, які раніше вважалися малоперспективними. Останні відкриття газових покладів у ДДЗ на глибинах понад 6 км повністю спростовують таку думку. За сучасного розвитку бурових та нафтогазовидобувних технологій ці глибини є цілком доступними.

Прогноз нетрадиційних типів пасток та пошуки в них скупчень вуглеводнів потребує детальних комплексних досліджень і у довгому ланцюзі пошуки-розвідка-експлуатація родовищ нафти і газу важливе значення відіграє галузева геологорозвідувальна наука, яку, на жаль, держава практично не підтримує. У той же час вона була і залишається головною ланкою пошуково-розвідувального процесу.

Колективом фахівців УкрДГРІ на основі вперше складених детальних погоризонтних літолого-палеогеографічних карт нового покоління масштабу 1:200 000 регіону [3] у останні роки на усій території ДДЗ виконано геолого-геофізичний прогноз численних зон і ділянок розвитку нових нетрадиційних типів пасток нафти і газу.

Закономірності, що виявлені в будові розрізів різних геотектонічних зон западини з урахуванням ролі регіональних та внутрішньоформаційних перериві в осадконакопиченні, стали основою для розробки нових напрямків геологорозвідувальних робіт та практичних рекомендацій до щорічних наукових обґрунтувань планів геологорозвідувальних робіт на нафту та газ в основному нафтогазовидобувному регіоні України – Дніпровсько-Донецькій нафтогазоносній субпровінції.

Авторами виконані багаторічні комплексні прогнозні дослідження та впроваджені численні практичні рекомендації, які сприяли підвищенню ефективності геологорозвідувальних робіт на нафту і газ, відкриттю нових родовищ традиційних джерел ВВ в основному нафтогазовидобувному регіоні України – Дніпровсько-Донецькій западині, шельфах Чорного й Азовського морів та сформовані заділи для значного розширення пошукових робіт. На нашу думку, серйозної альтернативи цим напрямкам робіт на ближню та середню перспективу в регіоні не існує [4].

На основі комплексних досліджень виконано прогноз численних нових типів пасток традиційних джерел нафти і газу, які об'єднані у наступні напрями:

– рифогенно-карбонатні масиви турнейських відкладів;

– пастки у карбонатних відкладах XIII МФГ;

– літолого-стратиграфічні пастки у верхньотурнейських теригенних відкладах на схилах карбонатних масивів;

– літолого-стратиграфічні пастки в нижньовізейських теригенних відкладах;

– літолого-стратиграфічні і літологічні пастки в зонах переходу моноклінальних схилів у великі депресії;

– пастки виклинювання алексинських продуктивних горизонтів на моноклiналях прибортових зон і схилах антиклінальних структур;

– літолого-стратиграфічні пастки малих депресій у прибортових зонах;

– ділянки розвитку низки акумулятивних піщаних тіл і пов'язаних з ними значних внутрішньочохольних структур.

Аналіз результатів геологорозвідувальних робіт на нафту і газ в Україні показує, що протягом багатьох років пошукове буріння традиційно проводиться на основі загального уявлення про нафтогазоносність регіону у цілому та даних сейсморозвідувальних робіт по виявленню перспективних структур. Але такий підхід до пошуків нових родовищ нафти і газу з метою їх найшвидшого відкриття сьогодні себе явно не виправдовує, оскільки не всі структури нафтогазонасичені, а серед традиційних методів немає надійного методу оцінки нафтогазоносності. Ефективність пошукових робіт на нафту і газ на суші України становить біля 30 %, а на Чорноморському шельфі ще нижче. Якщо проблема колекторів у карбонатних та теригенних комплексах інколи вирішується геофізичним прогнозом розущільнених зон у розрізі, то для розбраковки цих об'єктів на нафтогазонасичені і "порожні" (водоносні) надійних традиційних методів не існує. Тому ефективність пошукових робіт на нафту і газ досить низька і становить дещо більше 30 %.

На низці як традиційних, так і нетрадиційних пасток, що належать підприємствам різних форм власності були проведені роботи з оцінки нафтогазоносності прогнозних об'єктів методом електрофізичного прогнозу нафтогазоносності. Подальше пошукове буріння підтвердило виконаний прогноз. Це дала змогу надрокористувачам прискореними темпами та без зайвих витрат відкрити нові родовища нафти і газу.

Поряд із цим, ми за активне використання прямопошукової технології частотно-резонансної обробки даних дистанційного зондування Землі по супутникових знімках для виявлення нафтогазоносних об'єктів, що прогнозуються за геолого-геофізичними даними [10].

Виявлені групи пасток можуть і повинні відкрити нове дихання основного старого нафтогазовидобувного регіону України на ближню та середню перспективу, значно збільшити прирости запасів нафти і газу та їх видобуток, що реально посилить паливно-енергетичну незалежність держави.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Кабышев Б. П., Кабышев Ю. Б., Кривошеев В. Т., Пригарина Т. М., Ульмишек Г. Ф.* Нефтегазогенерационные свойства пород палеозоя ДДВ по данным пиролиза на установке Рок-Эвал//Доповіді НАН України. – 1999. – № 12. – С. 112–117.

2. *Кривошеев В. Т., Иванова Е. З., Кукуруза В. Д., Макогон В. В., Пекельная Е. В.* Литолого-стратиграфические, литологические и тектонические ловушки Днепровско-Донецкого басейна – основной резерв геологоразведочных работ на нефть и газ/Международная научно-практическая конференция "Неструктурные, сложнопостроенные ловушки – основной резерв прироста УВ сырья России". – С. – Пб.: 2005. – С. 81–86.

3. *Кривошеєв В. Т., Макогон В. В., Іванова Є. З.* Літолого-палеогеографічні карти нового покоління нафтогазоносних відкладів ДДЗ – основа прогнозу нових перспективних пасток вуглеводнів/Матеріали VII Міжнародної конференції "Крим-2007" Сімферополь: – С. 164–167.

4. *Кривошеєв В. Т., Кукуруза В. Д., Іванова Є. З.* та ін. Проблеми ефективних пошуків родовищ нафти і газу в Україні та напрямки їх вирішення/Вісник Чернігівського державного технологічного університету, серія "Технічні науки". № 1 (55). – Чернігів, 2012. – С. 7–19.

5. *Лукин А. Е.* Перспективы поисков неантиклинальных залежей нефти и газа в Днепровско-Донецкой впадине//Советская геология. – 1976. – № 8. – С. 14–25.

6. *Лукин А. Е.* Сланцевый газ и перспективы его добычи в Украине//Геологічний журнал. – 2010. – № 3. – С. 17–33. – № 4. – С. 7–24; – 2011. – № 1. – С. 21–41.

7. *Лукин А. Е., Кривошеев В. Т.* и др. Опыт прогнозирования и поисков залежей нефти и газа в песчаных телах//Советская геология. – М. 1986. – № 1. – С. 35–44.

8. *Лукин А. Е., Вакарчук С. Г.* Турнейско-нижневизейский рифогенно-карбонатный комплекс ДДВ и общие проблемы формирования раннекаменноугольных нефтегазоносных рифов//Геологический журнал. – 1999. – № 2. – С. 21–32.

9. *Шестопалов В. М., Гожик П. Ф., Лукин А. Е.* Мощный углеводородный потенциал недр Украины – основа грядущей энергетической независимости. – К.: Зеркало недели. – № 47. – 2009.

10. *Yakymchuk N. A., Levashov S. P., Korchagin I. N., Bozhezha D. N.* Frequency-resonance method of remote sensing data processing: approbation on hydrocarbon field of Barents Sea offshore. 76nd EAGE Conference and Technical Exhibition incorporating SPE EUROPEC 2014. Amsterdam, 16–19 June 2014. 5 pages.

УДК 553.98.04.003.1(477.5)

РОЛЬ ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦНКИ РЕСУРСІВ НАФТИ Й ГАЗУ ОБ'ЄКТІВ ПОШУКОВО-РОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ У СТРАТЕГІЇ ОСВОЄННЯ ВУГЛЕВОДНЕВОЇ СИРОВИННОЇ БАЗИ

Л. М. Кучма[1], Т. В. Мельничук[2]

1 – канд. геол. наук, завідувач сектору, Український державний геологорозвідувальний інститут, Київ, Україна, lukuchma@ukr.net, 2 – старший науковий співробітник, Український державний геологорозвідувальний інститут, Київ, Україна, lukuchma@ukr.net

Розглянуто завдання геолого-економічної оцінки різномасштабних перспективних об'єктів для постановки пошуково-розвідувальних робіт на нафту й газ. Неабиякий вплив на інвестиційну привабливість ліцензійних об'єктів має величина запасів вуглеводнів. Надано рекомендації щодо використання геологічних імовірнісних показників ефективності пошуково-розвідувальних робіт під час геолого-економічної оцінки перспективних об'єктів. Запропоновано схему проведення геолого-економічної оцінки локальних об'єктів на нафту й газ.

THE ROLE OF THE GEOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENTS OF OIL AND GAS RESOURCES OF OBJECTS OF PROSPECTING WORKS IN THE STRATEGY OF DEVELOPMENT OF HYDROCARBON FEEDSTOCK BASE

L. M. Kuchma[1], T. V. Melnichuk[2]

1 – Ph. D in Geology, Ukrainian State Geological Research Institute, Kyiv, Ukraine, lukuchma@ukr.net, 2 – h. sr. scientist, Ukrainian State Geological Research Institute, Kyiv, Ukraine, lukuchma@ukr.net

The problems of geological and economic assessment of the multiscale perspective objects for oil and gas exploration works are considered in the article. For investment attractiveness of license objects exerts the main influence of the hydrocarbon reserves value. Recommendations of the geological probabilistic indicators use of the effectiveness of exploration works for the geological and economic assessment of perspective objects are given. A scheme of geological and economic assessment for oil and gas local objects is proposed.

Нафтогазові ресурси становлять суттєву частину національного багатства України. У стратегії освоєння ресурсів вуглеводневої сировини важливу роль відіграє геолого-економічна оцінка (ГЕО) ресурсів нафти і газу різномасштабних перспективних для дослідження об'єктів (окремі локальні об'єкти, групи об'єктів у межах ліцензійних ділянок, у цілому нафтогазоносний район, область або провінція).

У загальному вигляді геолого-економічні дослідження полягають у визначенні обсягів робіт і витрат на підготовку запасів вуглеводнів (ВВ) і їх розробку, визначенні грошового ефекту (доходу) від освоєння прогнозних і перспективних ресурсів, встановленні цінності нафтогазоносних надр. Ці дослідження на території нафтогазоносних регіонів України проводяться з середини вісімдесятих років минулого століття. До теперішнього часу в Україні вже виконано три геолого-економічні оцінки прогнозних і перспективних ресурсів ВВ за окремими нафтогазоносними провінціями й областями. Зокрема, у Дніпровсько-Донецькій западині диференційовано за нафтогазоносними районами, продуктивними комплексами та інтервалами глибин встановлено економічний ефект (дохід) від освоєння рентабельної частини ресурсів ВВ та були складені карти геолого-економічного районування її території за цінністю вуглеводневих надр. Результати останньої кількісної та економічної оцінки нерозвіданих ресурсів нафти і газу дозволили припустити відкриття в подальшому у западині понад 700 родовищ нафти і газу.

Зараз економічні дослідження проводяться у межах нафтогазоносних структур. Геолого-економічна оцінка виконується за умов, що всі рекомендовані до опошукування об'єкти в результаті запроектованих геологорозвідувальних робіт (ГРР) стануть родовищами, а ресурси, що прогнозуються на них, у процесі пошуків і розвідки підтвердяться та стануть видобувними запасами.

Щодо нерозвіданих ресурсів найбільш обґрунтовано можна проводити вартісну оцінку перспективних ресурсів нафти і газу (категорія $С_3$, код класу 333). Перспективні ресурси вуглеводнів – це ресурси нафти і газу площ (локальних структур), що підготовлені для глибокого буріння і знаходяться у межах території з установленою нафтогазоносністю та виявлені геолого-геофізичними методами, проведеними у даному або аналогічному за будовою районі.

Достовірність оцінки товарної вартості прогнозних ресурсів (категорії $Д_1$ і $Д_2$, код класу 334) є вельми низькою, оскільки не має достатню кількість статистичного матеріалу для розрахунку вірогідності їх переходу у запаси промислових категорій. А вірогідність визначення розмірів цих ресурсів є дуже низькою, до того ж самі ресурси періодично істотно переглядаються.

Геолого-економічна оцінка нафтогазоперспективних об'єктів – це обґрунтування геологічної та економічної доцільності проведення на них ГРР з визначенням можливого промислового значення очікуваних скупчень нафти і газу та доходу від реалізації продукції. Оцінка здійснюється у вигляді укрупнених техніко-економічних розрахунків на основі доведеної аналогії з відомими родовищами та виконується за схемою ГЕО-3. Економічна оцінка ресурсів нафтогазоперспективних об'єктів необхідна для визначення їхньої інвестиційної привабливості в умовах ринкової економіки.

Визначення можливої кількості запасів на кожному потенційному родовищі проводиться за допомогою коефіцієнтів підтверджуваності та достовірності ресурсів ВВ, значення яких виведені авторами для всіх промислових нафтогазоносних районів западини.

Важливим етапом геолого-економічного аналізу є розрахунок прогнозних технологічних показників розробки очікуваних родовищ нафти і газу, які будуть враховані для економічної оцінки майбутньої розробки. Для цього необхідно встановити геолого-промислові параметри нафтових і газових покладів. При прогнозі технологічних показників розробки майбутніх родовищ на базі очікуваних розвіданих запасів нафти і газу та в залежності від режимів покладів розглядаються можливі варіанти розробки, підбирається родовище-аналог, на базі якого визначаються можливі дебіти свердловин, їх кількість, обсяги річного видобутку ВВ тощо.

Вартісна оцінка нафтогазоперспективного об'єкту базується на дохідному підході, який представляє собою суму всіх приведених за фактором часу доходів від інвестицій за вирахуванням понесених у відповідні періоди витрат, які може отримати інвестор в результаті найбільш ефективного його використання. Тільки цей підхід враховує майбутні очікування щодо витрат, цін, інвестицій та включає в себе ринковий аспект у вигляді необхідної ставки дисконту.

Витрати на облаштування та видобуток з нафтових і газових родовищ складаються із капітальних вкладень та експлуатаційних витрат, що розраховуються по роках видобутку за такими статтями: Капітальні вкладення – витрати на буріння свердловин, обладнання і облаштування потенційного родовища. Експлуатаційні витрати поділяються на умовно-змінні витрати, що залежать від рівня видобутку вуглеводнів (матеріальні витрати, фонд оплати праці тощо) та умовно-постійні витрати, що залежать від кількості свердловин (витрати на підготовку, збір і транспортування вуглеводнів тощо). Крім цього, в схему експлуатаційних витрат входять амортизаційні відрахування на відновлення основних фондів.

Нормативи капітальних вкладень та експлуатаційних витрат для розрахунку економічних показників розробки родовищ установлюються на базі фактичних витрат, що склалися в окремих нафтогазоносних регіонах та сусідніх з перспективним об'єктом родовищах.

Вибір оптимального варіанту проектів ГРР здійснюється за допомогою наступних головних показників: чистого дисконтованого доходу або приведеного вільного грошового потоку, індексу прибутковості, внутрішньої норми доходності та терміну окупності інвестицій.

Кожний з перерахованих показників відображає ефективність проекту з різних сторін, тому оцінюючи той або інший проект необхідно використовувати всю сукупність прикладів, що дозволяє уникнути багато помилок на стадії реалізації проекту. Природньо, що найбільшу привабливість мають проекти, в яких чиста приведена величина доходності більше нуля, індекс доходності більше одиниці, внутрішня норма доходності прийнятна для інвестора та невеликий строк окупності.

УДК 556.012:(550.42:615.327)(477)

МІНЕРАЛЬНІ ВОДИ УКРАЇНИ ЗІ СПЕЦИФІЧНИМИ МІКРОКОМПОНЕНТАМИ

Г. В. Лесюк[1]
1 – молодший науковий співробітник, Інститут геологічних наук НАН України, м Київ, Україна, lesiuk.galya@gmail.com

Подано результати довгострокових досліджень мінеральних вод України на вміст мікроелементів. З'ясовано склад мінеральної води "Нафтуся". Наведено нові відомості про хімічний мікрокомпонентний склад і про нові, вперше відкриті в Україні мінеральні води. Дослідження мікрокомпонентного складу мінеральних вод відкриває нові біологічні ефекти та особливості їхнього застосування в разі радіологічного забруднення.

MINERAL WATERS OF UKRAINE WITH SPECIFIC MICROCOMPONENTS

G. Lesiuk[1]
1 – Junior researcher at the Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, lesiuk.galya@gmail.com

The results of long-term researches of mineral waters of Ukraine on the content of trace elements are presented. The composition of the mineral water "Naftusya" is explained. New information on the chemical microcomponent composition and new, first-opened mineral water in Ukraine are presented. Investigation of the micro component composition of mineral waters opens new biological effects and peculiarities of their use in radiological contamination.

Значне погіршення екології, зумовлене як хімічними забрудненнями, так і радіонуклідами, разом із погіршенням соціальних умов та з відсутністю потрібних і якісних медикаментів призводить до збільшення захворювань та відповідно, смертей в Україні. Тому необхідні прості, доступні не дорогі методи масового оздоровлення, до яких відносяться мінеральні води (МВ).

На початок 2009 року в Україні відкрито та підготовлено до промислового використання 277 ділянок родовищ підземних вод, що зосереджені на 205 родовищах. Сумарні експлуатаційні запаси родовищ, що розвідані, становлять 87 607 м^3/добу. Але використовується тільки 8 % запасів МВ. Це недопустимо мало. Україна має унікальні природні умови, які визначають розповсюдження майже по всій території країни МВ. Найбільш ефективні для застосування при поганій екології води із *специфічними мікрокомпонентами* – поліметальні та мінеральні води типу "Нафтуся" (МВТН).

"Нафтуся" Трускавецького родовища більше 250 років вважалася унікальною та непізнаваємою водою. Постійні комплексні дослідження розпочалися в інституті Геологічних наук із 1973 року під началом Андрія Євтиховича Бабенця, а потім продовжувались Н. П. Моісеєвою, А. Ю. Моісеєвим, Г. В. Лесюк під керівництвом В. М. Шестопалова. Роботи присвячені формуванню, вивченню хімічного складу та бальнеологічних властивостей "Нафтусі" виконувались разом із фізіологами і радіобіологами ІЕПОР ім. Р. Е. Кавецького. У результаті комплексними гідрогеологічними дослідженнями були виявлені величезні запаси даних вод у межах Карпатської горно-складчатої області та Подільській частині Східно-Європейської платформи, які налічували біля 30 родовищ з загальним запасом біля 2 000 м^3/добу. В індифікаціїї цих вод лабораторія мінеральних вод брала безпосередню участь. Дослідження проводились у Трускавці, Східниці, Сатанові, Гусятині, Макові, Верхнім Синевиднім, Вижниці.

Застосовувались методи електронної мікроскопії, капілярної, газової, тонкослойної та іонообмінної хроматографії, хромато-мас-спектрометрії, ІЧ-спектроскопії, атомно-абсорбціонної та пломінної спектрофотометрії, хімічних методів виділення, розділення й аналізу компонентів, які розчинені у воді. Використовувались також біологічні тести, та методи досліджень, що проводились разом із біологами та бальнеологами.

У результаті вивчення формування МВТН встановлено:

1. Мінеральні води типа "Нафтуся" інфільтраційного походження приурочені до водовмісних порід, збагачених органічними речовинами (ОР), які і визначають окислювально-відновлювальні обставини. ОР можуть бути не тільки нафтового походження. Важливими є подібні умови в яких відбувалось формування МВ. Це підтвердилось відкриттям у 70 роки Карпатської провінції МВ типу "Нафтуся" – у покладах нижнє- і середньоменілітової та бистрицької світ палеогена і Подільської провінцій – у силурійських покладах. Знання закономірностей формування МВ типу "Нафтуся" дозволило збільшити ресурси на десятки тисяч м^3 води, яку раніше вважали винятковою.

2. Результати гідрогеохімічних, электронномікроскопічних та палеонтологічних досліджень довели, що джерелом розчинної органічної речовини у МВ є материнська речовина порід, яка може мати різноманітний генезис, але подібні умови формування – однакові окислювально-відновлювальні умови та однакову

мікрофлору. Перетворення ОР порід як Карпатської, так и Подільської провінцій МВ типу “Нафтуся” йде по одному і тому ж – “нафтовому типу”.

3. Перехід ОР у МВ, який кількістно можно характеризувати коеффіцієнтом міграції, обумовлено не максимальним вмістом ОР у породах, а фізико-хімічними параметрами (трещинуватість, густина, мінералогічний склад порід) та властивостями самих розчинних компонентів (полярність, розчинність, молекулярна вага, функціональний склад, тип хімічного зв’язку із елементами порід).

4. Органічна речовина у породах знаходиться у вигляді пастоподібної маси або крапель у тріщинах карбонатів, заповнених глиністими мінералами, або сорбірована безпосередньо на глинах, що не дозволяє їй вільно вимиватися. До того ж, як відомо, глиністі мінерали в природі слугують каталізаторами перетворення вуглеводнів у інші класи сполук – кислоти, этери та ін.

5. Вивчаючи розповсюдження мінеральных вод типу “Нафтуся” в Українській частині Карпатського регіону можимо припустити, що МВ типу “Нафтуся” розповсюджені у Румунії, Польщі, а можливо й Словакії.

Під час вивчення **хімічного складу МВТН** було встановлено, що бальнеологічна дія даних вод визначається специфічними органічними сполуками – не стійкими, полярними, не летючими, здатними до комплексоутворювання, до того ж, у воді вони знаходяться у низьких міліграмових концентраціях. Їх виділення та розділення потребувало розробки нових специальних методик, найчастіше – трудомістких.

Застосування сучасних методів аналізу дозволило ідентифікувати не тільки окремі групи, і частково окремі сполуки органічного складу “Нафтусі”, ідентифікувати нові групи та окремі азото- і ксневмістні сполуки, які відрізняються високою бальнеологічною активністю та лабільністю – органічні карбонові, ненасичені та оксикислоти, складні етери, кетони, спирти, третичні і четвертичні амінні сполуки, лінійні та ізопренові вуглеводи.

Відокремлена група полярних сполук, притаманних тільки водам “Нафтуся”, які можуть слугувати своєрідним “паспортом” при ідентифікації МВТН.

Спільні хіміко – біологічні дослідження впливу на організм окремих груп органічних сполук МВ типа “Нафтуся” дозволили визначити їх бальнеологічні ефекти, а відповідно вперше порадити критерії для оцінки складу вод даного класу, які визначають їх лікувальні властивості.

Велика кількість компонентів та різномаїття бальнеологічно – активного складу МВ типу “Нафтуся” припустили можливість відкриття у них нових лікувальних властивостей. Крім традиційних показань при захворюваннях печінки і нирок МВТН проявили себе як ефективний засіб при лікуванні дитячого церебрального паралічу та при захворюваннях крові. Високий діуретичний і детоксикаційний ефекти, здатність утворювати комплекси із іонами важких металів дали змогу прогнозувати їх винятково корисне застосування при після чорнобильській ситуації.

Отримані результати спільних хіміко-біологічних досліджень, як у дослідах на тваринах, так і під час обстеженя людей, які лікувались безпосередньо на Трускавецькому, Збручанському та Новозбручанському родовищах, а також при застосуванні свіжозаконсервованної, за методикою патенту А. Ю. Моісеєва і Н. П. Моісеєвої води подібні.

Після застосування “Нафтусі” за рахунок глибоких відновлювальних процесів функції кістно-мозкового кроветворення спостерігалось відновлення всіх показників периферичної крові до меж доаварійної норми, збільшення кількості більш молодих клітин, стимуляція клітинного імунітету.

Особливо важливо, що:

– ефект відновлювання функції кістково-мозкового кроветворення у дослідах на тваринах, зберігається продовж декількох місяців, що при экстраполяції на людину становить декілька років;

– якщо вода застосовується лікувальним курсом, це створює умови для зменшення питомої активності радионуклідів у різних тканинах тварин на 1–2 порядки.

– середнє продовження їх життя збільшувалось та досягало нижньої межі доаварійної норми.

Це дало можливість розробити методичні вказівки лікування та профілактики населення, що страждає внаслідок аварії на ЧАЕС та інші екологічних катастроф.

Пізніше була відкрита антиоксидантна дія мінеральної води – у тварин, що отримували “Нафтусю”, відмічалося значне зменшення кількості новоутворень.

При зміні геохімічних умов відбувається руйнування органічних речовин під дією мікрофлори, яка в надлишку присутня у МВ типу “Нафтуся”, яка активізується зразу після виходу води із водоносного горизонту. Втрата лікувальних властивостей води відбувається практично в перші дві доби, що раніше обмежувало її застосування тільки умовами курорту.

Розроблений промисловий метод консервування МВТН (патент Украины) дозволяє стабілізувати органічні сполуки і зберігати лікувальні властивості води більш як півроку, що дає можливість вперше використовувати її як лікувальну поза курортами. Відсутність противопоказників, включаючи секреторність шлунку, дозволяє застосовувати її пациєнтам із різними захворюванями – як дорослим, так і дітям.

К МВ зі специфічними компонентами відносять і поліметальні води, які містять той чи інший мікроелемент (м. е.) при визначеній нижній межі бальнеологічески активних концентрацій: заліза (II) – от 10 (20) мг/дм^3, літія – от 5 (10), миш’яка – от 1 (0,7), бора – от 1, марганцю – от 1 мг/дм^3, для Co, Ni, Cu, Ag, Al – норми не визначені.

В органах людини у різних концентраціях містяться різноманітні м. е., які або входять у склад тканин, або знаходяться у крові, сиворотці не поєднуючись із нею. Маючи сильну каталітичну дію м. е., часто

приймають участь у роботі ферментів, а також у процесах окислювально-відновлювального, газо-теплового, жиро-вітамінного, вуглеводного обмінів; клітинного та тканинного дихання. Приймають участь у процесах старіння клітин організму

Дефіцит, надлишок або разбалансованість м. е. в організмі викликають захворювання, що об'днані загальним терміном – мікроелементозы. Дефіцит м. е. лікується, якщо застосовувати збагачені м. е. препарати або МВ. Надлшок м. е. виводиться з організму препаратами, що перешкоджають їх всмоктуванню.

Концентрация м. е. в лікувальних розчнах відповідає їх концентрації в організмі. Під час застосування розчнів із концентраціями м. е. вище їх концентрацій у організмі долається спротив організму та з'являється токсичнй эфект. Організм отруюється. Встановлені норм концентрацій бальнеологічної дії мікроелементів у МВ також відповідають їх умісту в тканинах і клітинах організму.

МВ являють собою складні багатокомпонентні розчни і значною мірою їх дослідження залежало від розвитку методів аналізу. Бальнеологічна дія поліметальних МВ вивчалась при їх застосуванні на курортах. Тому вони вивчени не однаково: у той час, як залізисті МВ вивчені більш докладно, для МВ с підвищеним умістом міді, нікелю, кобальту та ін., вимірювання концентрацій яких потребує складного, дорогого обладнання для хімічних і біологічних дослідів, навіть норми бальнеологічно активных концентрацій не встановлені. Поглиблине вивчення мікрокомпонентного складу дозволяє не тільки розширити спектр МВ, але і визначити нові аспекти використання вже відомих.

При застосуванні поліметальних МВ потрібно враховувати синергетичну дію (мідь і залізо) або антагоністичну (мідь і цинк) м. е. на організм людини.

Важливе значення мають і форми міграциї м. е., підсилюючи їх терапевтичний ефект за рахунок явища симбіоза – сполучення із лигандами, у тисячи раз – наприклад, для міді. Іони заліза також усвоюваються легше, якщо вони поступають у організм у поєднанні із карбонатами, що визначає особливу цінність гідрокарбонатних вод (Келечинське родовище) у порівнянні із сульфатними (Марциальні води).

Досліди, що проводились радіобіологами ІЕПОР НАНУ (за участю співробітників лабораторії мінеральних вод – А. Ю. Моісеєва, Н. П. Моісеевої, Г. В. Лесюк) на прикладі води Дравецького родовища показали позитивні результати при лікуванні залізистими водами порушень функциї кроветворення, що викликані дією радіації. Тому ці води необхідно застосовувати постраждавшим від аварії на ЧАЭС.

В Україні особливо цінною є гідрокарбонатна вуглекисла вода із умістом 20–40 мг/дм^3 заліза (II), Келечинського родовища затверджені эксплуатаційні запаси якого становлять 501 м^3/добу, а дебіти свердловин сягають 70–150 м^3/добу. Розроблена Н. П. Моісеевою технологія розлива дозволяє зберігати лікувальні властивості води більш як півроку. На жаль, Келечинське родовище залізестих вод не використовується.

Іони літію впливають на транспорт натрію в нейронах і клітинах м'язів, вирівнюючи порушення обміну речовин в організмі, особливо впливають на электролітний обмін у мозку. Недостатня кількість в організмі літію є однією із причин маніакальної депресії, шизофренії. Будучи іоном-суперником, літій може спричиняти виведення із організму радіоактивного калію, т. ч. бути корисним для населення, що мешкає на забруднених радіонуклидами територіях. Застосування гідрокарбонатних літієвих МВ може успішно замінюватви медпрепарати – гідрокарбонати літію.

Найчастіше літієві мінеральні води зустрічаються у Закарпатті.

Необхідно більш детально дослідити склад вуглекислих МВ. Їх складну бальнеологічну дію не можливо пояснити лише присутністю вуглекислоти.

Для досліджень нами були взяті МВ Дуклянско-Черногорської зони – санаторию "Поляна", санаторію "Сонячне Закарпаття", санаторію "Квітка полонини", МВ завода "Луги", санаторію "Кришталеве джерело"; МВ Выгорлат-Гутинської гряди, які використовуються санаторієм "Шаян", санаторієм "Синяк"; МВ Кросненської зони родовища "Соймы", що використовуються санаторієм "Верховина".

Згідно із результатами досліджень у всіх МВ, крім проб Синяцького родовища, концентрация літію становить від 6 до 16 мг/дм^3, що перевищує нижній поріг бальнеологіческі активної концентрації. Таким чином, усе ці води можуть класифікуватися, як літієві вуглекислі.

Із інших елементів цікавим є кремнезем уміст якого вище бальнеологічної активної норми (50 мг/дм^3 у перерахунку на кремнієву кислоту) у водах Шаянського родовища. МВ з підвищеним вмістом кремнію затримують процеси старіння тканин; стимулюють зір, використовуються при деяких хворобах органів травлення. У вигляді ванн застосовуються при екземах.

У водах Соймінського родовища віднайдено у концентраціях, що перевищують бальнеологическі активні межі (10 мг/дм^3) стронцій – 11,41–12,94 мг/дм^3, що дає підставу класифікувати їх як вуглекислі стронцієві. Стронцій, розчинений у МВ може конкурувати із радіоактивним стронцієм, що особливо важливо для населення, яке постраждало від аварії на ЧАЕС. Однак, це потребує конкретних хіміко-біологічних досліджень.

Таким чином, склад бальнеологіческі активних компонентів МВ усе ще потребує більш докладного дослідження. Та через брак належного фінансування ці роботи просуваються дуже повільно. Хоча розширення сфер застосування МВ через знання їх мікро складу дало б значний економічний ефект і дало б поштовх для розвитку лікувального туризму.

По запасам мінеральних вод Україна входить у число світових лідерів. Об'єм Українського ринку мінеральних вод оцінюється в 1 млрд. $ США і він постійно зростає.

Надважливою проблемою є збереження наших багатств – родовищ мінеральних вод.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Шестопалов В. М., Лукин А. Е., Згонник В. А.* и др. Очерки дегазации Земли, Киев: Ч. П. “Итек сервис”, 2018. – 631 с.

2. *Моисеев А. Ю.* Особенности химического состава и бальнеологического применения минеральніх вод. – Киев, “КИМ”, 2017. – 453 с.

3. *Моісеєв А. Ю.* Автореф. Дис. канд. біол..наук Вільно радикальні процесив крові при радіаційних ураженнях, засоби їх корекції. – Київ: 2005. – 17 с.

4. *Shestohflow V. V., Moisyeva N. P.* About forming of mineral water of “Naftusya” the of Ukrainian Carpatians and Podoliya//Geol.journ. – 1998. – № 1–2. – P. 209–217.

5. *Shestohflow V. V., Moisyeva N. P., Druzhina N. A., Moisyev A. J.* and al. Mineral waters of the “Naftusya” type: chemscal composition and applications//Journ. – 1998. – № 1–2. – P. 209–217.

6. *Пухова Г. Г., Гела А. О., Моісеєва Н. П.* та ін. Застосування мінеральної води типу “Нафтуся” для санітарно-курортної та поза курортної профілактики радіаційних порушень у населення , яке проживає на територіях , забруднених після аварії на Чорнобильській АЕС (методичні рекомендації). – Київ: Поліграф. Послуги, 1998. – 15 с.

УДК 549.283 (477)

ІМОВІРНА РОЛЬ КАРБОНУ У ФОРМУВАННІ ЗОЛОТОРУДНОЇ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ (БАНДУРКІВСЬКИЙ ПРОЯВ)

Н. М. Лижаченко[1], С. І. Курило[2]
1 – ДУ "Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України, Україна, albeet@ukr.net, 2 – Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України, kurylo.sergiy@gmail.com
Позитивна кореляція між карбонумісними товщами та золоторудною (а часто іншими типами рудної мінералізації) констатується на багатьох відомих родовищах світу (Карлін, Сухий Лог, Наталка, Мурунтау тощо). У межах Українського щита золоторудні прояви простежуються в більшості графітоносних товщ. На прикладі Бандурківського золоторудного прояву показано геолого-мінералогічні особливості графітової мінералізації, її просторове співвідношення із золотовмісними асоціаціями та самородним золотом. Констатується, що у формуванні золоторудної мінералізації значну роль відіграє вуглецева речовина.

THE POSSIBLE ROLE OF CARBON IN THE FORMATION OF GOLD MINERALIZATION (BANDURKIVSKYI OCCURENCE)

N. M. Lyzhachenko[1], S. I. Kurylo[2]
1 – SE "Institute of Environmental Geochemistry of the NAS of Ukraine", albeet@ukr.net, 2 – M. P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine, kurylo.sergiy@gmail.com
The positive correlation between carbon-bearing rocks and gold-ore (and often other types of ore mineralization) is noted in many well-known deposits of the world (Karlin, Sukhyi Log, Natalka, Muruntau, etc.). In the framework of the Ukrainian shield, gold-bearing mineralization are traced in most of the graphite content strata. On the example of Bandurkivskyi golden occurence shows geological and mineralogical features of graphite mineralization, its spatial relationship with gold-bearing associations and native gold. It is stated that in the formation of gold mineralization a a significant role is played by the carbonaceous substance.

Графіт є кристалічною формою вуглецевої речовини. У земних умовах утворення графіту відбувається завдяки магматичним, метаморфічним та контактово-метасоматичним, пегматитовим, гідротермальним процесам у земній корі. Переважна більшість родовищ графіту утворена в результаті метаморфізму первинно осадових товщ і має органогенне походження. Як відомо, вуглецеві відклади створюють досить сприятливе геохімічне середовище для первинного накопичення багатьох промислово важливих елементів. За певних умов, особливо проявах зонального метаморфізму та тектонічної активності, вуглецьумістні відклади можуть накопичувати в собі золото, молібден, вольфрам, ванадій, платину та інші елементи. На території Українського щита графітвмісні породи асоціюють з значною кількістю родовищ та проявів рудних корисних копалин. Детальний порівняльний аналіз метаморфічних порід докембрію у різних ділянках УЩ вказує на існування певного стратиграфічного контролю в закономірностях розповсюдження вуглецьумісних формацій та золоторудних проявів [2]. Продуктивні товщі, збагачені графітом, входять до складу бузької серії архею, тетерівської, інгуло-інгулецької, криворізької серій палеопротерозою з якими пов'язані уран, золото, залізні руди, рідкісноземельні елементи тощо. Графітвмісні гнейси і кристалосланці, як правило, завершують вертикальний розріз метаморфізованих товщ Дністровсько-Бузького, Інгульського, Волинського мегаблоків та Криворізько-Кременчуцької зони і можуть бути використані як своєрідні маркувальні горизонти під час проведення регіональних кореляцій. У плані рудоносності вирізняється субмеридіональна Братсько-Звенигородська тектонічна зона, у межах якої виявлено ряд проявів мінералізації Au-As типу (Мостовий, Овражний, Софіївський, Бандурківський, Станковатий) у протерозойських граніто-гнейсових комплексах, що мають опосередкований зв'язок з високометаморфізованими графітумісними товщами. У північній частині Братського синклінорію відомі прояви золотої мінералізації в асоціації з рідкіснометалевими родовищами — Мостове (Au), (Ta, Nb), Полохівське (Li), приурочені до тектонічних зон із інтенсивним проявом процесів метасоматичних змін і також супроводжуються графітовою мінералізацією.

За багатьма мінералого-геохімічними рисами Бандурківський рудопрояв золота мало чим принципово відрізняється від аналогічних золоторудних об'єктів Братського синклінорію і складений метаморфічними породами рощахівської та камяно-костоватської світ інгуло-інгулецької серії. У геологічній будові присутні (вниз по розрізу) пегматоїдні граніти, біотитові плагіогнейси, гранат-біотит-кордієритові гнейси, графіт-біотитові плагіогнейси, серпентинізовані кальцифіри, графіт-діопсидові скарни, плагіоклаз-біотитові кристалосланці, графіт-діопсид-серпентинові кальцифіри. Усі породи, за виключенням гранітоїдів, різною мірою збагачені графітом. Об'ємний уміст графіту змінюється від одиничних зерен до 30 %. Графіт є породоутворюючим мінералом графітових гнейсів, де перебуває в зростках зі слюдами та хлоритом. Найбільша кількість графіту (15–30 %) характерна для гранат-графіт-біотитових, біотит-графітових гнейсів та графіт-діопсидових скарнів, що вміщують золоторудну мінералізацію. Графіт-діопсидові скарни зустрічаються у вигляді будин, лінз, які обгортають графіт-біотитові плагіогнейси. Рудна мінералізація поділяється на кілька

груп. Група арсенідів та сульфоарсенідів представлена льолінгітом, арсенопіритом, нікеліном та гортсдорфітом, сульфіди – сфалеритом, пентландитом та халькопіритом. У графіт-діопсидових скарнах присутня золото-бісмут-телуридна асоціація. Самородне золото трапляється у вигляді скупчень дрібних зерен, що заповнюють мікротріщинки або частково розташовуються згідно зі спайністю у флогопіті та графіті. Іноді зустрічаються досить крупні (0,1–0,3 мм у поперечнику) алотріоморфні золото-бісмутинові агрегати, що часто приурочені до лусок графіту. Складні за формою зростки з графітом розміром 0,04–0,2 мм у поперечнику утворюють інтерметалічні сполуки (CuSn). Внутрішня структура агрегатів відповідає типовим структурам розпаду твердих розчинів. Приуроченість до лусок графіту в породі має також бісмутин, який часто перебуває в зростках з самородним золотом.

За результатами ізтопоно-геохімічних досліджень $\delta^{13}C$ графіту кальцифіра становить –12 ‰, а графіт-діопсидового скарну – –12,9 ‰.

Звичайно, під час прогресивного та регресивного метаморфізму відбувається речовинний перерозподіл сингенетичного чи епігенетичного карбону та рудних елементів, що певною мірою ускладнює визначення їх кореляційного зв'язку. Але в процесах накопичення золота на початкових стадіях седиментогенезу головну роль відіграє саме органічна речовина. Це пов'язано з особливостями хімічної будови гумусових кислот, які в процесі гуміфікації утворюють аніони, здатні створювати стійкі координаційні з'єднання (комплекси) з більшістю металів. Процеси подальшої біохімічної трансформації та метаморфізму спричинюють утворення збагачених металами вуглецьумісних товщ [5]. Так, у вугіллі Забайкалля вміст золота становить від сотих до 34 г/т. Накопичення металів рослинами залежить від їх типу. Ціаногенні рослини здатні накопичувати золото в кількості більше 10 мг/кг сухої маси. Деякі види бактерій водоростей можуть перетворювати золото в металічну форму, утворюючи "золотий панцир" [1, 10]. Кореляція золоторудної мінералізції з органічною речовиною прослідковується на багатьох відомих родовищах. Це, зокрема, Карлін (США) – мінералізація Au-As типу, Сухой Лог (Іркутська обл.), Наталка(Магадан), Мурунтау (Узбекистан), Бакирчак (Казахстан), Кумтор (Киргизія). Найвищі вмісти золота родовища Вітватерсранд пов'язані саме з вуглецевими прошарками [6].

У міру збільшення ступеня метаморфізму вуглець переходить у більш досконалу форму (утворюється графіт, а ступінь впорядкованості кристалічної гратки невпинно зростає зі збільшенням температури), що спричинює вивільнення металічних комплексів та переходу металів у сполуки та самородні елементи. При цьому, метасоматична переробка може сприяти локальній концентрації елементів та їх повторному захопленню, зумовлюючи утворення прожилкового та "скарнового" золота. Ймовірно, що в даному процесі деяка роль може належати також вуглецьумістним високотемпературним флюїдам, охолодження та окиснення яких спричинює кристалізацію графіту за схемою $CH_4+O_2=C+2H_2O$ (Маракушев, 1999). Високий відновний потенціал середовища, що утворюється за рахунок окиснення вуглеводнів, може слугувати причиною наявності в графіті металів у вигляді інтерметалічних сполук, що згадані вище.

З точки зору метаморфічного походження золота можна стверджувати, що вуглецеві метазакисні породи виявляються хімічно більш сприятливими для його накопичення [7]. Деякими дослідженнями експериментально доводиться висока сорбційна здатність графіту при 500 °C по відношенню до золота (до 2 922 г/т) та платини (до 1 011 г/т) [3].

З огляду на вище сказане, роль карбону в накопиченні рудної мінералізації можна окреслити наступним чином: 1) накопичувальна роль органічного вуглецю (можна припустити попередньо розсіяну природу золота, сингенетичного органічній речовині, що сприяла його накопиченню); 2) транспортну (у процесі удосконалення структури органічної речовини під дією метаморфізму, можливий перерозподіл та локальна концентрація рудних елементів, карбонові сполуки сприяють перенесенню, перерозподілу елементів, при цьому варто враховувати також мантійні та корові високотемпературні вуглецьумістні розчини); 3) накопичувальну (висока сорбційна здатність вуглецевої речовини та графіту сприяє локальній концентрації елементів, е той же час, стійкість карбонумістних порід до високих температур може слугувати геохімічним бар'єром, де метали осаджуються в самородному вигляді чи в складі сульфідів і сульфоарсенідів). Звісно, при інтерпретації ймовірних умов накопичення золото-графітових асоціацій у пізньопротерозойських породах слід враховувати тривалий період формування цих порід, фактори тектонічного та інтрузивного впливу. Отримані в результаті досліджень ізотопні значення вуглецю з графіт-діопсидового метасоматиту Бандурківського прояву вказують на змішану природу вуглецю і характеризують наявність вуглецьумістних флюїдів мантійного та корового походження (Luque et al., 2012), на що вказують також збагаченість порід на Ti, Ni, Co, Cu, наявність е домішкових елементах Cr [4]. Імовірно, під час формування порід Бандурківського прояву вуглецева речовина мала місце як при первинному осадженні так і при переносі та привнесенні металів, а в процесі накопичення відігравала роль своєрідної "матриці" для останніх. Накопичення золота, можливо, мало схожий характер як це показано в [8] для проявів золота о. Шрі-Ланки.

Окрім детального геологічного вивчення закономірностей та умов локалізації рудної мінералізації, що проводяться при прогнозно-пошукових роботах, необхідно більше уваги приділяти ретельному мінералогічному вивченні продуктивних (та не продуктивних) рудних асоціацій та вмісних графітоносних товщ з метою визначення їх генетичного зв'язку. Це сприятиме більш ефективному пошуку благородних та рідкісних металів у майбутньому на території Українського щита.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Барабашева Е. Е, Брылева М. С.* К вопросу о формах нахождения и механизмах концентрирования углями на примере Забайкальских угольных месторождений. Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2016. – № 9. – С. 194–203.

2. *Бондаренко С. М.* Мінералізація Au-As типу в докембрійських копплексах Українського щита. Мінерал. журнал. – 2014. – 36. – № 1. – С. 59–73.

3. *Кузьмина Т. В.* Исследование хемосорбции золота и платины на углеродистое вещество в связи с проблемой металлоносности черных сланцев. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. – Владивосток, 2006. – 21 с.

4. *Лижаченко Н. М., Бондаренко С. М., Курило С. І., Сьомка В. О.* Золоторудна мінералізація в скарнах Бандурківського рудопрояву (Інгульський мегаблок, Український щит). Мінералогічний журнал, 2017 – 2017. – Вип. 39. – С. 8–19.

5. *Холин Ю. В.* Гумусовые кислоты как главные природные комплексообразующие вещества. Режим доступу: http://universitates.kharkov.ua № 4. – 2001.

6. *Школьник Э. Л.* Углеродные породы и золото в них бассейна Витватерсранд, ЮАР – исследования с помощью электронного микроскопа/Э. Л. Школьник, Е. А. Жегалло, Л. М. Гирасименко, Ю. В. Шувалова. – М., 2005. – 120 с.

7. *Andrew G.* Tomkins On the source of orogenic gold. Geology. December 2013. – Vol. 41. – № 12. – P. 1255–1256.

8. *Dissanayake C. B., Rupasinghe M. S.* Gold-graphite association in granulite terrains for ore genesis. Chemical Geology. – Vol. 97 (1992). – C. 265–272.

9. *Luque F. J., Crespo-Feo E., Barrenechea J. F., Ortega L.* Carbon isotopes of graphite: Implications on fluid history. Geoscience Frontiers. – Vol. 3. – Iss. 2. – 2012. – P. 197–207.

10. *Wood S. A.* The role of humic substances in the transport and fixation of metals of economic interest (Au, Pt, Pd, U, V). Ore Geology Reviews 11 (1996). – P. 1–31.

УДК 553.495(477)

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ СИРОВИННОЇ БАЗИ УРАНУ УКРАЇНИ

Лисенко О. А.[1], Бакаржієв А. Х.[2],
1 – канд. геол. наук, УкрДГРІ, м. Київ, Україна, alanlysenko@ukr.net. 2 – КП "Кіровгеологія", м. Київ, Україна

Охарактеризовано стан створеної бази уранової сировини, яка є основою ядерної енергетики України. Проаналізовано структуру запасів і ресурсів уранових руд вітчизняних об'єктів. Державним балансом враховано 17 родовищ, більшість з яких представлена низькорентабельними рудами альбітитового типу. Розглянуто рівень промислового освоєння розвіданих урановорудних об'єктів. Наразі гірничодобувною промисловістю експлуатуються чотири об'єкти натрій-уранової формації, що забезпечує лише частку потреб ядерної енергетики держави. Загальнодержавними планами і програмами передбачено нарощування щорічного видобування руд урану до 3 520 тис. т. З такими темпами розвіданих запасів вистачить не менш, ніж на 50 років. Для розширення і зміцнення мінерально-сировинної бази та досягнення енергетичної незалежності країни потрібне її поповнення багатими високорентабельними рудами, передумови виявлення яких наявні в межах визначених перспективних районів.

CONDITION AND PERSPECTIVES MINERAL AND RAW MATERIALS BASE OF URANIUM ORE OF UKRAINE

Lysenko O. A.[1], Bakarzhiyev A. Kh[2]
1 – candidate of geological and mineralogical sciences, UkrSGRI, Kyiv, Ukraine. 2 – State enterprise "Kirovgeologiya" Kyiv, Ukraine

In this article is characterized condition mineral and raw materials base of uranium ore of Ukraine, which is the basis of nuclear energy of Ukraine.

Уран серед енергетичних видів мінеральної сировини посідає особливе місце, слугуючи основою для виробництва електричної енергії в Україні. Влітку 2015 року атомні електростанції країни виробляли половину електроенергії, а 2017 року їхня частка в загальному балансі становила вже 55 % [5]. Найбільша з-поміж країн світу частка ядерної енергії в балансі споживання електроенергії лише в Литві та Франції (перевищує 75 %), а в Бельгії сягає рівня 55 %.

Станом на 2015 рік в Україні вироблялося 87,6 млрд кВт·год електроенергії. Енергетичною стратегією держави до 2035 року [3] передбачено збільшення потужності атомних електростанцій до 94 кВт·год, що потребує 3520 тонн урану на рік. Розвіданих запасів уранових руд, що враховані державним балансом України, за таких річних обсягів використання вистачить більше ніж на 50 років. Нині потреби атомної енергетики в урановій сировині задовольняються приблизно на 30–35 % завдяки розробці Ватутінського, Мічурінського, Центрального та Новокостянтинівського родовищ, що знаходяться в Кіровоградській області. Іншу частину урану до останнього часу постачали, переважно з Росії.

Загальний стан уранової мінерально-сировинної бази Загальнодержавною програмою розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року [4] оцінюється як задовільний. Україна має великі запаси уранових руд. За даними Державного науково-виробничого підприємства (ДНВП) "Геоінформ України" виявлено 46 родовищ, які розміщені в межах Українського щита (УЩ) і Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Державним балансом запасів корисних копалин враховано 17 родовищ з промислово оціненими запасами, зокрема в Кіровоградській області – 12, Миколаївській області – три, у Дніпропетровській і Луганській областях – по одному.

Сумарно промислові запаси урану є пристойними для держави, що використовує ядерну енергію. За цим показником Україна входить у першу десятку країн світу. Однак структура запасів вітчизняних родовищ далека від оптимальної. Основу її становлять доволі великі, але бідні за якістю руд родовища, пов'язані з натровими метасоматитами і зосереджені в межах Кіровоградської області.

За даними міжнародного агентства з атомної енергії (МАгАтЕ, або IAEA), до складу якого Україна входить з часу його заснування, сировинна база нашої держави складається переважно, із запасів і ресурсів вищеназваної натрій-уранової формації, а також родовищ калій-уранової формації (15 тис. т), приблизно 16,5 тис. т зосереджено в урано-бітумних родовищах, 20 тис. т – родовищах пісковикового (гідрогенного) типу, 30 тис. т – гідротермального жильного типу, 20 тис. т – структурно-сратиграфічних незгідностей.

Рентабельні за собівартістю видобутку розвідані запаси урану України (40–80 доларів США за 1 кг) становлять незначну частину від загального балансу. За різними оцінками – від 60 до 70 тис. т.

Промислове значення мають родовища альбітитового типу в натрових метасоматитах та гідрогенного, що пов'язаний з піщаними відкладами палеогену.

Найбільшим за запасами і найліпшим за якістю руд серед родовищ урано-натрового типу є Новокостянтинівське, що локалізовано в однойменній тектоно-метасоматичній зоні, яка в субмеридіональному напрямку перетинає центральну частину Інгульського мегаблока УЩ. Родовище є також найкрупнішим і серед уранових родовищ Європи. Запаси Новокостянтинівського родовища ледве не сягають 100 тис. т, що наближає

його до розряду унікальних. Великими за запасами (у ранзі від 50 до 100 тис. т) є Центральне і Докучаївське родовища. Інші урановорудні об'єкти, включно з розроблюваними Ватутінським і Мічурінським, належать до рангу 25–50 тис. т.

Розвідані сумарні запаси родовищ альбітитового типу перевищують 200 тис тонн. Основна частина з них оцінюється як низькорентабельні (більше 80 доларів США за 1 кг урану). Уран, який видобувають наразі на вітчизняних родовищах, має собівартість приблизно 100–120 доларів США за кілограм, тому не може конкурувати на світовому ринку.

Перспективні й прогнозні ресурси родовищ альбітитового типу Кіровоградського урановорудного району оцінюють приблизно в 200 тис. т.

Видобування уранових руд цього типу можливе тільки підземним способом, оскільки вони перекриті потужним (40–80 м) чохлом осадових кайнозойських порід. Кристалічні утворення протерозойського віку, які містять урановорудні поклади, є зазвичай міцними і стійкими. Гідрогеологічні й гірничотехнічні умови загалом сприяють ефективному відпрацюванню корисної копалини.

Під час вивчення й оцінки перших виявлених родовищ (Первомайського, Жовторіченського, Мічурінського, Ватутінського), а також найбільших за запасами, які відкрито пізніше (Северинського, Центрального, Новокостянтинівського), було застосовано гірничо-бурову систему розвідки. Водночас стволи шахт і капітальні та розвідувальні гірничі виробки одразу проходили з промисловим поперечним перерізом з розрахунком на використання їх під час експлуатації родовища. Інші урановорудні об'єкти розвідано системою бурових профілів.

За всі часи видобування уранових руд в Україні цілком відпрацьовано 2 корінні метасоматичні родовища залізо-уранової формації (Первомайське в м. Кривому Розі та Жовторіченське в м. Жовтих Водах), з яких фактично починалась уранодобувна промисловість як України, так і Радянського Союзу загалом.

Друге місце за промисловим значенням мають родовища гідрогенного типу в палеодолинах. Ці об'єкти зосереджені в межах Дніпровського буровугільного басейну (Дніпробасу) і пов'язані з вугленосними осадовими утвореннями бучацького ярусу палеогену, які розвинені на великій території в центральній частині країни від Житомирщини до Дніпропетровщини. Родовища хоча й невеликі за запасами (від 1 до 5 тис т), але є численними і їхні сумарні запаси та ресурси доволі значні.

До цього часу в Україні відпрацьовано лише два родовища цього типу – Девладівське (Дніпропетровська область) у 1964–1983 рр. і Братське (Миколаївська область) у 1972–1983 рр. Саме на Девладівському родовищі фахівці Кіровської експедиції вперше розробили й успішно застосували технологію підземного кислотного вилуговування урану (метод ПВ) з руд на місці їх залягання, яка потім отримала широкий розвиток у практиці видобутку цього металу як в Радянському Союзі, так і у Світі [1].

Усього в палегенових бучацьких відкладах виявлено й вивчено 13 уранових родовищ, що є придатними для відпрацювання методом ПВ. На двох з них – Сафонівському в Миколаївській області та Новогурівському в Дніпропетровській області раніше було проведено дослідно-промислові роботи, за якими отримано позитивні результати. Однак відпрацювання уранових руд стримувалось екологічними чинниками: об'єкти розміщені в густонаселеній місцевості; поблизу поверхні залягають водоносні горизонти, які може бути забруднено сірчанокислотними розчинами; із сільськогосподарського обороту потрібно вилучити великі площі родючих чорноземів.

Альтернативою може бути содово-кисневе вилуговування, яке не створює подібних екологічних проблем та яке широко використовують у світовій практиці.

Родовища калій-уранової формації (Південне, Калинівське і Лозоватське), що локалізуються в метасоматично змінених пегматитах і пегматоїдних гранітах Братського рудного поля на Побужжі (Миколаївська область), зараховано до резерву. Ці об'єкти є невеликими за запасами, характеризуються контрастним умістом урану від перших сотих часток до 0,3–0,5 %. Руди зазвичай комплексні – крім урану містять також торій, молібден і рідкісні землі.

Найвивченішим серед названих родовищ є Південне, яке відкрила Кіровська експедиція 1962 року. Тоді була кризова ситуація із забезпеченням запасами урану Східного гірничозбагачувального комбінату (СхідГЗК), що зумовило форсовану розвідку цього об'єкта навіть із застосуванням гірничих робіт. Підземними виробками було встановлено дуже складну морфологію рудних тіл і доволі низький середній уміст урану, а техніко-економічними розрахунками доведено збитковість експлуатації родовища [1]. Тому Південне та інші родовища району так і не було залучено до промислового освоєння.

Можливо, майбутнє Південного й подібних до нього родовищ і рудопроявів Братського рудного поля треба пов'язувати саме з наявністю супутньої мінералізації, насамперед рідкіснометалевої, яка останніми роками внаслідок стрімкого розвитку сучасних технологій викликає надзвичайний інтерес.

Уранобітумні родовища солянокупольного типу (Адамівське, Краснооскільське, Берецьке) виявлено в південно-східній частині ДДЗ у межах Слов'янської антикліналі. Уранобітумне зруденіння пов'язано з відкладами дронівської світи й приурочено до палеорусел, що огинають Адамівський діапір [2]. Уран концентрується в бітумах, уміст його сягає від десятих часток відсотка до перших відсотків. Ураноносні бітуми містять також ванадій і молібден (до 1 %), асоціюють з кіновар'ю, супроводжуються сульфідами свинцю, цинку та іншими рудними мінералами. Унаслідок великих глибин залягання руд (1 км і більше) цей тип не розглядають як перспективний для відпрацювання.

У кристалічних породах УЩ виявлено також жильні прояви уранової мінералізації. Типовим рудопроявом є Червоношахтарський, розміщений серед метаморфічних і ультраметаморфічних утворень Західноінгулецької зони [2], які представлені магнетитовими кварцитами, гнейсами, сланцями, мігматитами і гранітами. Уранова, мідна й змішана мідно-уранова мінералізація утворює дрібні жили і гніздоподібні скупчення. Уміст урану становить десяті частки відсотка, міді – на рівні 0,1 %. Об'єкт за масштабами є непромисловим.

У 80-х роках XX століття виконувались пошуки багатих руд типу "структурної незгідності" в рифейських відкладах на західному схилі УЩ за аналогією з провінцією Атабаскою (Канада), де дуже поширені родовища цього типу [1]. Унаслідок установлено чимало невеликих проявів, але жодного перспективного скупчення багатих уранових руд. На основі прогнозних критеріїв та пошукових ознак уранового зруденіння в межах Волино-Поліського прогину виділено дві площі в ранзі потенційно рудних вузлів – Дубровицьку та Крилівсько-Хотинську (Гулій, Маківчук, 2005).

В Україні встановлено прояви й інших відомих у світі геолого-промислових типів уранових руд, які в нашій державі розвинені обмежено і не беруть участі у формуванні сировинної бази урану.

У піщано-конгломератових утвореннях скелюватської світи криворізької серії в Кременчуцько-Криворізькій зоні виявлено непромислове за масштабами Миколо-Козельське родовище, а також декілька рудопроявів [2]. Уміст урану невисокий – від перших сотих часток відсотка до 0,12 %.

В осадових формаціях Прип'ятсько-Дніпровсько-Донецького авлакогену і Причорноморської западини відомо декілька уранових рудопроявів і непромислових родовищ, що утворилися на ранніх стадіях літогенезу [2]. На Північному Донбасі до них належать уранові рудопрояви вугленосного верхнього карбону, а в Причорноморській западині – декілька рудопроявів у базальних відкладах нижньої крейди.

Полігенне (екзогенно-гідротермальне) уранове зруденіння встановлено у вугільних шарах і карбонатних товщах Південного Донбасу, в зоні зчленування Донецької складчастої споруди і Приазовського мегаблока УЩ та в інших геолого-структурних позиціях.

Отже сировинна база урану України ґрунтується на промислових запасах родовищ натрій-уранової формації і гідрогенних родовищ пісковикового типу. Головні перспективи використання сировинної бази пов'язані з повномасштабним промисловим освоєнням Новокостянтинівського родовища, яке відрізняється від інших подібних йому об'єктів набагато більшими запасами урану, вищою якістю руд – середній уміст металу в 1,5–2,0 рази більший, ніж у розроблюваних наразі Мічурінському і Ватутінському родовищах. Основні запаси Новокостянтинівського родовища зосереджені в декількох великих рудних покладах, що містять понад 10 тис. т урану, тому можливе застосування дуже продуктивних систем відпрацювання уранових руд.

Інший напрям – промислове освоєння рентабельних гідрогенних родовищ пісковикового типу. Однак для цього треба передбачити безпечнішу содово-кисневу технологію вилуговування урану для запобігання або зменшення негативного впливу на довкілля під час розробки родовищ.

Серед загальних запасів урану, що враховані державним балансом, переважають рядові й бідні руди, які належать до низькорентабельних. Для ефективного функціонування енергетичної галузі й позбавлення її від залежності імпортних енергоносіїв, насамперед урану, потрібна оптимізація структури запасів для збільшення частки високорентабельних уранових руд. Це є можливим завдяки проведенню геологорозвідувальних робіт для виявлення промислових об'єктів з багатим урановим зруденінням. Передумови для цього в Україні є. Спільно проведеними науково-дослідними роботами казенного підприємства "Кіровгеологія" і Українського державного геологорозвідувального інституту (2001–2005 рр.) встановлено закономірності формування родовищ урану гідротермального жильно-штокверкового типу в породах фундаменту УЩ, типу структурно-стратиграфічної незгідності та пісковикового типу у вугленосній формації палеогену Дніпробасу й розроблено прогнозні критерії та пошукові ознаки уранового зруденіння цих типів.

Для виявлення уранового зруденіння гідротермального жильно-штокверкового типу на першочергову увагу в Інгульському мегаблоці заслуговують Північнолозоватський потенційно рудний вузол, західна й центральна частини Казанківсько-Жовторічанського рудного району і східна частина Кіровоградського рудного району; у Росинсько-Тікицькому – Сквирсько-Тетіївський потенційно рудний район та Гайворонський потенційно рудний вузол; в Приазовському – Васинівський (Оріхівсько-Павлоградська зона) та Вовчанський потенційно рудні вузли; у Середньопридніпровському – Солонівський потенційно рудний вузол в граніт-зеленокам'яній структурі.

Для уранового зруденіння типу незгідності на західному схилі щита визначено Крилівсько-Хотинський потенційно рудний вузол. Для проведення першочергових прогнозних робіт масштабу 1:50 000 та пошуків масштабу 1:25 000 з оцінкою найперспективніших у їхніх межах рудопроявів урану рекомендують дев'ять перспективних площ.

Серед рудних і потенційно рудних площ Дніпробасу на першочергову увагу заслуговують Братська рудна площа в Південнобузькому рудному районі, східна частина Криворізької рудної площі в Інгуло-Інгулецькому рудному районі і П'ятихатсько-Сурська рудна площа в Саксагансько-Сурському рудному районі. З огляду на те, що в межах Дніпробасу всі родовища та рудопрояви уранової мінералізації приурочені до широтної смуги завширшки 25 км, обмеженої з півдня Девладівським глибинним розламом у породах фундаменту, подальші роботи доцільно зосередити саме тут для вивчення насамперед території, де не проводили спеціальних робіт масштабу 1:50 000 і бвльше.

У межах указаних першочергових площ рекомендовано проведення прогнозно-геологічних робіт масштабу 1:50 000 з наступним переходом на пошуки масштабу 1:25 000. Водночас головну увагу потрібно приділяти довивченню відомих покладів і рудопроявів, а також вивченню верхів'їв і прибортових частин палеодепресій, де може бути виявлено нові палеопритоки й відгалуження з розвиненими зонами пластового окиснення.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Бакаржієв А. Х., Лисенко О. А.* Історія створення сировинної бази урану України//Мінеральні ресурси України. – 2018. – № 1. – С. 4–14.
2. *Гурський Д. С., Єсипчук К. Ю., Калінін В. І.* та ін. Металічні корисні копалини України/Київ – Львів: Вид-во "Центр Європи". 2006 – 740 с.
3. Енергетична стратегія України на період до 2035 року "Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність", схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18.08.2017 р. № 605-р.
4. Закон України "Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року", Відомості Верховної Ради України, 2011, № 44, с. 457.
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/Атомная_энергетика_Украины.

УДК 553.31(477.64)

ПІВДЕННО-БІЛОЗІРСЬКЕ РОДОВИЩЕ БАГАТИХ ЗАЛІЗНИХ РУД

Лисенко О. А.[1], Колотієвський Р. П.[2], Ковтун О.В.[3]

1 – канд. геол. наук, УкрДГРІ, м. Київ, Україна, alanlysenko@ukr.net, 2 – ПрАТ "ЗЗРК", м. Дніпрорудний, Україна, geo@zgrk.com.ua, 3 – провідний інженер геолог, УкрДГРІ, м. Київ

Узагальнено новітню інформацію щодо геолого-структурної позиції і геологічної будови Південно-Білозірського родовища багатих залізних руд. Завдяки проведенню експлуатаційної розвідки і дорозвідки глибоких горизонтів, виконання спеціалізованих досліджень, геолого-економічної переоцінки і геологічного вивчення родовища під час його промислової експлуатації отримано значний обсяг нових геологічних даних. Це дало змогу істотно уточнити умови залягання, морфологію і внутрішню будову рудних покладів, якісні й фізико-механічні властивості руд і вміщувальних порід, гідрогеологічні, інженерно-геологічні і гірничотехнічні умови розробки корисної копалини. У статті наведено результати аналізу та інтерпретації отриманих новітніх геологічних даних Південно-Білозірського родовища – сучасні уявлення щодо геологічної будови об'єкта, характеристику основних природних умов і параметрів, які впливають на ефективність промислової розробки багатих залізних руд.

SOUTHERN BILOZIRSKE DEPOSIT OF RICH IRON ORES

Lysenko O. A.[1], Kolotievsky R. P.[2], Kovtun O.V.[3]

1 – candidate of geological and mineralogical sciences, UkrSGRI, Kyiv, Ukraine. 2 – «Zaporozhye iron ore plant, Dniproudny, Ukraine. 3 – Leading engineer geologist, UkrSGRI, Kyiv, Ukraine.

The article presents the results of the analysis and interpretation of the latest geological data of the Southern Bilozirskoye deposit, as well as presentations on the geological structure of the object, the description of the main natural conditions and parameters that influence the efficiency of industrial development of rich iron ores.

Вступ

Південно-Білозірське родовище знаходиться у межах Білозерського залізорудного району (БЗР), що розміщений у Запорізькій області, у 70 км на південь від м. Запоріжжя. БЗР займає площу близько 1 200 км^2 і частково охоплює території Василівського, Михайлівського та Веселівського адміністративних районів. Район видовжений у субмеридіальному напрямку на 65 км (при ширині 5–20 км) – від Каховського водосховища на півночі і майже до районного центру Веселе на півдні.

До складу району входять три родовища багатих залізних руд: Північно-Білозірське, Південно-Білозірське та Переверзівське. Південно-Білозірське родовище знаходиться в середній частині залізорудного району.

Початок розвідувальних робіт на родовищі припадає на середину 50-х років XX століття. Детальна розвідка була завершена в 1960 р. (В. Ф. Халло та ін.) і того ж року запаси багатих залізних руд затверджені ДКЗ СРСР.

Після введення в 1969 році родовища в експлуатацію продовжувалось його вивчення і поетапна геологічна дорозвідка різних горизонтів і флангів до 1993 року включно. Постійно виконувалась експлуатаційна розвідка. З 2004 року поновлено дорозвідку глибоких горизонтів родовища.

Проведеними розвідувальними роботами значно уточнено загальні уявлення щодо геології та структури родовища і БЗР загалом, умов залягання, морфології і внутрішньої будови рудних покладів, якісних та технологічних показників корисної копалини, гідрогеологічних і гірничотехнічних умов промислової розробки багатих залізних руд.

На сьогодні Південно-Білозірське родовище експлуатується підземним способом ПрАТ "Запорізький залізорудний комбінат" (ПрАТ "ЗЗРК"). Продуктивною товщею є поклади багатих залізних руд, що залягають серед залізистих кварцитів запорізької світи білозерської серії. Руди є монометальними, супутніх корисних копалин, які мають промислове значення, не містять.

Залізні руди видобуваються в поверсі між горизонтами 301–940 м, у поверсі 940–1 040 м проводяться гірничопідготовчі роботи для продовження розробки багатих залізних руд на більш глибоких горизонтах.

Південно-Білозірське родовище є широковідомим та унікальним об'єктом з найкращими за якістю багатими залізними рудами не тільки в Україні, а й у Європі. Тому під час детальної розвідки і на початок видобування корисної копалини доволі широко висвітлювались його геологічна будова, геолого-структурна позиція та інші головні характеристики (Доброхотов, Щербакова, Халло, Гузенко, 1960; Ладієва, Гузенко, Литвиненко, Ніконов, Частий, 1967). До початку 90-х років минулого сторіччя публікації продовжували надходити доволі регулярно (Ладієва, 1978; Кушинов, 1981; Кравченко, Ганоцький, Кочанов, 1984). Останній же період відзначився явним браком публікацій і відповідно дефіцитом доступної для широкого кола фахівців і науковців новітньої геологічної інформації по об'єкту, який розглядається.

У 2011 і 2016 рр. на родовищі виконано геолого-економічну переоцінку (ГЕО) та перерахунок запасів корисної копалини, що було пов'язано із накопиченням нових геологічних даних, зміною економічних і технічних умов видобування корисної копалини, а також суттєвою зміною законодавчої бази – як загальної, так і у сфері надрокористування. В результаті відкориговано техніко-економічні та фінансові показники господарської діяльності ПрАТ "ЗЗРК", визначено коефіцієнт рентабельності, який свідчить про економічну

доцільність подальшої розробки родовища, розроблено рекомендації щодо забезпечення ефективної діяльності підприємства.

Геологічна будова району і родовища

БЗР розташований в південно-східній частині Середньопридніпровського мегаблоку Українського щита (УЩ) і за металогенічним районуванням, відповідно ієрархії металогенічних підрозділів, входить до Конксько-Білозерської металогенічної зони в межах Середньопридніпровської провінції (Войновський та ін., 2002). У структурному відношенні БЗР приурочений до Білозерського синклінорію, якому відповідає Білозерська зеленокам'яна структура (БЗС) [1]. У його геологічній будові беруть участь метаморфічні та інтрузивні породні комплекси палео- і мезоархею. Палеоархей у регіоні репрезентований плагіогранітоїдами дніпропетровського комплексу з ксенолітами порід аульської серії, мезоархей – утвореннями конкської і білозерської серій та парагенетично зв'язаними з ними у віковому і просторовому відношенні гранітоїдами сурського комплексу.

На площі Південно-Білозірського родовища розвинені породи білозерської серії, у складі якої виділено (знизу – вгору) михайлівську, запорізьку та переверзівську світи.

Михайлівська світа представлена теригенними та хемогенними залізисто-кременистими утвореннями і є найбільше розповсюдженою. У складі запорізької світи, що містить залізні руди родовища, виділяють три горизонти (підсвіти): нижній – метапісковиково-сланцевий, середній – залізорудний та верхній – кварцито-сланцевий.

Залізорудний горизонт розвинутий у вигляді вузьких смуг у межах Північно-Білозірського та Південно-Білозірського родовищ і, в свою чергу, також поділяється на три підгоризонти: нижній – хлорит-магнетит-карбонатний; середній – магнетитових кварцитів і покладів багатих залізних руд; верхній – хлорит-карбонат-магнетитових кварцитів, кварц-карбонат-хлоритових та слюдисто-хлоритових сланців.

Залізисті кварцити окислені, місцями переходять у багаті залізні руди. При цьому магнетит заміщується мартитом, залізисто-магнетитові карбонати – дисперсним гематитом, хлорит – глинистими мінералами і гематитом. Неокислені різновиди кварцитів збереглися в більшості випадків у лежачому та висячому боках продуктивного горизонту.

По зміні вмісту породоутворюючих мінералів цей підгоризонт також складається з трьох складових (пачок): нижньої – потужністю від 5 до 15–20 м, що прослідковується на всьому протязі родовища, і складеної грубосмугастими дисперсно-гематит-мартитовими і хлорит-карбонат-магнетитовими кварцитами; середньої – потужністю від 20 (профілі 41–40а) до 150–200 м (від профілю 40а до 37), представленої тонко-середньосмугастими кварцитами мартитовими і залізослюдковими, багатими залізними рудами мартитовими і дисперсно-гематит-мартитовими; верхньої – потужністю близько 20 м, у межах якої розвинені грубоверствуваті сіросмугасті кварцити хлорит-карбонат-магнетитові, які вміщують тіла багатих залізних руд.

Переверзівська світа складена асоціацією кварц-серицитових, кварц-карбонат-хлорит-серицитових, вуглецево-серицитових сланців, метапісковиків і безрудних кварцитів. Загальна потужність світи становить 540 м.

Вище у розрізі залягають метавулканіти ультраосновного, основного та середнього складу теплівської товщі середнього архею. Загальна потужність метавулканітів до 800 м.

Комплекс архейських порід родовища перекривається потужною товщею мезо-кайнозойських відкладів (крейди, палеогену, неогену, четвертинної системи) потужністю 250–270 м, які характеризуються субгоризонтальним заляганням.

Серед інтрузивних утворень поширені ультрабазити, що перетворені до стану серпентинітів. Ультрабазити приурочені, як правило, до стратиграфічного контакту михайлівської і запорізької світ, але часто апофізи міжпластових тіл серпентинітів перетинають усі горизонти порід продуктивної запорізької світи. Широко розвинені дайки кварцових кератофірів і альбітофірів та епідіабазів, які мають субмеридіональне простягання і потужність у десятки метрів.

У тектонічному відношенні Білозерський синклінорій є складно побудованою структурою, у межах якої виділяють шість лінійних антиклінальних і синклінальних складок [4, 5]. Південно-Білозірське родовище приурочено до північної частини західного крила Південно-Білозерської антикліналі, що орієнтована в субмеридіональному напрямку і простежується на відстані 20 км. Західне крило антикліналі падає на схід під кутом 60–80°, а з глибини 800–900 м змінює падіння на західне. Тіла залізистих кварцитів і пов'язаних із ними багатих залізних руд, за даними гірничо-експлуатаційних робіт, ускладнені складчастістю високих порядків.

Родовище має дугоподібну форму. Простягання залізорудних покладів і вміщуючих порід із півдня на північ поступово змінюється з північно-західного на північно-східне.

Достатньо широко на родовищі проявлені тектонічні порушення як плікативного, так і диз'юнктивного типів. Найбільш ускладнюючими структуру родовища і рудні поклади є поперечні дислокації.

Багаті окислені залізні руди Південно-Білозірського родовища за походженням і властивостями відносяться до саксаганського геолого-промислового типу (Халло, 1960; Михалевська, 1990; [1]), які просторово і генетично пов'язані із залізистими кварцитами. Зруденіння належить до глибинного ярусу й об'єднує крутопадаючі поклади залишкових гематитових руд стовпо- і пластообразної форми, які занурюються від поверхні кристалічних порід на глибину більше 2,5 км у Кривбасі і 1 500 м (установлена на сьогодні) у Білозерському районі.

Південно-Білозірське родовище згідно Інструкції [2] віднесено до 2-ї групи як об'єкт зі складною геологічною будовою, мінливою потужністю і порушеним заляганням рудних покладів.

Особливості залягання і морфологія рудних покладів

Поклади багатих окиснених руд Південно-Білозірського родовища залягають винятково в межах потужного горизонту залізистих кварцитів. Наразі геологи ПрАТ "ЗЗРК" за просторовим розміщенням і структурним положенням на родовищі виділяють п'ять стрімкопадних (до 75°) рудних покладів: "Головний", № 1, 6 "Північні лінзи" та "Нове".

Падіння залізистих кварцитів і багатих руд круте: північно-східне і східне в південній частині родовища (до лінії розрізу 39) і південно-східне в північній частині. Загалом кут падіння збільшується з півдня на північ – з 60–65° до 80–85°.

Рудні поклади мають стовпо-, пласто-, гніздо- і лінзоподібну, а також пластову й лінзову форми. Доволі часто в межах рудних покладів спостерігаються ділянки комбінованої форми, зумовленої суміщенням стовпоподібної і складної пластоподібної форм. Неоднорідні за складом і складні за будовою рудні тіла і поклади залягають тільки в межах залізистих кварцитів. Тіла простої пластової і лінзової форм присутні як у кварцитах, так і в сланцях. В останньому випадку багаті залізні руди цілком заміщують пластові тіла або прошарки залізистих кварцитів, що залягають серед сланців.

Залягання рудних покладів у цілому згідне або близьке до згідного по відношенню до нашарування вміщуючих порід. Розміри покладів за простяганням перевищують сотні метрів при потужності від декількох до 70–110 м. За падінням більшість рудних покладів продовжується нижче горизонту – 1 200 м.

Мінливість зруденіння в горизонтальному і вертикальному напрямках є неоднаковою. По латералі найбільша мінливість зруденіння характерною є, звичайно, для напрямку, перпендикулярному простяганню родовища. Найменша змінність параметрів спостерігається по падінню рудних покладів і тіл.

Зустрічаються "сліпі" пластоподібні тіла, які на нижніх горизонтах родовища зливаються в більш великі тіла. Найхарактернішим це є для покладу "Нове".

Контакти багатих руд із уміщуючими залізистими кварцитами, як правило, доволі різкі і виділяються макроскопічно, а зі сланцями однозначно є чіткими і різкими.

Зруденіння як за простяганням, так і за падінням розподілено нерівномірно. Основний обсяг запасів багатих залізних руд зосереджений у південній частині родовища в покладі "Головний", який розташований між профілями 41–39.

Якісні і фізико-механічні властивості руд і порід

За якісними показниками багаті залізні руди Південно-Білозірського родовища є найкращими серед аналогічних об'єктів України і Європи. Середній уміст заліза загального в рудах, оконтурених за затвердженими постійними кондиціями, становить 62,25 %.

Основною товарною продукцією ПрАТ "ЗЗРК" є агломераційна руда, уміст заліза загального в якій повинен бути не менше 61 %. Частка цієї руди в річному обсязі виробництва становить понад 90 %. Другий вид товарної продукції – мартенівська руда із умістом заліза близько 58 %, яка в загальному обсязі товарної продукції становить близько 7 %.

Руди не потребують операцій по збагаченню, а лише подрібнення до розмірів фракцій, які відповідають вимогам агломерації та мартенівського виробництва.

Головним рудоутворюючим мінералом багатих залізних руд є гематит, який складає 80–98 % рудної маси. Мінерал представлений трьома різновидами – дисперсним гематитом, мартитом і залізною слюдкою. Найпоширеніші дисперсний гематит і мартит. За формою виділення гематиту руди поділяються на три основних підтипи: мартитові (фото 1), дисперсногематит-мартитові (фото 2) та дисперсногематитові, які мають відмінні фізичні властивості.

Фото 1. Руда мартитова, тонкосмугаста, плойчаста, кавернозна, тріщинувата

Фото 2. Руда дисперсногематит-мартитова, тонкосмугаста, плойчаста, пориста

За результатами досліджень фізичних властивостей багатих залізних руд (УкрДГРІ, 2015) установлено, що їхня об'ємна маса безпосередньо не залежить від умісту заліза, а напряму залежить від їхньої пористості та закономірно змінюється по мінеральних типах: збільшується зі зменшенням пористості від руд дисперсногематитових, дисперсногематит-мартитових до мартитових.

Вологість руд залежить від їхньої пористості та вмісту сорбуючих мінералів і закономірно змінюється по мінеральних типах: збільшується зі зростанням пористості та вмісту дисперсного гематиту, гідрохлориту, від мартитових, дисперсногематит-мартитових до дисперсногематитових.

Середнє значення об'ємної маси неоднорідного масиву багатих залізних руд родовища становить 3,95 ± 0,06 т/м^3, пористості – 18,72 %, вологості – 4,36 %.

Природні умови експлуатації родовища

Родовище характеризується складними гідрогеологічними, інженерно-геологічними і гірничотехнічними умовами, що пов'язано з вкрай складною неоднорідністю фізико-механічних властивостей залізорудної товщі і вміщуючих порід, а також наявністю потужного водонасиченого осадового чохла перекриваючих мезо-кайнозойських відкладів.

На родовищі визначено вісім водоносних горизонтів. Сім із них пов'язані з пухкими відкладами осадового чохла, потужність якого становить 250–300 м. Восьмий (нижній) горизонт приурочений до тріщинуватих кристалічних порід фундаменту, включаючи залізорудні поклади.

Наявність в осадовому чохлі потужної товщі (160–190 м) глинисто-мергелистих водонепроникних відкладів дозволяє виділити два комплекси. До першого з них віднесені п'ять водоносних горизонти, які залягають на глибинах до 130 м від денної поверхні вище глинисто-мергельної олігоцен-еоценової товщі. До другого комплексу належать водоносні горизонти в еоценових (бучацьких), крейдових відкладах і тріщинуватих кристалічних породах, які розташовані безпосередньо під глинисто-мергельною товщею олігоцен-еоцену.

Водоносні горизонти першого комплексу надійно ізольовані від горизонтів другого комплексу, тому осушувальні роботи при освоєнні родовища на їхній режим не впливають. Цьому сприяло інженерне рішення щодо розробки Південно-Білозірського родовища із закладанням виробленого простору.

Інженерно-геологічні і гірничотехнічні умови розробки багатих руд відносяться, згідно [3], до складних, що зумовлено потужним обводненням гірничих виробок, вторинним обводненням гірничого масиву при закладці, неможливістю проведення гірничих робіт без випереджуючого дренажу. Основний фактор, який визначає складність гірничо-геологічних умов розробки Південно-Білозірського родовища – значні водоприпливи до гірничих виробок.

Запроваджена система розробки багатих залізних руд забезпечує: збереження продуктивності водоносних горизонтів, які використовують для водопостачання південно-західної частини Запорізької області; повне збереження поверхні землі від обвалів і зсувів на площі ведення гірничих робіт і гірничого масиву, що оточує гірничі виробки; запобігання потраплянню води продуктивних водоносних горизонтів у гірничі виробки.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гурський Д. С., Єсипчук К. Ю., Калінін В. І.* та ін. Металічні корисні копалини України/Київ – Львів: Вид-во "Центр Європи". – 2006. – 740 с.

2. Інструкція із застосування Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ руд чорних металів (заліза, марганцю та хрому): затверджена наказом Державної комісії України по запасах корисних копалин від 18.10.2002 № 155 та зареєстрована в Міністерстві юстиції України 11.11.2002 N 881/7169: чинна з 01.01.2003/Державна комісія України по запасах корисних копалин. – К., 2002.

3. Інструкція з геологічного обслуговування гірничорудних підприємств, які розробляють залізні руди підземним способом. Концерн гірничорудних підприємств України "Укррудпром". – Кривий Ріг, 1997. – 55 с.

4. *Кушинов Н. В.* К вопросу геологического строения Белозерского района//Геол. журн. – 1981. – № 4. – С. 14–19.

5. *Кушинов Н. В.* Новое о тектоническом строении Белозерского железорудного района//Геол. журн. – 1981. – № 6. – С. 112–117.

УДК 553.541(477.82)

ГЕОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИДОБУВАННЯ ГАЗУ В ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОМУ КАМ'ЯНОВУГІЛЬНОМУ БАСЕЙНІ

А. В. Локтєв[1], М. В. Мельник[2], М. М. Грет[3], М. О. Мороз[4]
1 – канд. геол. наук, заступник начальника управління-начальник відділу нафтогазової промисловості управління паливно-енергетичного комплексу департаменту паливно-енергетичного комплексу та енергозбереження, Львівська обласна державна адміністрація, м. Львів, Україна, pek@loda.gov.ua, 2 – директор департаменту паливно-енергетичного комплексу та енергозбереження, Львівська обласна державна адміністрація, м. Львів, Україна, pek@loda.gov.ua, 3 – заступник директора департаменту – начальник управління паливно-енергетичного комплексу департаменту паливно-енергетичного комплексу та енергозбереження, Львівська обласна державна адміністрація, м. Львів, Україна, pek@loda.gov.ua, 4 – начальник відділу вугільної та енергетичної промисловості управління паливно-енергетичного комплексу департаменту паливно-енергетичного комплексу та енергозбереження, Львівська обласна державна адміністрація, м. Львів, Україна, pek@loda.gov.ua

Нині зростання попиту на природний газ спонукає дослідників шукати особливі підходи щодо виявлення покладів вуглеводнів у розрізах вугільних басейнівводночас важливо враховувати, що у вугільних пластах метан сорбований вугіллям або перебуває в стиснутому стані в кліважних мікротріщинах. Обґрунтовано та надано характеристику з визначення газонасичених інтервалів порід-колекторів у карбонових відкладах.

GEOLOGIC FEATURES OF GAS PRODUCTION FROM IN LVIV-VOLYN COAL BASIN

A. Loktiev[1], M. Melnyk[2], M. Hret[3], M. Moroz[4], Lviv Region State administration, Lviv, Ukraine, pek@loda.gov.ua

Currently demand on natural gas pushes researchers to look for special methods for hydrocarbon deposits exploration in coal deposits, but needed to be considered that methane which is sorbed by coal is related to clivage micropores and is pressed up In the description justification is given as well as characteristics on gas saturated ranges of reservoir layers in carbon sediments.

Здавна відомо, що в кам'яновугільних басейнах зосереджені дуже великі об'єми горючого газу. Вугільний газ на 80–98 % складається з чистого метану. Присутні також сірководень, оксид вуглецю та ін.

Світові запаси метану у вугільних пластах дуже великі. Підраховано, що запаси газу у вугільних басейнах перевищують його запаси, які зосереджені у традиційних родовищах. За офіційною інформацією [1] у межах вугільних басейнів, що розташовані на територіях Китаю, Росії, США, Австралії, України, Польщі, ЮАР, Індії, Німеччини дорівнюють 260 трлн м^3. Україна входить у п'ятірку країн, багатих запасами вугільного газу, але на даний момент в Україні видобуток та утилізація метану з вугільного газу знаходиться на рівні побічної діяльності деяких шахт, хоча перші кроки в цьому напряму в Донбасі робились ще в 30-х роках XX століття [2].

Україна володіє двома кам'яновугільними басейнами: Донецьким (Донбас), де зосереджено 92 % вугільних запасів України та Львівсько-Волинським – 8 % запасів вугілля (який в Західно-Європейських країнах називають Люблінським).

На території України в межах Львівсько-Палеозойської западини розташований Львівсько-Волинський вугільний басейн, який займає площу 10 тис. км².

У геологічному відношенні басейн є пологою монокліналлю, що поступово опускається в північно-західному напрямку. Західна частина Львівсько-Волинського басейну знаходиться на території Польщі, де його називають Люблінським. Вугленосні відклади відносяться до товщі нижнього і середнього карбону, де зосереджено до 60 пластів кам'яного вугілля, товщиною 0,5–1,0 м. Початкові геологічні ресурси вугілля у Львівсько-Волинському кам'яновугільному басейні дорівнювали 2,1 млрд т. На даний час ресурси басейну, ймовірно, ще не вироблені і наполовину. Вугілля в даному басейні двох марок: Газові-92 % і Жирні-8 %. Глибини залягання вугільних пластів невеликі від 300 до 650 м. Видобуток вугілля у басейні не є стабільним і в останні роки коливається в межах 1,25–2,0 млн т у рік У 2016 р. видобуток вугілля у Львівсько-Волинському кам'яновугільному басейні склав 2,0 млн т [3–5].

На даний час існує два методи видобутку вугільного метану: 1 – шахтний, тобто безпосередньо з шахт, коли постійною вентиляцією повітрям гірничих виробок вугільний газ поступає на поверхню з послідуючим відділенням його від повітря; 2 – видобуток метану з вугільних пластів шляхом буріння спеціальних свердловин з денної поверхні.

Шахтний метод одержання газу з вугілля входить у процес видобутку вугілля, так як завдяки виносу метану з гірничих виробок досягається мета – зменшення його концентрації в шахті, що є превентивним заходом у відношенні запобігання вибуху метану у шахтах. Одержаного метану з гірничих виробок шахтно-вентиляційним методом, шляхом сепарації його з повітря на поверхні, в основному, вистачає тільки для забезпечення власних потреб на шахтах. Метод видобування метану з вугільних пластів за допомогою буріння

спеціальних свердловин є достатньо масштабним методом, який може забезпечити постачання метану як палива промисловим підприємствам.

Так, у США видобуток метану свердловинним методом у 2010 р. сягнув 60 млрд м^3. Промислове видобування метану з вугільних пластів свердловинним методом розпочато також в Австралії, Китаї, Канаді, Німеччині та ін. країнах. Згідно прогнозів експертів США, видобуток метану з вугільних пластів у 2020 р. в їх країні може сягнути 100–150 млрд м^3/рік [1]. Метан вугільних родовищ на 35–40 % дорожчий за природний газ, однак з урахуванням знижок, організаційно-виробничих заходів, передбачених спеціальним законодавством у США видобуток метану з вугільних пластів цілком рентабельний.

Головною геологічною особливістю умов зосередження метанових накопичень у вугільних пластах є те, що у звичайних (традиційних) покладах газ знаходиться у вільному стані в порах колекторів (наприклад у пісковиках), у порожнинах тріщінних вапняків тощо, а у вугільних пластах метан сорбований вугіллям або знаходиться у затиснутому стані в кліважних мікротріщинах. Із звичайного колектора після розкриття його свердловиною газ рухається вгору по стовбуру свердловини за рахунок пластового тиску, у той час як у пласті вугілля для руху метану необхідно, як правило, спочатку створити додаткову тріщинуватість для того, щоб у пласті вугілля тиск знизився і розпочався вихід газу з мікротріщин. Це досягається, як правило, проведенням гідророзривів вугільних пластів. Але слід враховувати те, що на відмінність від традиційних порід-колекторів, де гідророзривна рідина підтримує розкритість тріщин, для одержання газу з вугільного пласта необхідно з нього відкачати рідину гідророзриву, а також і певний обсяг пластової води, саме для того, щоб забезпечити знижку тиску у вугільному пласті. Зниження тиску у вугільному пласті призводить також до десорбції метану з вугілля і переходу його у вільний рухомий стан. Таким чином, створення депресії у вугільному пласті активізує рух метану по гідророзривним тріщинним каналам по пласту до найбільш депресованого місця, тобто до свердловини. Тому, з початку відкачки води з свердловини, уміст газу в продукції, що одержується, поступово збільшується, так як збільшується депресія у привибійній зоні вугільного пласта. Через певний час, якщо затиснута в пласт гідророзривна рідина закінчилася за рахунок її відкачки, дебіт газу поступово стабілізується. Але у випадку, коли вода у свердловину поступає з вміщуючих вугільний пласт відкладів (водоносних пісковиків, вапняків тощо) для одержання дебіту чистого газу необхідно застосовувати методи ізоляції водоносних пластів і пропластків, які описанні в [6].

Другою геологічною особливістю розвідки і видобування газу із вугільних пластів є те, що в загальному випадку з них можна одержати промислові дебіти газу з глибин нижчих зони аерації, яка у працівників вугільної промисловості одержала назву “зоною газового вивітрювання”, товщина цієї зони іноді становить 250 і більше метрів, в залежності від щільності і ступеня порушення порід, які її складають.

Економічне й екологічне значення великомасштабного видобування метану в кам’яновугільних басейнах шляхом буріння свердловин, наприклад в Україні, полягає в тому, що по-перше, виникає можливість значно збільшити видобуток газу в країні і бути менш залежними від імпортерів газу; по-друге, видобування з вугілля метану дасть можливість знизити об’єми газу, що викидають в атмосферу без утилізації, що дуже важливо для екології, а також можливо забезпечить часткове зниження податків за екологічними квотами в еквіваленті викидів в атмосферу парникових газів. За даними Мінвуглепрому України (2009 р.), згідно процедури Кіотського протоколу, зниження викидів шахтного газу в еквіваленті угарного газу на 500 млн т, може забезпечити Україні економію до 4 млрд доларів США [2].

Дегазацію вугільних пластів можна активізувати звичайними буро-вибуховими методами, описаними в літературі [8]. Наприклад, можна пропонувати експериментальне використання способу вибухового гідророзриву пласта, ідея якого запатентована нами в Україні у 2002 р. [7]. Суть методу полягає в тому, що у при вибійну зону пласта закачується не водяний розчин, як це робиться при гідророзриві пласта, а ракетне рідинне паливо, яке саме по собі не є вибуховим. Потім подається каталізатор, що приводить до вибуху ракетного палива і потужного струсу гірничого масиву.

На даний час загальні запаси газу Донецького і Львівсько-Волинського вугільних басейнів оцінюється до 25 трлн м^3 [1, 2]. У Донецькому кам’яновугільному басейні сьогодні у невеликих кількостях метан видобувається, в основному, методом виносу його на поверхню при вентиляції шахт. Однак, цей метод дозволяє видобувати тільки до 120 млн м^3 газу в рік, що недостатньо.

З урахуванням Львівсько-Волинського басейну можна вважати, що вугільні родовища України містять 2,5–3,0 трлн м^3 газу. Вивчення газового режиму шахти “Степова”, “Лісова”, “Відродження” та ін., підтверджує та уточнює закономірності розподілу газу у карбонових відкладах вугільних пластів. Відмічені неодноразові газопрояви в геологорозвідувальних свердловинах, які свідчать про газонасиченість порід-колекторів та можливу наявність мікропокладів газу, особливо в зонах тектонічних порушень. Газопрояви із свердловин проявляли себе по-різному – від спокійного у вигляді бульбашок при самовиливі пластової води до фонтанування води з газом. Газ при підпалюванні горів (висота полум’я досягала 60–80 м). Тривалість газопроявів – від декількох годин до 3–4 тижнів. Окрім метану, кількість якого досягала 93,76 %, газ вміщував важкі вуглеводні – етан і пропан у кількості 0,17–0,16 % відповідно. Найбільш характерним для газів вугільних пластів є присутність водню (H_2) у кількості 1–4 %, інколи більше. Наявність водню у більшості проб свідчить про проникність масиву нижче залягаючих порід внаслідок тектонічної порушеності, та підняття вуглеводнів з глибини.

Геологорозвідувальні роботи могли б вирішити проблеми масштабного видобування вугільного газу з свердловин. Це, з одного боку, дозволить знизити жахливу небезпеку робіт у шахтах, а з другого – видобуток

метану з вугільних пластів стане потужним енергоресурсом у загальному енергобалансі України. У Львівсько-Волинському басейні у зв'язку з тим, що вугільні пласти мають пологе, майже горизонтальне, залягання, ймовірно, доцільно випробувати американську технологію видобутку сланцевого газу горизонтальними свердловинами [8].

ЛІТЕРАТУРА

1. Угольный газ: перспективы добычи и использования: http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id =6484 28.08.2011 13:29:05.
2. Метановые миллиарды: http://minprom.ua/articles/38408.html 28.08.2011 12:59:09.
3. Донецкий угольный басейн: http://donbass2009/01/07/doneckyjj-bassejjn.html 09.07.2011 11:05:52.
4. *Кушнирук В. А.* Газоносность угленосной толщи Львовско-Волинского угольного бассейна: – Киев: Наукова думка, 1978. – 117 с.
5. *Рудько Г. І., Бала В. В., Маковський Ю. С., Мороз А. В.* перспективи подальшої розробки покладів кам'яного вугілля Львівсько-Волинського басейну/Четверта міжнародна науково-практична конференція "Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування". Україна, м. Трускавець, 6–10 листопада 2017 р. – С. 105–113.
6. *Орлов О. О.* Патент UA 89738. – Київ: Спосіб селективної ізоляції водоносних прошарків в тонкошаруватих піщано-глинистих газо водоносних товщах/Орлов О. О.,Чорний О. М., Говдун В. В., Локтєв А. В./2009. – 6 с.
7. *Орлов О. О.* Патент UA 47994 Спосіб гідровибухового розриву пласта/Орлов О. О., Трубенко О. М., Локтєв А. В., Омельченко В. Г./2002. – 6 с.
8. *Орлов О. О.* Геологічні особливості розвідки і розробки покладів вугільного газу. – Ів. – Франківськ: ІФНТУНГ, Розвідка і розробка нафтових та газових родовищ. 2011. – № 3. – 6–8 с.

УДК 551.491.4

ТЕРМАЛЬНІ ВОДИ – ВАГОМИЙ СКЛАДНИК МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ ЗАКАРПАТТЯ

Н. Г. Люта [1], І. В. Саніна[2], Г. Г. Лютий
1 – канд. геол.-мінерал. наук, УкрДГРІ, м. Київ, Україна, nlyuta@ukr.net, 2 – УкрДГРІ, м. Київ, Україна, ekogeol@ukr.net, 3 – канд. геол.-мінерал. наук, УкрДГРІ, м. Київ, Україна, ekogeol@ukr.net
Розглянуто стан гідромінеральної бази Закарпатської області та перспективи її освоєння. Наведено дані щодо глибин залягання, дебітів свердловин, температури води на гирлі свердловин, хімічного стану термальних вод. На Закарпатті є значні ресурси для збільшення видобування термальних вод та їхнього освоєння, передовсім у бальнеологічних цілях.

THERMAL WATER – A SIGNIFICANT COMPONENT OF THE MINERAL AND RAW MATERIALS BASE OF TRANSCARPATHIA

N. G. Lyuta[1], I. V. Sanina[2], G. G. Lyutyi[3]
1 – candidate of geological and mineralogical sciences, UkrDGRI, Kyiv, Ukraine, nlyuta@ukr.net, 2 – UkrDGRI, Kyiv, Ukraine,, ekogeol@ukr.net, 3 – candidate of geological and mineralogical sciences, UkrDGRI, Kyiv, Ukraine, ekogeol@ukr.net
The report considers the current state of the hydromineral base of the Transcarpathian region and the prospects for its development. The data on depths, production rate of wells, water temperature and chemical state of thermal waters are given. There are significant resources to increase the extraction of thermal waters and their development mostly in balneological purposes in Transcarpathia.

Термальні води – підземні води з температурою більше 20 °С нині у світі застосовуються для вироблення електроенергії, опалення, у бальнеологічних цілях і для видобування цінних компонентів. Залежно від застосування, до термальних вод застосовується різна класифікація. За бальнеологічною класифікацією серед них виділяються субтермальні (теплі) – 20–25 °С, термальні (гарячі) – 35–42 °С та високотермальні (дуже гарячі) – >42 °С. Для теплоенергетичного використання застосовуються води низькопотенціальні (до 70 °С), середньопотенціальні от 70 до 100 °С и високопотенціальні – вище 100 °С [1].

В Україні території з підвищеним показником геотермічного градієнта приурочені до зон молодої альпійської складчастості – Криму та Карпат. Судячи з Карти геотермального районування геоструктур України, укладеної в УкрДГРІ за матеріалами ДГП "Укргеофізика" та Інституту геофізики НАНУ, регіоном з найвищою температурою надр в Україні є Закарпатський прогин, де геотермічний градієнт становить 3,57–8,0 °С/100 м. На глибинах 2 км температура становить 90–100 °С, за деякими даними – до +120 °С. Найбільші аномалії приурочені до Чоп-Мукачівської і менше – Солотвинської западини. Максимальну температуру +132 °С зафіксовано на площі Залужжя (Мукачівський р-н) на глибині 2 860 м [2].

Геолого-структурні та гідрогеологічні особливості регіону зумовили наявність численних – близько 30 родовищ і проявів термальних вод, зосереджених у десяти курортно-рекреаційних зонах (КРЗ): Ужгородській, Мукачівській, Берегівській, Іршавській, Хустсько-Виноградівській, Тячівській та Свалявській. Найбільше їх у Берегівській КРЗ, де термальні води розкриті 40 свердловинами. За даними регіональної прогнозної оцінки, виконаної в 80-тих роках XX століття, прогнозні ресурси термальних вод неогенового водоносного комплексу в межах Закарпатського артезіанського басейну становлять 12 тис. м^3/добу.

Водоносні горизонти термальних вод приурочені до неогенових андезитів, туфів, туфітів, пісковиків та аргілітів, глибина залягання яких становить переважно 500–1 000 м. Щоправда, слід зауважити, що часто розріз вивчений не надто детально, адже можливість виведення термальних вод на поверхню була встановлена в процесі пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ, що масово проводилися тут у 60-ті роки XX сторіччя із застосуванням безкернового буріння.

Дебіти свердловин від 0 до 23 дм^3/с. Температура на гирлі свердловин коливається від 23–57 °С до 61 °С. На Берегівському родовищі вона становить 58–61 °С. Мінералізація коливається у широких межах – від 3–25 до 150 г/дм^3 і більше. Води різноманітного хімічного складу, з різними специфічними компонентами – вуглекислі, крем'янисті, борні, йодо-бромні борні, з підвищеним умістом заліза, хлоридного натрієвого, натрієво-кальцієвого, рідше – хлоридно-гідрокарбонатного і гідрокарбонатного кальцієвого складу.

Згідно з Постановою Кабміну України № 827 від 12 грудня 1994 р. Про затвердження переліків корисних копалин загальнодержавного та місцевого значення, серед підземних вод виділяються мінеральні, питні, технічні, промислові і теплоенергетичні води. Таким чином, Державним балансом запасів корисних копалин термальні води обліковуються або як теплоенергетичні, або як мінеральні. Станом на 01.01.17 р. Державним балансом ураховані два родовища теплонергетичних вод – Берегівське та Чігосуг у м. Береговому, крім того, низка родовищ термальних вод взяті на баланс як мінеральні (родовища Косинське, Теплиця, Велятинське, Нижньосолотвинське, Мукачівське). Однак варто зауважити, що родовища Берегівське та Чігосуг, які враховані як теплоенергетичні, використовуються винятково для бальнеологічних цілей. Берегівське родовище з запасами

871 м^3/добу використовується двома користувачами – Учбовою спортивною базою “Закарпаття” (з 1973 р.) та ТОВ “Жайворонок-Пачірта” (з 2012 р.) для наповнення басейнів. На родовищі Чігосуг з апробованими у 2016 р. запасами 150 м^3/добу також планується використовувати воду для оздоровчо-рекреаційних потреб.

Розмаїття хімічного складу термальних вод Закарпаття зумовлює широкий спектр їхнього використання у бальнеотерапевтичній практиці. Бальнеопроцедури застосовуються при лікуванні захворювань опорно-рухового апарату, центральної та периферійної нервової системи, серцево-судинної системи, хворіб шкіри, органів дихання тощо. В наявних бальнеологічних закладах нині, за нашими оцінками, використовується близько 700 м^3/добу термальних вод, що становить лише 6 % від загального обсягу оцінених прогнозних ресурсів і забезпечує можливість значного збільшення перспектив освоєння термальних ресурсів Закарпаття.

Не варто відмовлятися і від використання вод для потреб теплоенергетики, особливо зважаючи на сучасні технології вилучення енергетичних ресурсів природних теплоносіїв, у тому числі низькопотенціальних. Однак, на нашу думку, аналіз природних умов Закарпаття і даних щодо щільності населення свідчить про те, що найдоцільнішим на сьогоднішній день усе-ж видається освоєння термальних вод Закарпаття для надання курортних послуг. Цей напрям є перспективним як з огляду на те, що Україна в останні роки втратила частину своїх курортних ресурсів на півдні на невизначений термін, так і в контексті курсу нашої країни на євроінтеграцію. Адже практично на кордоні з країнами Євросоюзу розміщені родовища з доведеними лікувальними властивостями широкого спектру дії, які досі не оцінені належним чином європейськими споживачами. У той же час у них є низка суттєвих переваг, а саме: близьке розташування, м’який клімат, помірні ціни, досить високий рівень лікарського персоналу, гостинне місцеве населення.

Яскравим прикладом освоєння термальних вод є сусідня Угорщина, де базі їхніх родовищ діє більше 120 бальнеотерапевтичних комплексів, широко розвинений термальний туризм.

Протягом останніх років на Закарпатті побудовано кілька сучасних бальнеотерапевтичних комплексів – Косине, Жайворонок-Пачірта (Берегове), Теплі води (Велятин), Термал Стар (Нижнє Солотвино). Водночас більшість родовищ і проявів термальних вод ще очікують свого освоєння. Існують певні ризики, пов’язані з невитриманістю водоносних горизонтів, значними глибинами залягання, часто – незначними дебітами свердловин. Тому першочерговими задачами є детальне вивчення термальних вод і переоцінка їхніх прогнозних ресурсів, оскільки останні системні дослідження підприємствами геологічної галузі проводилися тут у 70–80 рр. XX сторіччя.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горная энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия. – 1991. – Т. 5. – 133 с.
2. *Люта Н. Г., Саніна І. В., Лютий Г. Г.* Перспективи освоєння геотермальних ресурсів Закарпатської області//Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування. Матеріали четвертої міжнародної науково-практичної конференції у 2 томах, 6–10 листопада 2017 р., м. Трускавець, Україна, ДКЗ. – Т. 1 – С. 339–341.

УДК 551.495

ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ В УКРАЇНІ ПИТНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Г. Г. Лютий[1], І. В. Саніна[2]
1 – канд. геол.-мінерал. наук, УкрДГРІ, м. Київ, Україна, ekogeol@ukr.net, 2 – УкрДГРІ, м. Київ, Україна, ekogeol@ukr.net

У статті розглянуто сучасний стан експлуатаційних запасів підземних вод і перспективи їхнього освоєння. Наведено дані щодо використання підземних вод для забезпечення питною водою населених пунктів України. Майже 37 % адміністративних районних центрів не мають розвіданих родовищ підземних вод для організації централізованого водопостачання. Пропонуються шляхи вирішення цієї проблеми із застосуванням сучасних методів пошуків та розвідки і державної оцінки запасів підземних вод у ДКЗ України

PROBLEMS OF DRINKING GROUNDWATER USING IN UKRAINE

G. G. Lyutyi[1], I. V Sanina[2]
1 – candidate of geological and mineralogical sciences, UkrDGRI, Kiev, Ukraine, ekogeol@ukr.net, 2 – УкрДГРІ, м. Київ, Україна, ekogeol@ukr.net

The article considers the current state of the exploitable reserves of groundwater and the prospects for their development. The are given on the of groundwater using for providing drinking water to settlements of Ukraine. Almost 37 % of the administrative district centers do not have explored groundwater deposits for the organization of centralized water supply. The ways of solving this problem are proposed with the use of modern methods of search and reconnaissance and state assessment of groundwater reserves in the DKZ of the Ukraine.

Підземні води є найважливішою корисною копалиною, що в сучасних умовах набуває стратегічного значення як надійного джерела забезпечення населення якісною питною водою. На 01.01.2017 р. Державним балансом експлуатаційних запасів питних і технічних підземних вод України обліковано близько 1 354 розвіданих ділянок (635 родовищ), з яких введено в експлуатацію близько 650 ділянок. Сумарні балансові експлуатаційні запаси цих вод за категоріями $A+B+C_1$ досягають 15,38 млн м^3/добу. Водовідбір на сучасний період із затверджених запасів становить 1,5 млн м^3/добу, рівень їхньої освоєності становить лише 9,8 %. Водночас загальний водовідбір підземних вод з підземних вод у цей період становив 3,324 млн м^3/добу. Тобто 1,834 млн м^3/добу було відібрано на ділянках з нерозвіданими та неоціненими запасами.

Загалом, якщо врахувати, що прогнозні ресурси питних підземних вод в Україні оцінено на рівні 612,69 млн м^3/добу, то їхня освоєність становить лише близько 6 %.

При цьому, за даними державного обліку використання підземних вод по території України, за останні 4 роки водовідбір із експлуатаційних запасів зменшився на 718 тис. м^3/добу, тобто у 1,5 разів. Із зазначеної кількості на АРК, Луганську та Донецьку області припадає 550 тис. м^3/добу. Загальний же водовідбір, зокрема з прогнозних ресурсів, зменшився на 1,9 млн м^3/добу, тобто в 1,57 разів.

Таким чином, можна зробити висновок, що суттєве зменшення використання підземних вод в Україні зумовлене в основному воєнним конфліктом з Росією. Разом з тим, навіть без урахування областей, що знаходяться в зоні конфлікту, за останні 4 роки відзначається зменшення водовідбору, що очевидно непрямим чином засвідчує певне падіння промислового виробництва.

Ураховуючи сучасну ситуацію з використанням експлуатаційних запасів і прогнозних ресурсів підземних вод, ми можемо відмітити наявні досить потужні резерви питної вод, які є надійною базою для розвитку промислового виробництва в Україні у майбутньому. Для забезпечення цього розвитку може бути використана незадіяна частина розвіданих експлуатаційних запасів підземних вод у всіх випадках, коли взаємне розташування цих запасів і потенційного водокористувача дозволяє це зробити з позицій економічної доцільності. Таким чином, перспективи досить значні, оскільки основні запаси питних підземних вод розташовані поблизу крупних населених пунктів, де інвестиційні вкладення у виробництво найбільш імовірні.

Разом з тим варто зазначити, що розміщення ділянок з експлуатаційними запасами підземних питних вод на території України вкрай нерівномірне. Наразі за проведеними оцінками в Україні нараховується 183 адміністративних районних центрів, які не мають розвіданих родовищ підземних вод для організації централізованого водопостачання, що становить майже 37 % від загальної кількості районів.

Деякі з цих районів вирішують зазначену проблему шляхом буріння свердловин і їх використання із застосуванням несистемних підходів. У сучасному правовому полі надрокористування в Україні подібні дії можуть призвести ініціативного водокористувача до адміністративних санкцій і фінансової відповідальності перед державою за порушення законодавства. Разом з тим намагання вирішити проблему водопостачання напівкустарним способом дуже часто супроводжується негативними результатами і необґрунтованими фінансовими витратами.

У деяких районах умови формування підземних вод досить складні. Тому вирішити проблему водопостачання в цьому випадку можна лише за рахунок системного підходу із застосуванням сучасних методів пошуків та розвідки і державної оцінки запасів підземних вод у ДКЗ України.

Особливо складною є гідрохімічна обстановка підземної гідросфери в південних і східних областях України, що зумовлює необхідність вирішувати проблему забезпечення господарсько-питних потреб населення із впровадженням сучасних методів водопідготовки з метою доведення якості підземних вод до стану, придатного для використання з питною метою. Звичайно, зазначена проблема може бути вирішена тільки за умови обов'язкового втручання держави на рівні розробки і фінансування відповідних державних програм.

Тому основою державної політики в ситуації, яка склалась, є програма повного використання розвіданих запасів та забезпечення перспективних потреб населення з урахуванням розвитку національної економіки.

Висновки

Забезпеченість населених пунктів розвіданими запасами підземних вод на сучасний період є вкрай нерівномірною, що вимагає проведення масштабних геологорозвідувальних робіт для виявлення відповідних джерел питних підземних вод та оцінки їхньої придатності для водопостачання населених пунктів.

В Україні є значний потенціал для збільшення використання розвіданих експлуатаційних запасів питних підземних вод майже в усіх регіонах, особливо в зоні розміщення великих населених пунктів.

Для розв'язання зазначених задач потрібно розробити цільову програму щодо максимально можливого використання розвіданих експлуатаційних запасів підземних вод з урахуванням розвитку національної економіки та перспективних потреб населення.

Для вирішення проблеми водопостачання значної кількості населених пунктів, а також сільських поселень потрібна відповідна державна програма з проведення пошуково-розвідувальних робіт і подальшого освоєння нових джерел підземних вод для забезпечення потреб населення.

УДК- 553.98:477.53

ЗАПРОВАДЖЕННЯ ТА АДАПТАЦІЯ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ PETREL, ECLIPSE, GEOGRAPHIX, TECHLOG ДП "УКРНАУКАГЕОЦЕНТР" НАК "НАДРА УКРАЇНИ"

Н. П. Макєєва[1], О. В. Щедрова[2]
1 – канд. геол.-мінерал. наук, директор департаменту з науки та аналізу геолого-геофізичного матеріалу ДП "УКРНАУКАГЕОЦЕНТР", м. Полтава, Україна, poltavargp@ukr.net, 2 – інженер-програміст ДП "УКРНАУКАГЕОЦЕНТР", м. Полтава, Україна, poltavargp@ukr.net
Розглянуто питання створення об'ємних геологічних моделей нафтогазових площ та родовищ, використання даних сейсморозвідки 2D і 3D, обробки результатів геофізичних досліджень, моделювання розробки нафтових і газових покладів, проектування свердловин.

INTRODUCTION AND ADAPTATION OF THE SOFTWARE COMPLEXES OF PETREL, ECLIPSE, GEOGRAPHIX, TECHLOG SE "UKRNAUKAGEOCENTER", NJSC "NADRA UKRAYNY"

N. P. Makyeyeva[1], O. V. Shchedrova[2]
1 – Ph.D, Director of the Department of Science and Analysis of Geological and Geophysical Material of SE "UKRNAUKAGEOCENTER", Poltava, Ukraine, poltavargp@ukr.net, 2 – programmer of SE "UKRNAUKAGEOCENTER", Poltava, Ukraine, poltavargp@ukr.net
Creation of three-dimensional geological models of oil and gas fields and deposits using data from seismic data 2D and 3D, processing of results of geophysical research, modeling of oil and gas deposits development, well designing.

НАК "Надра України" проводить цілеспрямовану програму переоснащення підприємств Компанії сучасними лабораторними приладами та обладнанням, яке застосовується для виконання всього комплексу геологорозвідувальних робіт, включаючи гідродинамічне дослідження свердловин, та впроваджує на оновленій базі новітні методики та підходи у вирішенні задач з геології, геофізики та буріння.

Ураховуючи наявність у підприємствах Компаній первинних геолого-геофізичних матеріалів по всіх нафтогазовидобувних регіонах України (усі діючі родовища відкриті цими підприємствами) та високий рівень сучасних лабораторних та апаратно-програмних комплексів, планується значно підняти достовірність прогнозу нафтогазоносності та оптимізувати розробку родовищ.

З цією метою в ДП "Укрнаукагеоцентр" проводиться робота по створенню геологічних та гідродинамічних моделей на базі програмних комплексів Schlumberger, які широко використовуються в світовій практиці.

Schlumberger (Techlog, Petrel, Eclipse) – це сучасний комплекс програм, який дозволяє проводити обробку результатів польових геофізичних матеріалів, даних геофізичних досліджень свердловин з відображенням результатів у форматі 3D, виділяти продуктивні горизонти, уточняти межі родовищ та пластів, виявляти нові продуктивні пласти, визначати оптимальні плани розміщення свердловин з проектуванням та автоматичною розстановкою, визначати та забезпечувати оптимальні режими видобутку вуглеводнів [1, 2].

При впровадженні програмної платформи Petrel у першу чергу були освоєні модулі, які забезпечують наступні етапи моделювання:

1. Введення та обробка геологічних даних. Для моделювання використовуються данні, що характеризують будову ділянки надр та характер насичення продуктивних пластів, просторові данні сейсморозвідки 3D та профілі 2D, відцифровані набори карт та схем, промислово-геологічні та геофізичні характеристики покладів.

На даному етапі використовується програма Schlumberger Techlog для обробки результатів геофізичних досліджень свердловин на сучасному рівні, яка дозволяє з високою достовірністю виділяти у розрізі свердловини продуктивні пласти, відслідковувати їх розповсюдження по площі родовища та модуль Seismic Interpretation Petrel для інтерпретації сейсморозвідки. В результаті отримаємо базу даних родовища для проекту (криві ГІС, результати кореляції розрізів свердловин, інтервали перфорації, структурні карти по опорних відбиваючих горизонтах) (рис. 1).

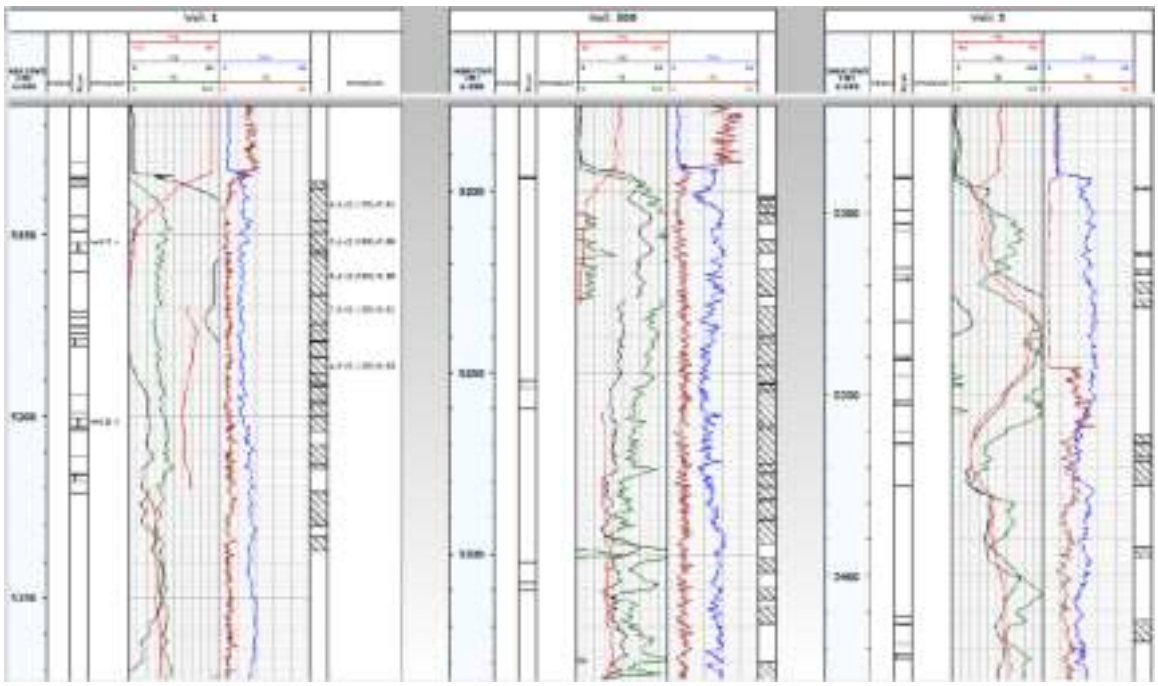


Рис. 1. Схема кореляції

2. Створення різних варіантів геологічної моделі. Одним з ключових моментів цього етапу є розмір сітки моделі. Часто його вибирають у залежності від обчислювальних потужностей ПЕОМ навіть на шкоду точності моделювання. Оптимально розмір горизонтальної сітки 100×100 чи 50×50. Вертикальна розрахункова сітка моделі (при розбитті моделі на шари (пласти) залежить від товщини прошарків та характеру наповнення моделі. Для ДДЗ оптимальною вертикальною сіткою є 0,2–0,3 м, але може бути і більшою (до 0,8 м).

3. Вибір оптимальної моделі. Тільки після цього вибору переходимо до наповнення моделі: побудови поверхонь міжфлюїдних контактів, розрахунок куба дискретної літології, розрахунок кубів коефіцієнту пористості, коефіцієнту проникності, розрахунок куба коефіцієнту нафто- чи газонасиченості. Робота з моделлю включає в себе розрахунок карт: ефективних товщин, ефективних нафто- чи газонасичених товщин, середньозваженого коефіцієнта нафто- чи газонасиченості.

Розрахувати властивості моделі можна різними методами та шляхами в залежності від будови моделі та даних по ній. Нижче наведений один з варіантів розрахунку.

Куб літології можна побудувати шляхом інтерполяції дискретної кривої індексу літології методом індикаторного кригінга. При цьому враховуються варіограми, геолого-статистичний розріз і карта-тренд коефіцієнту піщанистості.

Далі, в отриманому кубі дискретної літології, проводиться розподілення коефіцієнта пористості. Для розподілення куба пористості використовується метод Scquential Gaussian Simulation (SGS), в якому враховуються дані по свердловинах, вхідні розподілення, варіограми та двомірний тренд середнього коефіцієнта пористості за даними обробки ГДС. Інтерполяція коефіцієнта пористості проводиться тільки в колекторах з урахуванням кривої розподілення пористості в колекторі пласта, яка будується за даними інтерполяції ГДС у свердловинах. На лінії заміщення колектора значення пористості приймається рівним граничному. Куб пористості отримується шляхом перерахунку з куба коефіцієнта пористості по петрографічних залежностях (рис. 2, 3).

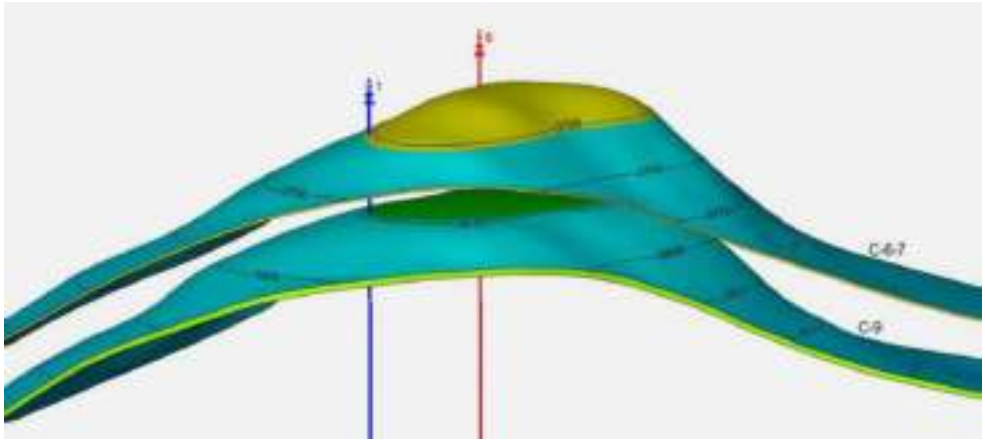


Рис. 2. Геологічна модель продуктивних покладів Журавлиної площі

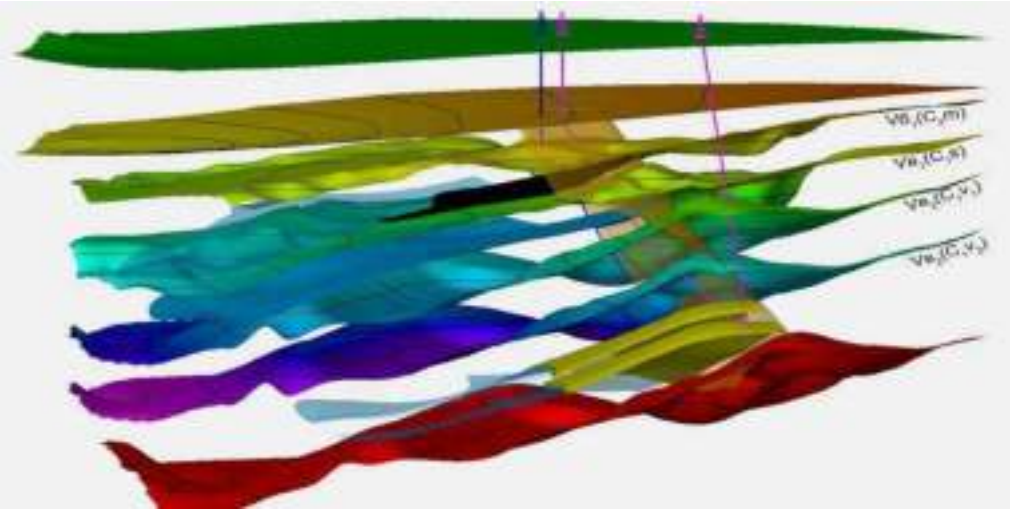


Рис. 3. Геологічна модель продуктивних покладів Токарської площі

4. Оцінка запасів уключає в себе розрахунок об'ємів запасів та середніх підрахункових параметрів з моделі, а також створення гідродинамічних моделей.

У детальних тривимірних моделях запаси розраховуються для кожної комірки. Для цього розраховується декілька кубів параметрів: геометричного об'єму комірки, ефективного об'єму комірки, порового об'єму комірки, об'єму вуглеводнів у пластових умовах. Крім цього задаються поверхні контактів та межі в яких проводиться підрахунок запасів. Додаванням вказаних значень у комірках моделі, отримані об'єм нафто насиченого колектору, об'єм порового простору нафтонасиченого колектора, об'єм нафти чи газу в пластових умовах.

5. Візуалізація на екрані в форматі 3D стерео з застосуванням спеціальних окулярів.

Це дозволяє комплексно оцінити, особливо проектантам, фактичний стан родовища.

6. Після створення геологічної моделі необхідно перейти до **розрахунку гідродинамічної моделі**, а також аналізу і порівнянню результатів багатоваріантних розрахунків з історією розробки, оптимізації видобутку, інтеграції геології і результатів буріння, видобутку, проектуванню свердловин.

Створення таблиць PVT, відносно фазових проникностей, режимів роботи свердловин, запуск програми гідродинамічного моделювання, основаної на трубках струму, сітки насиченості. Автоматичний імпорт результатів назад у Petrel. Результати включають у себе трубки струму, сітки насиченості, тисків і т. п., а також графіки видобутку служать для термінової оцінки геологічної моделі і порівняння різних реалізацій, крім того необхідне використання модуля аналізу для налаштування на історію. Цей модуль необхідний для співставлення результатів гідродинамічного моделювання та ув'язки з історією розробки для виявлення найбільш реалістичних моделей.

У сучасних умовах дефіциту виявлених перспективних структур, виснаження родовищ та складної будови колекторів, ефективності геологорозвідувальних робіт та видобування залежить від якості аналізу отриманої геолого-геофізичної інформації, результатів буріння та історії видобутку, що реалізується шляхом створення геолого-технологічних моделей нафтогазових об'єктів. Побудова моделей дозволяє на протязі всього життєвого циклу родовища від пошуків та відкриття до розробки, оперативно та на сучасному інформаційно-технічному рівні здійснювати контроль та управління виробничими процесами, раціонально розмістити проектні свердловини, закладати другі стовбури, проводити різні геолого-технологічні заходи для збільшення видобутку по всьому фонду свердловин та максимально вилучати запаси вуглеводнів.

Застосування сучасних програмних комплексів на підприємстві надає можливість об'єднати в єдиний технологічний ланцюг геофізику, геологію та розробку родовищ і створити геологічні та гідрогеологічні моделі, які в режимі 3D стерео демонструються на настінному екрані (з використанням спеціальних окулярів) та використовуються фахівцями різних напрямків під час складання геологічних проектів, підрахунку запасів, проектів на буріння свердловин та облаштування родовищ, розміщення свердловин, визначення перспективних напрямків геологорозвідувальних робіт, дослідження свердловин та розробки родовищ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Офіційний сайт Schlumberger. https://www.slb.ru
2. Офіційний сайт Schlumberger. http://sis.slb.ru/products/petrel

УДК 553.611

ГЕОЛОГІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ РОДОВИЩ ГЛИН, КАОЛІНІВ, ПІСКІВ

О. Б. Маяцкий[1], А. І. Ніколайчук[1], А. С. Костюченко[2]
1 – ТОВ Українська геологічна компанія "Донбасгеологорозвідка", м. Бахмут, georazved@ukr.net, 2 – ТОВ "Східноукраїнська експедиція "Донгеологія", м. Тернопіль, Україна, dongeolog@ukr.net
Донецька область є регіоном зі значними запасами нерудної сировини (глини, каоліни, пісок тощо). Підготовлено проект "Інструкції з геологічного обслуговування гірничих робіт при експлуатації родовищ глин, каолінів та пісків", де розглянуті питання організації та планування гірничих і геологічних робіт, ведення геологічної документації, контролю над раціональним використанням і охороною надр тощо.

GEOLOGICAL SERVICE OF MINING WORKS AT THE TIME OF OPERATION OF GLAIN, KAOLIN, SANDS

O. Mayatskyi[1], A. Nikolaychuk[1], A. Kostyuchenko[2]
1 – LLC Ukrainian Geological Company "Donbassgeologorazvedka" Bakhmut, Ukraine, georazved@ukr.net; 2 – East-Ukrainian expedition "Dongeologiya" Ltd, Ternopil city, Ukraine, dongeolog@ukr.net
Donetsk region is a region with significant reserves of non-metallic raw materials (clay, kaolin, sand, etc.). The project "Guidelines for the geological maintenance of mining operations in the exploitation of deposits of clays, kaolins and sands" has been prepared, where issues of organization and planning of mining and geological works, geological documentation, control over rational use and protection of subsoil are discussed, etc.

У Донецькій області сформований потужний промислово-сировинний комплекс з видобутку вогнетривких та тугоплавких глин.

Родовища, які на сьогодні експлуатуються, а саме Андріївське, Костянтинівське (ПАТ "ВЕСКО"), Часівярське (ПАТ "Часів-Ярський вогнетривкий комбінат"), Новорайське (ПАТ "Дружківське рудоуправління"), Кучерівярське (ПрАТ "Глини Донбаса"), Октябрське (ПрАТ "Вогнетривнеруд"), Видне (ПрАТ "Керампром"), Курдюмівське (ПрАТ "Курдюмівський завод кислототривких виробів"), Дослідне (ТОВ "Рутекс-Керам"), Артемівське (ТОВ "Керамік-Арт") Віролюбівське (ТОВ "Шахтобуд") мають балансові запаси глинистої сировини в кількості більше 300 млн т.

У 2018 р. фахівцями ТОВ УГК "Донбасгеологорозвідка" (м. Бахмут) за участю ТОВ "Східно-українська експедиція "Донгеологія" (м. Тернопіль) та спеціалістів геолого-маркшейдерських служб указаних підприємстві, вперше в Донецькій області розроблений проект "Інструкції з геологічного обслуговування гірничих робіт при експлуатації родовищ глин, каолінів та пісків", яка складена українською мовою.

Інструкція встановлює основні положення, склад, методику та порядок проведення геологічних робіт на кар'єрах з видобування глин, каолінів та пісків.

Основними завданнями геологічної служби підприємства є:

– розширення та укріплення сировинної бази підприємства, підвищення достовірності розвіданих запасів корисних копалин, найбільш повне та комплексне використання родовищ корисних копалин та охорона надр;

– своєчасне та високоякісне геологічне забезпечення проекту розробки родовища та виконання плану видобування корисних копалин;

– здійснення спільно з маркшейдерською та іншими службами підприємства відомчого контролю над правильністю розробки родовища корисних копалин в частині раціонального комплексного використання мінеральних ресурсів і охорони надр.

Для вирішення основних завдань геологічна служба підприємства безпосередньо здійснює або бере участь у виконанні наступних видів робіт:

– експлуатаційна розвідка родовища, що розробляється;

– опробування корисних копалин;

– ведення встановленої геологічної документації;

– планування гірничих і геологорозвідувальних робіт; складання заявок і погодження договорів на виконання геологорозвідувальних робіт іншими організаціями;

–підрахунок та облік стану та руху запасів корисних копалин, облік видобування та втрат.

Експлуатаційна розвідка може проводитись у два етапи – безпосередньо експлуатаційна розвідка та опробувальне буріння по розкритому пласту. Для скорочення витрат на експлуатаційне буріння та опробування можливе застосування геофізичних і інших методів вивчення параметрів родовищ, що використовуються під час геологорозвідувальних робіт.

Основним завданням першого етапу експлуатаційної розвідки є найбільш повне та достовірне вивчення геологічної будови родовища (кількості та якості запасів, морфології пласта і розподілу окремих сортів корисної копалини по площі та в розрізі, гіпсометрії покрівлі та підошви промислового покладу, потужності та складу розкривних порід) з метою:

– річного та поточного (квартального, місячного, декадного) планування видобутку корисних копалин;

– паспортизації сировини в забої для забезпечення можливості її селективного виймання (складання сортових колонок);

– перерахунку запасів корисної копалини за результатами експлуатації і визначення експлуатаційних утрат.

Щільність розвідувальної мережі свердловин повинна відповідати ступеню та характеру мінливості морфології та якості пласта корисної копалини на кожній конкретній ділянці родовища. Основними методами обґрунтування раціональних параметрів мережі свердловин експлуатаційної розвідки є метод розрядження мереж і метод порівняння даних розвідки та експлуатації.

Другий етап експлуатаційної розвідки – випереджаюче опробувальне буріння. Його метою є деталізація даних, що отримані на першому етапі (здебільшого уточнення розподілу окремих сортів глин по площі та в розрізі; уточнення потужності пласта глини, потужності і площі розповсюдження прошарків пустих порід).

Цей етап може виконуватись двома методами: борозневе опробування – опробування забою кар'єру (проби глин відбираються по фронту заходки, що відпрацьовується) і бурінням опробувальних свердловин по розкритому пласту.

Опробування в період експлуатації родовища виконується з метою уточнення складу та властивостей корисних копалин на ділянках експлуатаційної розвідки та видобувних робіт для вирішення наступних завдань:

– уточнення контуру промислового покладу в плані та розрізі з метою перерахунку запасів за даними експлуатації;

– уточнення сортового (марочного) складу пласта корисної копалини, а також їх просторового розподілу;

– планування та здійснення селективного видобування корисної копалини;

– паспортизації сировини при відвантаженні;

– обліку втрат і пересортиці сировини.

Передбачається виконання наступних видів опробування: хімічне, технічне і технологічне.

Хімічне опробування має дати якісну характеристику в повній відповідності з вимогами технічних умов і виконується постійно. За умовами проведення опробувальних робіт на родовищі виконується:

– опробування керну свердловин експлуатаційної розвідки та опробувального буріння;

– борозневе опробування видобувних забоїв;

– опробування видобутої сировини на складах.

Технічне опробування необхідне для оцінки фізико-механічних якостей корисних копалин. До них відносяться:

– вогнетривкість для глин та каолінів;

– об'ємна маса та природна вологість для глин, каолінів і пісків;

– гранулометричний склад і вміст глинистої складової; уміст комової глини, суми пилоподібних, глинистих і мулистих часток для пісків.

Технологічні дослідження проводяться для кожного виділеного на родовищі сорту та типу корисної копалини. Технологічне опробування виконується з метою встановлення області використання сировини, визначення схеми її переробки і оцінки кінцевого продукту.

На кожному гірничодобувному підприємстві має бути в наявності геологічна документація, складена в періоди детальної розвідки або розвідки родовища. В процесі експлуатації родовища необхідно продовжувати ведення геологічного документування розвідувальних і гірничих виробок з метою найбільш повного відображення всіх геологічних, інженерно-геологічних і гідрогеологічних особливостей родовища для наступного використання отриманих даних в практичній роботі підприємства.

Основним завданням геологічного документування при цьому є правильна та систематична фіксація в процесі проходження розвідувальних та експлуатаційних гірничих виробок наступних параметрів:

– контурів пласта корисної копалини та його контактів з умісними породами;

– потужності пласта корисної копалини (геологічної та промислової);

– контактів між літологічними та сортовими (марочними) різновидами корисної копалини, потужності сортових прошарків та пустих порід;

– гіпсометрії покрівлі та підошви покладу;

– розмивів покладу, їх форм, розмірів;

– складу та стійкості розкривних порід.

Документуванню підлягають всі розвідувальні свердловини, при необхідності видобувні забої, а також гідрогеологічні та інженерно-геологічні явища, що мають місце під час експлуатації родовища. Геологічна документація ділиться на польову, первинну, зведену та звітну. Польовому документуванню підлягає керн бурових свердловин, а при необхідності також видобувні забої, розкривні уступи та відвали, водоносні горизонти.

Польове документування свердловин експлуатаційної розвідки, опробувального буріння ведеться в журналах встановленої форми, борозневе опробування документується в польовому журналі борозневого опробування, а інші спостереження – у "Польовій книжці геолога".

Всі геологічні матеріали, отримані в процесі геологічного обслуговування гірничих робіт, підлягають камеральній обробці та узагальненню. Вони перевіряються, коригуються, поповнюються геологом та потім оформлюються в чистовому вигляді. У відповідні журнали встановленої форми переносяться усі інші види робіт та спостережень, що проводяться на кар'єрі відповідно до вимог інструкції.

Зведена геологічна документація поповнюється постійно на основі даних первинної документації та представляється у вигляді: зведеного геолого-маркшейдерського плану ділянки родовища, що розробляється, в необхідному масштабі 1:1 000 (1:2 000); сортового плану масштабу 1:500 (1:1 000); геологічних розрізів по ділянкам родовища; "Журналу зведеного обліку стану та руху балансових запасів по геологічним блокам"; "Журналу обліку сортності та пересортиці"; "Книги обліку списаних запасів корисних копалин"; "Журналу співставлення даних детальної та експлуатаційної розвідки"; "Журналу обліку сортності по геологічним блокам"; "Журналу обліку повноти вилучення та втрат корисної копалини".

Звітна документація складається на основі даних первинної та зведеної документації та представляється у вигляді геологічного звіту та звітного балансу запасів корисних копалин (форма 5-ГР).

Крім того в "Інструкції з геологічного обслуговування гірничих робіт при експлуатації родовищ глин, каолінів та пісків" розглянуті питання підрахунку та обліку стану і руху запасів корисних копалин на родовищах, які розробляються; обліку втрат сортності та пересортиці; організації і планування гірничих та геологічних робіт; комплексного вивчення і контролю за раціональним використанням та охороною надр.

На даному етапі сигнальні екземпляри "Інструкції..." передані у відповідні геолого-маркшейдерські служби глино-видобувних підприємств для ознайомлення, вивчення, внесення поправок і схвалення на Технічних радах. У подальшому планується передати відкориговані екземпляри до теруправління Держпраці України та до теруправління Департаменту держгеоконтролю Держгеонадр України для затвердження.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Ніколайчук А. І.* "Інструкція з геологічного обслуговування гірничих робіт при експлуатації родовищ глин, каолінів та пісків".

2. Гірничий енциклопедичний словник: у 3 т/за ред. В. С. Білецького. – Д.: Східний видавничий дім, 2001–2004.

3. *Вовк В. М.* Короткий геологічний словник-довідник/В. М. Вовк. – Кіровоград: ПП Сибірцев, 2003. – 100 с.

УДК 620.92:624.13

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОТЕРМАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

***Ю. П. Морозов*[1]**

1 – д-р техн. наук, старший науковий співробітник, Інститут відновлюваної енергетики НАН України, Київ, Україна, geotherm@ukr.net

На підставі закордонних оцінок ефективності використання геотермальних джерел енергії в Україні, що показують високу привабливість геотермальних родовищ України, утворених унаслідок обводнення відпрацьованих газових і нафтових родовищ зі значним фондом пробурених свердловин і достовірними відомостями гідрогеологічних і геотермічних показників підземних проникних шарів, доведено їхню високу енергетичну привабливість.

FEATURES OF THE USE OF GEOTHERMAL RESOURCES OF ENERGY IN UKRAINE

***Yu. Morozov*[1]**

1 – doctor of science, Institute of renewable energy, NAS Ukraine, Kyiv, Ukraine, geotherm@ukr.net

Based on foreign assessments of the efficiency of the use of geothermal energy sources in Ukraine, which show the high attractiveness of Ukraine's geothermal deposits, created as a result of flooding of waste gas and oil fields with a significant fund of drilled wells and reliable information on hydrogeological and geothermal indices of underground permeable layers, their high energy attractiveness has been proved.

Згідно з директивою ЄС/2009/28 геотермальна енергія означає енергію, що була накопичена в формі теплової енергії під твердим шаром земної поверхні, тобто вся кількість теплоти, яка міститься нижче поверхні Землі, є геотермальною енергією [1].

У таблиці приведені дані щодо рейтингу країн, привабливих для інвестування в альтернативну енергетику за даними компанії Ernst&Young. З таблиці видно, що Україна по привабливості освоєння геотермальних джерел енергії займає 24 місце в світі і знаходиться за цими показниками слідом за Францією. Оцінка цієї фірми не враховує дійсні ресурси геотермальних джерел енергії. Якщо врахувати потенціальні можливості геотермальних ресурсів України, її рейтинг може бути підвищено, і тому привабливість освоєння геотермальних джерел енергії може бути на рівні країн, де застосування геотермальних джерел енергії має високе поширення і становить значну частку в загальному обсязі споживання енергії.

Геотермальна енергія або теплота Землі поділяється на повсюдно-розповсюджені та геотермальні родовища [2].

Повсюдно-розповсюджені геотермальні ресурси – це верхні шари Землі, які можуть бути використані в якості джерела теплової енергії шляхом застосування теплових насосів. Відстань від поверхні Землі, тобто глибина шару Землі, який використовується в якості геотермального ресурсу, може коливатись в значних межах і не має певного визначеного значення. За різними публікаціями, глибина верхнього теплоакумулюючого геологічного шару може становити від 200 до 500 м [3, 4].

Таблиця. Рейтинг країн, за даними компанії Ernst&Young, привабливих для інвестування в альтернативну енергетику

Номер в рейтингу за індексом для геотермальної енергетики	Країна	Геотермальна енергетика	Берегові вітрові установки	Морські вітрові установки	Сонячні фотоелектричні установки	Сонячні концентратори	Біомаса/інше	Номер у рейтингу за сумарними показниками всіх відновлюваних джерел енергії
1	США	67	69	55	71	74	61	2
2	Італія	62	62	51	63	42	53	5
3	Німеччина	57	65	78	70	0	65	3
4	Австралія	56	50	37	52	54	42	12
5	Мексика	54	43	39	43	40	38	25
6	Нова Зеландія	51	49	36	31	0	34	27
7	Китай	51	78	70	66	47	58	1
8	Японія	46	47	39	61	26	37	16
9	Індія	45	71	42	69	53	59	4
10	Румунія	41	55	38	45	0	44	13

11	Туреччина	41	43	32	40	28	34	30
12	Угорщина	40	39	0	37	0	41	38
…	…	…	…	…	…	…	…	…
23	Франція	33	59	55	55	29	57	7
24	Україна	32	41	27	46	0	43	32
25	Іспанія	30	54	39	56	63	46	9

Основні положення нормативних документів ЄС, що стосуються теплових насосів, знайшли відображення в законодавчих актах України, зокрема Законі України від 01.11.2016 № 1711-VII "Про внесення змін в Закон України "Про альтернативні джерела енергії в частині віднесення теплових насосів до обладнання, яке використовує відновлювані джерела енергії". Основні зміни внесені до статті 10 Закону України "Про альтернативні джерела енергії". Нова редакція статті 10 містить загальні умови віднесення теплових насосів до обладнання відновлюваної енергетики: "Отриману за допомогою теплових насосів аеротермальну, геотермальну та гідротермальну енергію слід вважати отриманою з відновлюваних джерел за умови, що кінцевий вихід енергії значно перевищує споживання первинної енергії, яка необхідна для приводу теплових насосів".

Відомі публікації, в яких наводиться оцінка акумульованої в Україні сумарної теплової потужності теплових насосів на рівні 1500–1600 МВт, що відповідає 0,73–0,78 млн т у. п. [5].

Слід зазначити, що в даних Держстату України серед відновлюваних джерел енергії використання геотермальних джерел енергії відсутнє, хоча за нашими розрахунками енергетичний потенціал верхніх шарів Землі в Україні складає не менше 5,17 млн т у. п. [6].

Розрахункове значення ККД енергосистем ЄС станом на 2010 рік становило 45,9 %, що відповідає значенню SPF_0 для теплових насосів з електричним приводом на рівні 2,5. Розрахунки електричного ККД енергетичної системи України за методикою Eurustat, наведеною в літературі [5], та даними енергетичного балансу України за 2010 рік, опублікованого Державною службою статистики України, дають значення SPF_0 на рівні 3,2. Цим показникам відповідають теплові насоси, які використовують в якості джерела низькотемпературної енергії теплоту верхніх шарів Землі.

На рисунку показано відносну вартість і фінансові ризики на окремих етапах будівництва геотермальних електростанцій. З графіку видно, що етапи робіт "попередній аналіз", "дослідження", "дослідне буріння" відносяться до високого рівня фінансового ризику. Усі геотермальні родовища, які утворились внаслідок обводнення газових та нафтових родовищ пройшли всі вищезгадані стадії. На стадіях, які слідують за "дослідним бурінням" фінансові ризики належать до середніх за визначенням авторів цих досліджень. Вартість цих робіт в загальній вартості будівництва геотермальних електростанцій становить приблизно 20 %. У разі використання фонду існуючих свердловин ця вартість може становити близько 40 %.

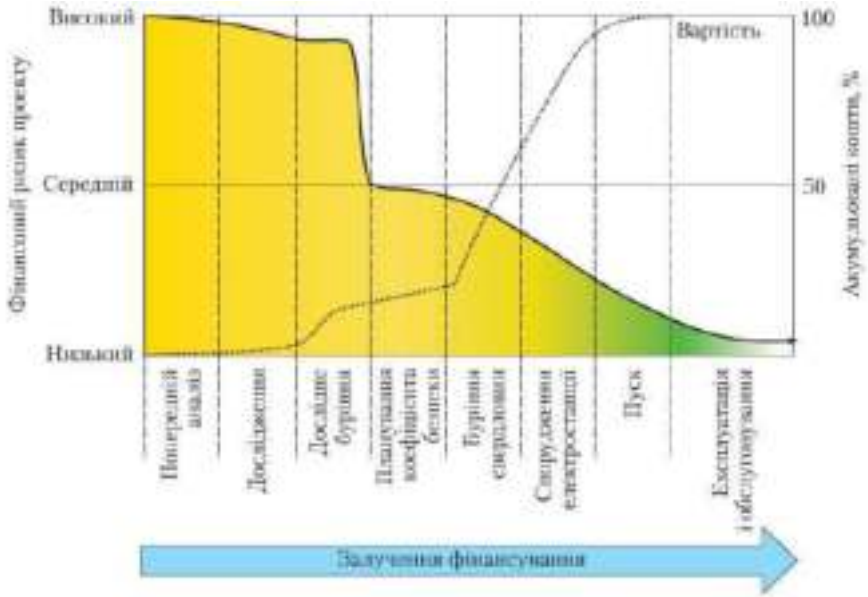


Рисунок. Відносна вартість і фінансові ризики на окремих етапах будівництва геотермальних електростанцій [7]

Більшість геотермальних родовищ виникли на місці обводнених газових і нафтових родовищ і тому як правило містять високу кількість супутнього газу. За нашими даними, газовий фактор може складати від 3 до 10 $м^3/м^3$, при цьому більше 80 % цього газу складають паливні гази. Ця особливість українських геотермальних родовищ має велике значення при оцінці їх енергетичного потенціалу. Наприклад, для гідрогеологічних умов Дніпровсько-Донецької западини при дебіті свердловини 45 $м^3$/год. і газовому факторі 3 $м^3/м^3$, електрична потужність газопоршневого генератора, який використовує паливний газ, становить 510 кВт, в той же час

потужність бінарної енергетичної установки при використанні термальної води з температурою 120 °С дорівнює 550 кВт, тобто використання супутнього газу дозволяє підвищити ефективність використання геотермального родовища в два рази.

ЛІТЕРАТУРА

1. Директива Європейського Парламенту та Ради 2009/28/ЄС від 23 квітня 2009 року Про заохочення до використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел тощо/Офіційний вісник європейського союзу 5.6.2009.

2. *Морозов Ю. П.* Добыча геотермальных ресурсов и аккумулирование теплоты в подземных горизонтах/Ю. П. Морозов. – Киев: Наукова думка, 2017. – 198 с.

3. VDI 4640 Part 1:2010 (нім., англ.) Thermal use of the underground - Fundamentals, approvals, environmental aspects (Використання теплоти верхніх шарів Землі – Основні положення, вимоги, екологічні аспекти).

4. VDI 4640Part 2:2001 (нім., англ.) Thermal use of the underground – Ground source heat pump systems (Використання теплоти верхніх шарів Землі – Теплонасосні системи з підземними джерелами енергії).

5. *Басок Б., Дубовской С.* Методологические особенности оценки располагаемой мощности тепловых насосов в Украине/Б. Басок, С. Дубовской//Насосы и оборудование. – 2017. – № 3(104). – С. 42 – 44.

6. *Морозов Ю. П., Величко В. В., Кушнір І. О.* Оцінка теплового потенціалу верхніх шарів землі на території України//Відновлювана енергетика. – 2018. – № 2.

7. Geothermal policy options and instruments for Ukraine, based on Icelandic and International geothermal experience. Orkustofnun, National Energy Authority, Iceland. April, 2016. –132 p.

УДК 553.048:004.942

МЕТОДИ ВДОСКОНАЛЕННЯ КВАЛІМЕТРІЇ НАДР З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ НА ПРИКЛАДІ ГІС K-MINE

М. В. Назаренко[1], Т. П. Нестеренко[2]
1 – д-р техн. наук, 2 – канд. геол. наук, Група компаній KAI, Кривий Ріг, Україна, mail@kai.ua
Обґрунтовано переваги використання геоінформаційної системи K-MINE під чс виконання геолого-економічної оцінки запасів родовищ корисних копалин.

METHODS OF IMPROVING SUBSOIL MINERAL RESOURCES QUALIMETRY USING MODERN GIS TECHNOLOGIES ILLUSTRATED BY GIS K-MINE

M. V. Nazarenko[1], T. P. Nesterenko[2]
1 – D. Eng.Sc., 2 – Ph. D. KAI Group, Kryvy Rih, Ukraine, mail@kai.ua
The K-MINE geo-information system benefits are proved in conditions of performing geological and economic evaluation of mineral deposits.

Кваліметрія представляє собою знання про науково-технічні методи кількісної оцінки якості об’єктів, що характеризуються множиною показників. За своєю сутністю геолого-економічна оцінка запасів родовищ є яскравим прикладом кваліметрії надр.

Оцінка родовищ виконується на всіх стадіях розвідки та промислового освоєння з метою встановлення доцільності їх подальшого вивчення або розробки. Вагомим фактором при виконанні геолого-економічної оцінки є об’єктивність кількісної оцінки природної мінливості корисної копалини в межах родовища та достовірність підрахунку.

Існує три методи оцінки точності оконтурення та підрахунку запасів у надрах:

1) розрідження розвідувальної мережі;
2) розрахунку на основі математико-статистичного апарату;
2) порівняння результатів підрахунку запасів з даними експлуатації.

Спосіб розрідження розвідувальної мережі полягає в тому, що запаси визначають за найбільш щільної розвідувальної мережі і приймають їх за основу. Потім мережу розріджують до різної щільності, визначаючи при кожній щільності похибку вимірювання запасів шляхом співставлення їх з раніше підрахованими.

У зв’язку з цим спосіб розрідження розвідувальної мережі оцінює вплив на похибку визначення запасів тільки щільності мережі без врахування впливу всіх інших факторів геологічної будови покладу, похибок випробування, способів інтерпретації геолого-розвідувальних даних, способів підрахунку запасів.

Починаючи з 1900-х рр. були багаточисленні спроби розподілу категорій запасів за ступенем достовірності підрахованої їх кількості.

Одним з перших у 1909 р. запропонував розділяти запаси за ступенем їх геологічної достовірності американський гірничий інженер Герберт К. Гувер (президент США в 1928–1932 рр.). Розроблений ним підхід став основою для сучасних класифікацій: у відповідності з ним запаси поділяються на proved – доведені, достовірні, probable – ймовірні та possible – можливі, перспективні.

1911 року XI Міжнародний геологічний конгрес запропонував позначити ці категорії літерами A, B і C, ця індексація стала основою для першої вітчизняної класифікації, прийнятої Геологічним комітетом у 1928 р. [1].

1941 року був розроблений проект класифікації запасів з виділенням 6 категорій. В цьому проекті було встановлено припустиму максимальну похибку кількості запасів корисних копалин для кожної з категорій: A_1±10 %; A_2±20 %; B_1±30 %; B_2±50 %; для C_1 і C_2 – не встановлювались. Пізніше ці межі змінювались.

Спроби розподілу категорій запасів за ступенем достовірності виявлялися безрезультатними. Це обумовлено тим, що достовірність вихідних даних (опробування, хімічні аналізи, показники технологічних та інших досліджень) залишаються практично незмінними для різних категорій запасів. Тому при підрахунку запасів практично неможливо передчасно забезпечити задану величину похибки для окремих категорій.

Внаслідок цього ще за радянських часів було прийнято рішення про віднесення запасів до певної категорії в залежності від щільності розвідувальної мережі. Для кожної групи родовищ за складністю геологічної будови і відповідно до структурно-морфологічних типів рудних тіл встановлені відстані між перетинами рудних тіл виробками для різних категорій запасів. Слід зазначити, що встановлена в інструкціях ДКЗ щільність сітки розвідувальних виробок, що застосовувалась при розвідці, є лише орієнтовною. У діючій

Класифікації України за ступенем геологічного вивчення запаси корисних копалин поділяються на дві групи: розвідані і попередньо розвідані. Ресурси поділяються також на дві групи: перспективні та прогнозні.

В той же час саме на методі ймовірності побудовані сучасні принципи виділення категорій запасів і ресурсів вуглеводнів у системах класифікації SEC та SPE-PRMS [2]. Відповідно до даної класифікації запаси в залежності від оцінки шансів їх вилучення поділяють на категорії "доведені", "ймовірні" та "можливі" (рис. 1). У "доведених" запасів повинна бути присутня 90 % ймовірність того, що фактично видобуті кількості вуглеводнів будуть дорівнювати оцінці або перевищать її; у "ймовірни" – 50 %-ва ймовірність того, що фактично витягнуті кількості вуглеводнів будуть дорівнювати оцінці запасів 2P або перевищать її; у "можливих" – 10 %-ва ймовірність того, що фактично витягнуті кількості вуглеводнів будуть дорівнювати оцінці запасів 3P або перевищать її.

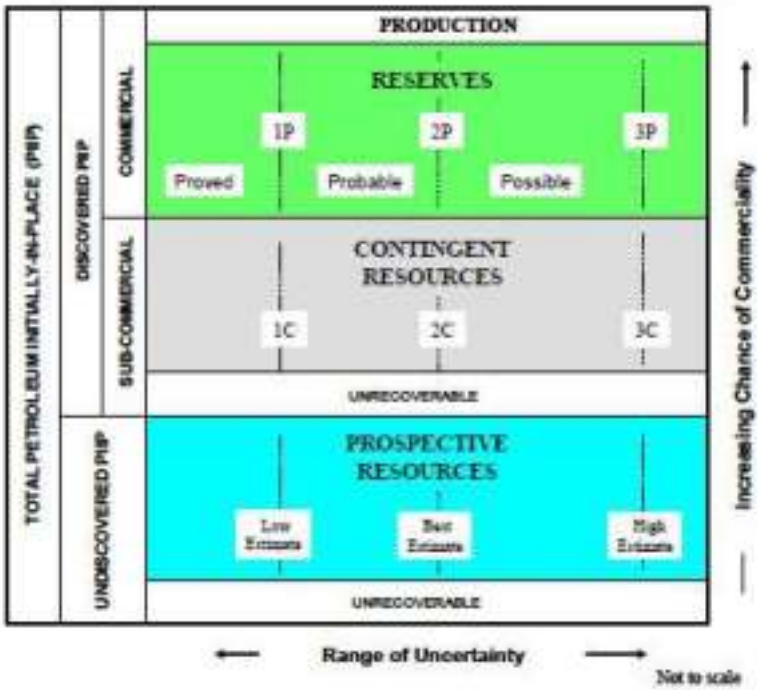


Рис. 1. Категорії запасів і ресурсів вуглеводнів класифікації SEC и SPE-PRMS за ступенем імовірності їхнього видобутку

Пояснення різниці в підходах полягає у застосуванні математичних моделей родовищ при підрахунку запасів та виконанні декількох варіантів оцінки (low, best, high) за вимогами міжнародних кодексів звітності із використанням геоінформаційних систем.

Сучасний міжнародний досвід оцінки запасів і ресурсів базується на другому методі оцінки точності: **розрахунку на основі математико-статистичного (геостатистичного) апарату.**

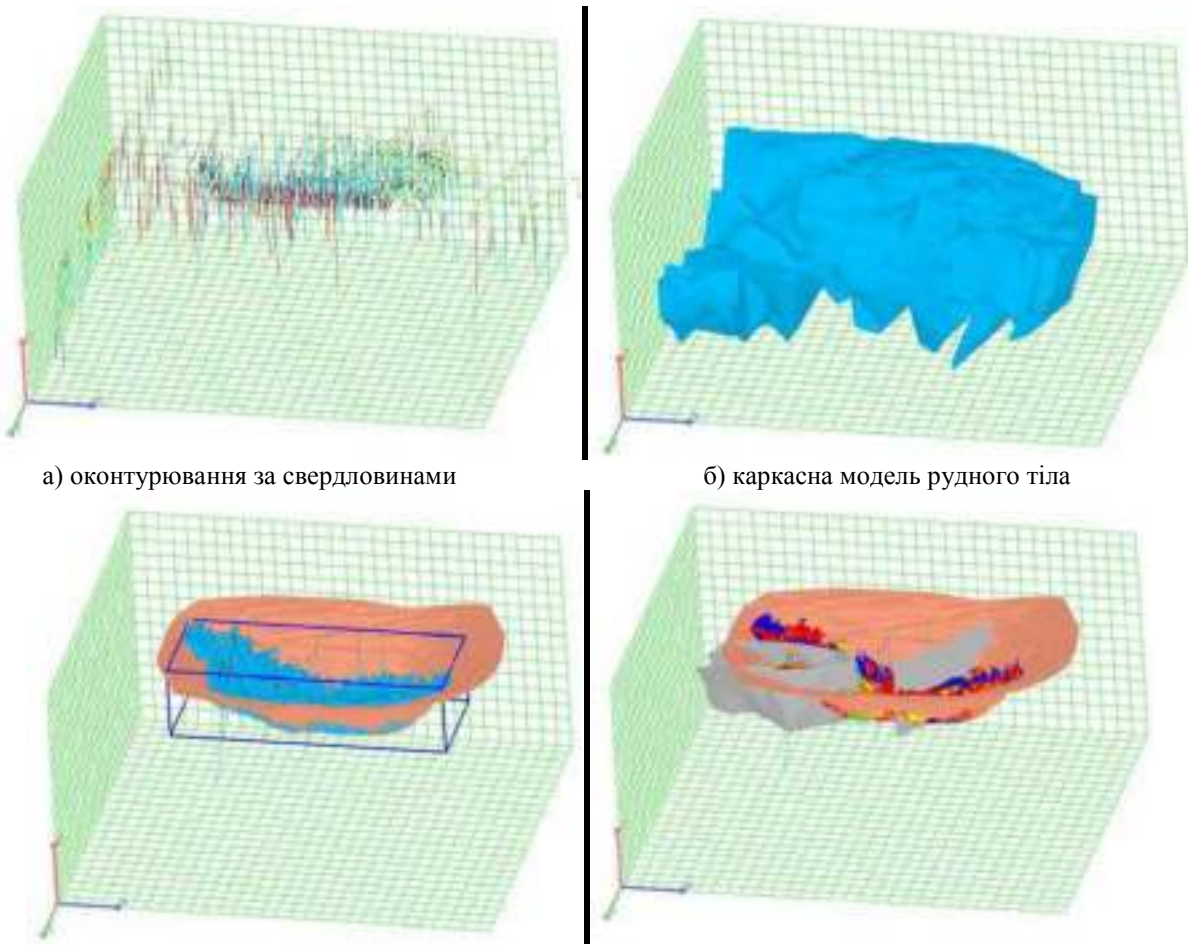
Цей метод враховує вибір варіантів оконтурення та підрахунку запасів і похибки всіх змінних параметрів (похибки визначення потужності, вмісту, тощо).

Відомо, що достовірність підрахованих запасів залежить від кількості рудних перетинів, що приймають участь у підрахунку традиційними методами без створення об'ємних моделей родовищ. Результати традиційного підрахунку запасів методами геологічних блоків або вертикальних розрізів мають пряму залежність з визначенням середніх значень потужності та якісних показників за рудними перетинами.

Похибки оцінок середньоблокових вмістів корисних компонентів відносяться до окремих підрахункових блоків і залежать від мінливості якості корисної копалини, кількості розвідувальних перетинів, щільності і розташування розвідувальної мережі, геометрії проб і геометрії підрахункових блоків.

Ще більш негативний вплив на розрахункові техніко-економічні показники роботи майбутнього гірничого підприємства мають похибки геометризації запасів. В умовах обмеженої розвідувальної інформації вони призводять до помилкового уявлення про будову покладів корисних копалин.

Використання ГІС-технологій при створенні цифрової об'ємної моделі родовища дозволяє уникнути помилок геометризації за рахунок візуалізації і просторової прив'язки. Точність геологічної моделі родовища досягається при повному з'ясуванні рудолокалізуючих елементів геологічної будови і їх просторової ув'язки, що виключає ймовірність виникнення інших варіантів інтерпретації геологічної будови розвіданої ділянки. ГІС-K-MINE повністю забезпечує можливості інтеграції всього масиву даних за родовищем в єдиний простір для детального аналізу і підвищення точності інтерпретації геологічної будови, особливо у ділянках деталізації між розвідувальними перетинами (рис. 2).



а) оконтурювання за свердловинами б) каркасна модель рудного тіла

в) блокова модель рудного тіла г) визначення рудолокалізуючих елементів

Рис. 2. Приклад моделювання родовища магнетитових кварцитів у ГІС-K-MINE

Похибки геометризації залежать від морфологічних особливостей покладів і від щільності розвідувальної мережі. Вони функціонально пов'язані з потужностями покладів і ступенем переривчастості їх будови, але не залежать від кількості розвідувальних перетинів. Тобто вони не пов’язані функціонально з похибками оцінки середньоблокових вмістів.

При традиційному підході до підрахунку запасів без використання сучасних інформаційних технологій і математичних моделей родовищ встановити у цифрах достовірність геологічних інтерпретацій дуже складно. Існують спеціальні програми для статистичної (геостатистичної) обробки даних розвідки, але основним їх недоліком є можливість оперування тільки табличними даними без просторової координатної прив’язки і візуалізації результатів розрахунку.

Математичне моделювання родовища з використанням ГІС-K-MINE дає змогу виконати інтерполяцію вмісту корисних компонентів у будь-якій точці простору з невідомим значенням вмісту, а також визначити кількісно достовірність підрахунку запасів та уникнути помилок інтерпретації та вибору аналога за рахунок можливості виконання значної кількості варіантів розрахунку.

При моделюванні родовища виконують геостатистичні розрахунки .Геостатистичні моделі засновані на застосуванні математичної теорії аналізу властивостей просторових геологічних змінних. Просторова мінливість змінної характеризується функцією – варіограммою, яка представляє залежність квадратів різниці значень змінної в пробах від відстані між ними.

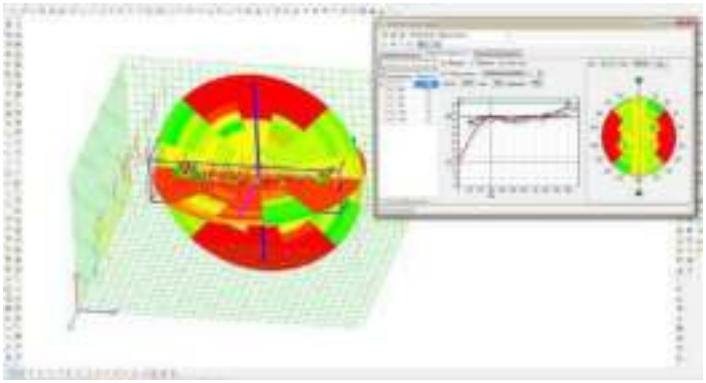


Рис. 3. Приклад визначення в ГІС-K-MINE осей анізотропії родовища магнетитових кварцитів за показником заліза, пов’язаного з магнетитом

Варіограмми будуються за трьома ортогональними напрямками для оцінки просторової мінливості мінералізації в кожному з напрямків (простяганню, падінню та потужності). Крива варіограмми відображає закономірність збільшення мінливості вмісту у пробах при збільшенні відстані між ними у визначеному напрямку (рис. 3).

За допомогою геостатистичного аналізу в ГІС-K-MINE можливо виконати розрахунок кількісних і якісних показників з використанням різних математичних алгоритмів (ординарний кригінг, метод зворотніх відстаней, тощо), а також виконати порівняльний аналіз результатів між собою та з результатами традиційного підрахунку.

Оскільки завданням геостатистичного аналізу є вивчення закономірностей розподілу елементів на основі автокореляції, це допомагає крім коректного підрахунку запасів і у цифрах визначати достовірність такої оцінки.

Розрахунок класів та категорій ресурсів виконуються одночасно з інтерполяцією вмісту. При цьому, код класу залежить від розмірного коефіцієнту еліпсоїду пошуку, який визначається на етапі варіограмного аналізу, а також кількості проб, що включаються у еліпсоїд та/або його сектор.

Тобто достовірність оцінки запасів на основі геостатистичного апарату встановлюється відносною похибкою, визначеною за параметрами пошукового еліпсоїду. Зі зменшенням радіусу пошуку достовірність підрахунку і категорія ресурсів корисної копалини підвищується (рис. 4).

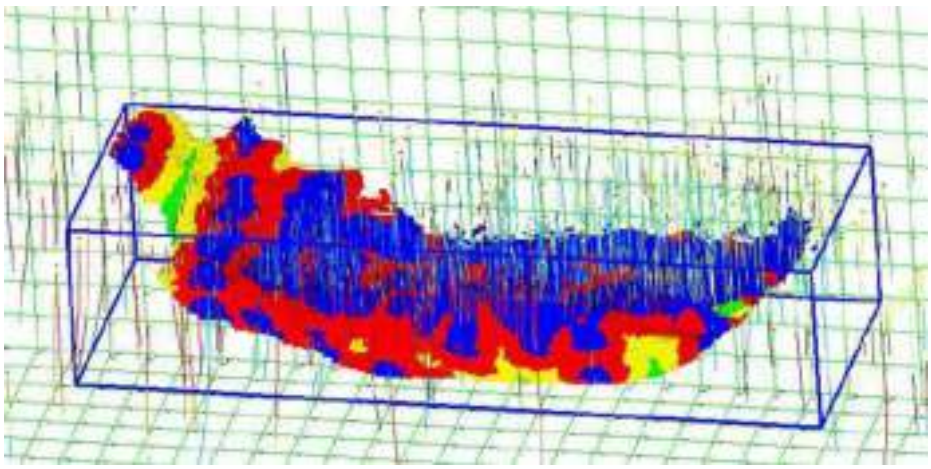


Рис. 4. Приклад визначення категорій ресурсів родовища магнетитових кварцитів за класами відповідно до шаблону Crirsco в ГІС-K-MINE

На основі блокової моделі родовища окрім загальної оцінки кількості металу можливо спрогнозувати кількість запасів, що реально будуть вилучені з надр. На стадії проектування геостатистика застосовується для моделювання процесів вилучення руди з надр на основі умовної моделі масиву даних. Всі ці розрахунки можливо виконати при різних сценаріях розвитку гірничих робіт або при різних варіантах бортового вмісту для вибору оптимального варіанту розробки родовища.

Побудова моделей визначається не тільки математичним апаратом, але і урахуванням геологічних особливостей родовища. Звісно створенню математичної моделі родовища завжди повинен передувати аналіз геологічної будови, на підставі якого задаються елементи, що визначають особливості просторового розподілу руди: блоки першого порядку за даними геолого-структурного картування, технологічні типи руд, геохімічні кордони (наприклад, зона окислення) і ін.

Найкращі результати моделювання забезпечуються тоді, коли параметри моделей (радіуси впливу, анізотропія, вид і коефіцієнти рівнянь кригінга чи іншої процедури згладжування) підбираються шляхом порівняння результатів розрахунків за моделями з результатами експлуатації (експлуатаційної розвідки) за відпрацьованими частинами родовищ.

Спосіб порівняння результатів підрахунку запасів з даними експлуатації є найбільш точним. Він оцінює похибки визначення запасів, викликані комплексом усіх факторів, оскільки підраховані запаси порівнюються з реально відпрацьованими в надрах. Цей метод оцінки точності підрахунку запасів особливо зручний за умови використання побудованої 3-D моделі родовища, дозволяє виконати експрес-оцінку будь-якої ділянки або родовища вцілому.

Недоліком цього методу є обмежена можливість його використання на родовищах, що тільки плануються до введення в експлуатацію.

Впевнене судження про достовірність підрахунку запасів можна отримати, порівнюючи результати детальної і експлуатаційної розвідок. Ця оцінка також може бути отримана лише в період проведення експлуатаційно-видобувних робіт.

Труднощі, пов'язані з отриманням порівняльних оцінок достовірності підрахунку запасів, можна подолати за умови використання ГІС-технологій двома шляхами:

– створенням еталонних ділянок в межах родовищ, що розвідують;

– створенням типізованих геолого-математичних моделей відпрацьованих родовищ-аналогів.

Отже, математичне моделювання родовища і оцінка запасів з використанням ГІС-K-MINE являє собою прогресивну методику обробки вихідної інформації, сприяє підвищенню достовірності оцінки запасів і зниження ризиків прийнятих на їх основі рішень.

Використання цифрових математичних моделей при виконанні геолого-економічної оцінки дозволяє розширити можливості аудиту родовища: від створення математичної моделі родовища (проведення статистичних досліджень, обґрунтування параметрів кондицій і вибір оптимальних з множини варіантів, оконтурення рудних тіл з координатною прив'язкою у просторі без проекцій на площину, візуалізація та детальний аналіз морфології покладу, уточнення тектонічної будови родовища, встановлення рудоконтролюючих структур), до проведення варіограмного аналізу, інтерполяції вмісту корисного компоненту, підрахунку запасів за створеною геолого-промисловою моделлю та об'єднання її з динамічною економічною моделлю родовища.

Адаптація тривимірного комп'ютерного моделювання та технологій підрахунку запасів родовищ до сучасних умов надрокористування дозволяє постійно удосконалювати методику створення геологічних моделей, підвищувати точність і достовірність оцінки запасів, сприяє гармонізації різних систем класифікацій запасів та ресурсів корисних копалин, прискорювати процеси залучення інвестицій на розробку або освоєння родовищ.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Hoover Y. C.* Principles of Mining. London – New York. 1909.
2. Guidelines for Applicatoin of the Petroleum Resources Management System. November 2011.
3. *Рудько Г. І.* Національні та міжнародні системи класифікації запасів і ресурсів корисних копалин: стан та перспективи гармонізації/Г. І. Рудько, О. В. Нецький, М. В. Назаренко, С. А. Хоменко. – Київ – Чернівці: Букрек, 2012. –240 с.

УДК 504.3.054:(631.11+65.011.55)(477.64)

ОСОБЛИВОСТІ ВМІСТУ ЗАЛІЗА В РЕЧОВИННОМУ СКЛАДІ ПРИЗЕМНИХ ЕОЛОВИХ ПОТОКІВ У МЕЖАХ ІНДУСТРІАЛЬНИХ ОСЕРЕДКІВ

Є. І. Насєдкін[1], Г. М. Іванова[2], С. М. Стадніченко[3]
1 – канд. геол. наук, Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна, nasedevg@ukr.net, 2 – канд. геол. наук, Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна, a_1207@ukr.net, 3 – канд. геол. наук, Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна, stadnik_sm@ukr.net
Наведено результати моніторингових спостережень часового розподілу та особливості речовинного складу атмосферного аерозолю в м. Запоріжжі. Зокрема, розглянуто закономірності вмісту заліза в мінеральному складнику повітряної зависі, питання генезису металовмісних утворень, зв'язку їх з низкою інших елементів.

CHARACTERISTICS OF THE IRON CONTENT IN THE MATERIAL COMPOSITION OF THE NEAR-GROUND EOLIAN STREAMS WITHIN THE INDUSTRIAL CELLS

Ye. Nasedkin[1], G. Ivanova[2], S. Stadnichenko[3]
1 – Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, nasedevg@ukr.net, 2 – Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, a_1207@ukr.net, 3 – Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, stadnik_sm @ukr.net
The publication is devoted to the results of monitoring observations of time distribution and features of the actual composition of atmospheric aerosol in the city of Zaporizhzhie. In particular, the regularities of iron content in the mineral component of the air suspension, the question of the genesis of metal-containing formations, and their connection with a number of other elements are examined.

Вступ. Сучасний період розвитку наукових знань та технічного прогресу, що є вирішальним фактором зростання виробництва, визначає неминучий вплив господарської діяльності на навколишнє середовище. При цьому екологічні проблеми взаємодії людини і природи особливо гостро проявляються в гірничодобувній галузі. Якщо інтенсивний розвиток добувної промисловості призводить до виснаження підземних ресурсів та порушення низки природних процесів у літосферному середовищі, то негативний вплив переробної складової обумовлює, головним чином, процеси забруднення низкою полютантів земної поверхні, природних вод, атмосферного середовища.

Актуальність комплексних досліджень процесів надходження та розподілу продуктів технологічних процесів металургійних підприємств у навколишнє середовище в межах впливу індустріальних осередків визначається їх безперервністю, а через це необхідністю розробки і системного впровадження рекомендацій з охорони здоров'я людини та заходів із забезпечення стійкого розвитку екосистем на техногенно навантажених територіях. Як зазначив ще у свій час В. І. Вернадський – "Цивилизация "культурного человечества" – поскольку она является формой организации новой геологической силы, создавшейся в биосфере, – не может прерваться и уничтожиться, так как это есть большое природное явление, отвечающее исторически, вернее геологически, сложившейся организованности биосферы" [1]. Розробка системи ефективних практичних заходів із забезпечення сталого розвитку урбанізованих осередків, впровадження наукових методик і технологій охорони та раціонального використання природних ресурсів, заходів щодо оздоровлення середовища існування людини можливі лише на основі комплексного вивчення стану та взаємодії складових довкілля як у природному стані, так і в умовах антропогенних змін.

Серед методів натурних досліджень у цій сфері найбільш інформативним і чутливим до перебігу природних процесів є системний моніторинг. Постійні режимні спостереження відображають особливості часового розподілу забруднювачів у мінеральній складовій повітряних та водних потоків, надходження осадової речовини на поверхню ґрунтів та в донні відклади, а також дозволяють отримати інформативний масив даних, який можна використовувати як у теоретичних, так і в прикладних аспектах наукових досліджень.

У рамках досліджень, започаткованих Інститутом геологічних наук НАН України в місті Запоріжжя за проектом "Створення системи спостережень за впливом господарської діяльності на природні комплекси", на базі Державної установи "Науковий гідрофізичний центр НАН України" упроваджено моніторингові дослідження розподілу важких металів в складі речовини літосферного, атмосферного та гідросферного середовищ. Для визначеного напряму досліджень м. Запоріжжя є оптимальним полігоном, оскільки відзначається високою концентрацією підприємств чорної і кольорової металургії, хімії, машинобудування тощо. Незважаючи на загальний тренд зменшення викидів в атмосферу забруднюючих речовин від

стаціонарних джерел з 2014 року, згідно щорічному аналізу їх динаміки [2], місто залишається в переліку основних індустріальних осередків – забруднювачів атмосферного середовища в Україні.

Протягом тривалого періоду дії спеціального моніторингу отриманий натурний матеріал, дослідження яких дозволили визначити певні закономірності якісного та кількісного розподілу полютантів, в тому числі в речовині атмосферних потоків та залежність їх від впливу низки природних факторів [3, 4]. Одним з найбільш інформативних методів лабораторних досліджень виявився комплексний електронно-мікроскопічний аналіз проб еолової зависі, деякі результати якого викладені в публікації.

Методи і матеріали. Основою комплексу спостережень розподілу речовини в атмосферних та водних потоках є седиментаційні пастки для збору еолової і водної зависі, періодичний одночасний відбір якої з них дозволяє вивчати процеси пересування забруднюючої речовини за певні проміжки часу на протязі року. Седиментаційні пастки для еолової зависі, як тип устаткування, апробований протягом тривалої експлуатації в умовах морського узбережжя, зарекомендували себе надійним інструментом отримання натурної речовини з атмосферних потоків [5]. Конструкція аерозольної пастки дозволяє їй обертатися навколо своєї осі та постійно утримувати робочу частину пробовідбірника з фільтрами проти вітру. Конструкція вловлювача пастки запобігає втратам накопиченої зависі під час змін напрямків вітрів, а також атмосферних опадів завдяки геометрії приймальної частини, щільності фільтрувальної тканини та наявності двох шарів фільтра, що дозволяє проводити відбір речовини алевритової розмірності з атмосферних потоків (рис. 1).

Рис. 1. Процес заміни фільтрувального елементу для відбору речовини в ході натурних досліджень, причал на території Державної установи "Науковий гідрофізичний центр НАН України", 2016 рік

Вилучення з пасток натурної речовини раз на тридцять днів створює умови "накопичення" аерозолю за певний час. Паралельні безперервні спостереження за гідрометеорологічними факторами (швидкості, напрямки, тривалість вітрів, опади) забезпечують системність накопичення, збереження та опрацювання результатів комплексних спостережень, їх подальшого наукового аналізу й узагальнень.

Лабораторні дослідження отриманого натурного матеріалу включають визначення в ньому ряду мікроелементів рентген-флуоресцентним методом (лабораторія навчально-наукового інституту "Інститут геології" Київського національного університету імені Тараса Шевченка), дослідження хімічного макро- і мікрокомпонентного складу за допомогою електронної мікроскопії, аналіз гранулометричного складу проб (лабораторія фізичних методів досліджень Інституту геологічних наук НАН України). Результати комплексних лабораторних досліджень дозволяють диференціювати перебіг седиментаційних процесів, що зумовлюються різними зовнішніми факторами впливу у певні часові проміжки, а також визначати якісні та кількісні характеристики осадової речовини.

Результати і обговорення. Як показали результати аналізу отриманих матеріалів, вміст заліза та важких металів у речовині атмосферних потоків значно перевищує їх концентрації в складі літосферного та водного середовищ. Хоча це відома закономірність, обумовлена не тільки антропогенним впливом, але й природними причинами [6], уміст низки мікроелементів в еоловій зависі може сягати в окремі місяці достатньо високих концентрацій. Спостерігаються періоди суттєвого підвищення вмісту заліза в речовині повітряних потоків, уміст якого, при достатньо несистемному розподілі, в окремі місяці може перевищувати 450 г/кг (рис. 2). Уміст цього елементу варто вважати одним з маркерів емісії техногенної речовини в атмосферне середовище для такого міста, як Запоріжжя, де основними промисловими потужностями є підприємства чорної металургії та коксохімічного профілю, а надходження Fe в повітря пов'язано з процесами металообробки, викидами металургійної промисловості і іншими техногенними процесами. Суттєві кореляційні зв'язки часового розподілу заліза з деякими важкими металами, зокрема свинцем (показник коефіцієнту кореляції перевищує

0,8), можуть свідчити про основну роль металургійних виробництв у розподілі важких металів в атмосферному середовищі міста (рис. 2).

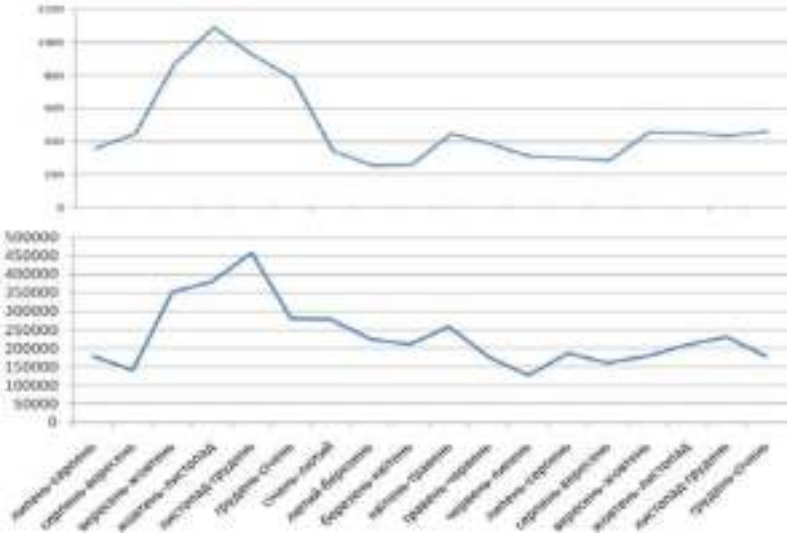


Рис. 2. Щомісячний розподіл вмісту свинцю (верхня діаграма) та заліза (нижня) у пробах атмосферного аерозолю, відібраних у ході досліджень в м. Запоріжжя (2015–2017 рік), г/т

Загалом, електронно-мікроскопічні дослідження речовинного складу аерозолю свідчать про суттєвий вплив на вміст компонентів техногенного походження саме високотемпературних процесів, пов'язаних із спалюванням вугілля на теплових енергетичних станціях, плавленням руд та рядом інших циклів металургійного виробництва. Це визначається, у першу чергу, значним відсотком умісту конденсаційної складової речовини відібраних проб, на що вказує порівняння на рис. 3. Кількісний розподіл сферичних утворень у приземному атмосферному середовищі Запоріжжя, пов'язаних з промисловими викидами за деякі місяці, більше відповідає речовині зол виносу ТЕС, ніж природній мінеральній складовій фонових ділянок (зокрема, районів Південного узбережжя Криму).

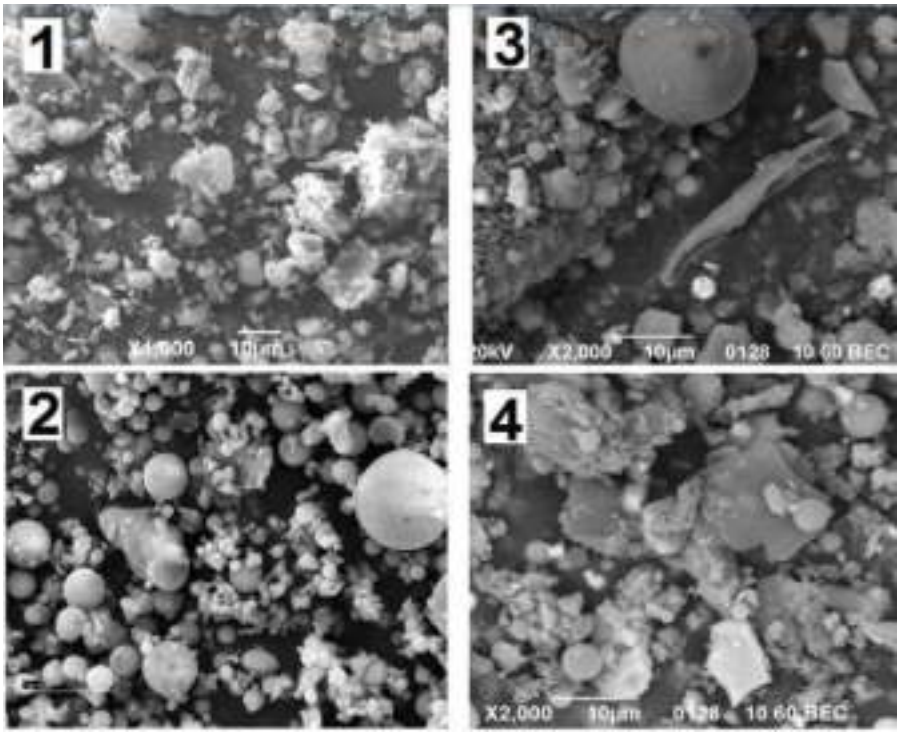


Рис. 3. Електронномікроскопічні знімки речовини атмосферних потоків, відібраної аерозольними пастками:
1) Південний берег Криму, район селища Кацівелі, серпень 2013 року, 2) надтонка фракція золи виносу вугілля Екибастузського родовища [7], 3) сферули в складі речовини проби, відібраної аерозольною пасткою на протязі грудня 2015–січня 2016 років на території Державної установи "Науковий гідрофізичний центр НАН України", м. Запоріжжя, 4) те ж, період відбору грудень 2015–січень 2016 років.

Група аерозолів, основною складовою яких є оксид заліза, у конденсаційній складовій не перевищує 35–40 %, значно поступаючись алюмосилікатним сферулам, але ці компоненти значно частіше, ніж алюмосилікатні утворення, мають у домішках інші метали (рис. 4).

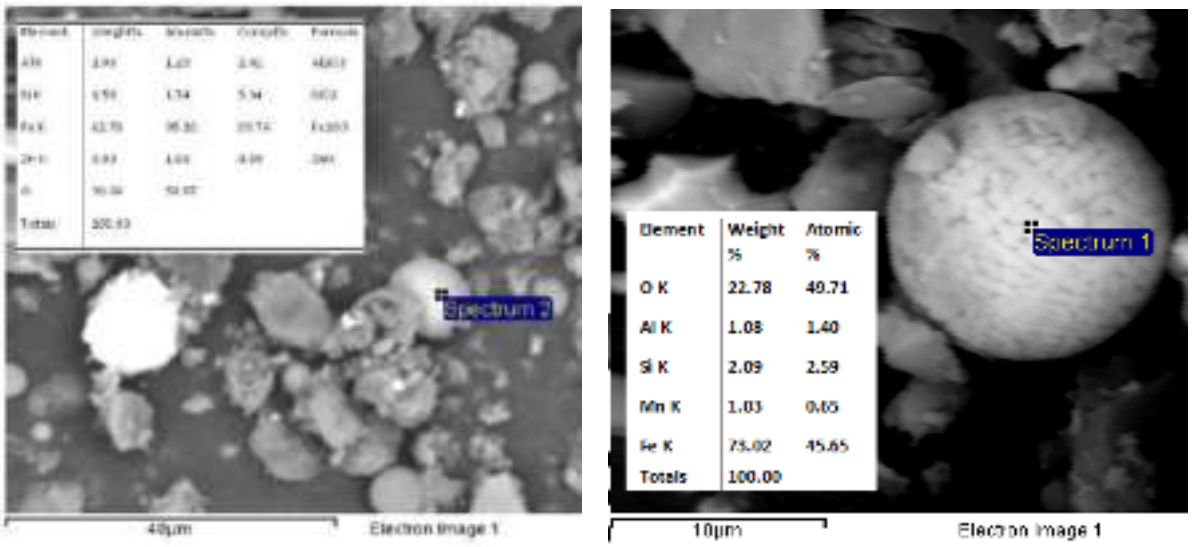


Рис. 4. Електронномікроскопічний знімок фрагменту проби за січень-лютий та червень 2016 року

При цьому уламкова складова, представлена оксидами металів, може сягати алевритової розмірності, а вміст заліза перевищувати 90 %. Також отримані дані свідчать, що підвищення концентрації заліза не прив'язане до збільшення вмісту глинозему в пробах атмосферної речовини. Уламковій складовій, представленій оксидом заліза, також властиві домішки ряду чорних та важких металів, зокрема титану, марганцю (рис. 5) та мікродомішки важких металів – нікелю, міді, свинцю. Загалом, важкі метали також зустрічаються у вигляді окремих зерен, де їх уміст може перевищувати 50 %, та відносяться як до уламкових, так і конденсаційних утворень.

Аналіз напрямків та швидкості вітрів у районі досліджень, гранулометричного та мінерального складу натурної речовини дозволив попередньо визначити, що зміна теплого сезону на холодний зумовлює помітне зменшення в пробах аерозолю відносного відсотку продуктів вивітрювання гірських порід і рослинної складової та збільшення продуктів високотемпературних промислових процесів. При цьому, розподіл заліза в складі еолової речовини не має як чіткої сезонної прив'язки, так і сталого зв'язку з фракціями певної розмірності. Вірогідно, це можна частково пояснити домінуючим вмістом уламкової складової, представленої оксидом заліза та широким спектром розмірності відповідних частинок від пелітової до алевритової розмірності.

У цілому, максимальні концентрації заліза тяжіють до дрібнодисперсної фракції речовини, що представлена глинистими теригенними мінералами та частинками атмосферного утворення.

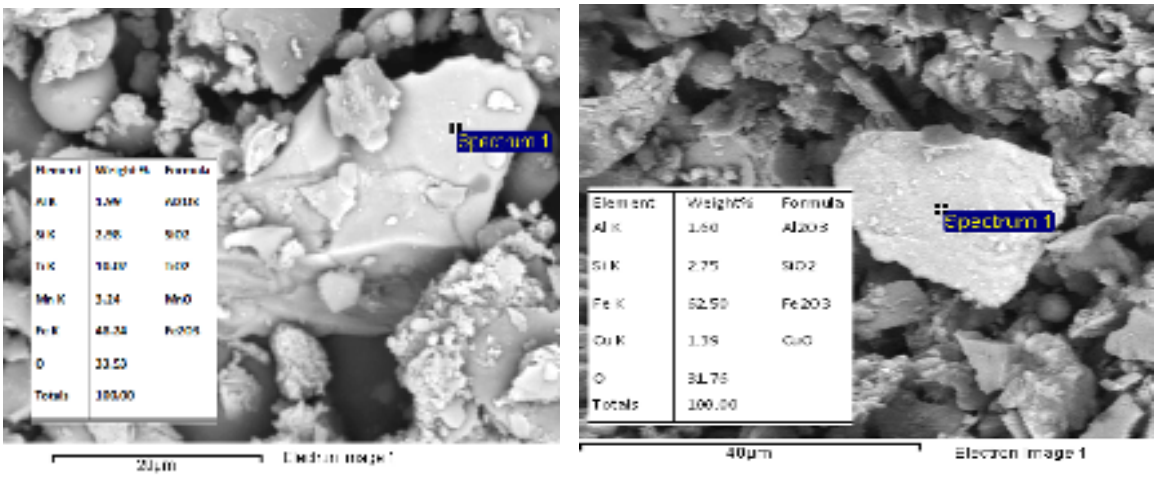


Рис. 5. Електронномікроскопічні знімки фрагментів проб атмосферного аерозолю за серпень-вересень 2015 року та липень-червень 2016 року, відповідно та хімічний склад окремих фрагментів речовини

Висновки. Моніторингові спостереження часового розподілу та особливостей речовинного складу атмосферного аерозолю в м. Запоріжжя дозволили окреслити ряд закономірностей умісту заліза в мінеральній складовій повітряної зависі, належності металовмісних утворень певним технологічним процесам. Високі концентрації Fe в речовині еолових потоків, що в середньому перевищують 250 кг/т, уміст елементу в окремих зернах уламкової та конденсаційної складової аерозолю, що становить 96 %, свідчать про суттєвий вплив гірничодобувної промисловості міста на стан атмосферного повітря міста. Також, дослідження засвідчили, що окремі фрагменти седиментаційної речовини можуть вказувати не тільки на процеси, в ході яких утворюються антропогенні сполуки, але й з великою вірогідністю визначити місця розташування виробництв.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Вернадский В. И.* Научная мысль как планетное явление/В. И. Вернадский, отв.ред. А. Л. Яшин. – М.: Наука, 1991. – 270 с.
2. Регіональна доповідь про про стан навколишнього природного середовища в Запорізькій області у 2016 році. – Запоріжжя: Запорізька обласна державна адміністрація, 2017. – 323 с.
3. Monitoring of distribution of heavy metals in the substance of aeolian flows. Nasedkin Ye., Ivanova G., Stadnichenko S. Andreev O., Morozenko V. XI International Scientific Conference "Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment" Taras Shevchenko National University of Kyiv, Institute of Geology, 11–14 October 2017, Kyiv, Ukraine.
4. Геохімічні аспекти досліджень атмосферного аерозолю м. Запоріжжя/Є. І. Насєдкін//Мінералогічний журнал. – 2017. – № 2 (39). – С. 57–63.
5. *Наседкін Є. І.* Моніторинг седиментаційних процесів у зоні взаємодії суходолу та моря / Є. І. Насєдкін, О. Ю. Митропольський, Г. М. Іванова. – Севастополь: НВЦ "ЕКОСІ-Гідрофізика", 2013. – 295 с.
6. *Добровольский В. В.* Геохимическое землеведение: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "География"/В. В. Добровольский. – М.: Гуманитар. изд. центр "ВЛАДОС", 2008. – 207 с.
7. *Зырянов В. В.* Зола уноса – техногенное сырье/В. В. Зырянов, Д. В. Зырянов. – М.: ООО "ИПЦ "Маска", 2009. – 320 с.

УДК 556.164:632.15(262.5/54)

ВЫНОС АНТРОПОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ С ПОВЕРХНОСТНЫМ СТОКОМ РЕК В ЧЕРНОЕ И АЗОВСКОЕ МОРЯ

***Н. П. Осокина*[1]**
1 – канд. геол.-минерал. наук, Институт геологических наук НАНУ, г. Киев, Украина, N.Osokina@gmail.com
Газохроматографическим методом в воде рек и морей определены хлорорганические пестициды: ДДТ и его метаболиты, ГХЦГ и его изомеры, альдрин, гептахлор, фторсодержащий пестицид – трефлан, фосфорорганические пестициды: метафос, карбофос, фозалон; азотсодержащие пестициды: атразин, симазин; рисовые гербициды: ялан, сатурн, пропанид. Подсчитан вынос хлорорганических пестицидов с поверхностным стоком рек в Черное и Азовское моря.

REMOVAL OF ANTROPOGENIC POLLUTANTS WITH SURFACE RUNOFF OF RIVERS TO THE BLACK AND AZOV SEAS

***N. P. Osokina*[1]**
1 – Institute of Geological sciences Nation academy of sciences of Ukraine, c. Kyiv, N. Osokina@gmail.com
Using gas chromatography method it was established that in river water and sea water of the Black, Azov Seas there could be detected stable chlororganic pesticides – DDT and its methabolites, hexachlorocyclohexane and its isomers, organophosphorus pesticides: atrazine, simazine; fluor – containing pesticide: trephlane and others. Calculation was made of the removal of chlororganic pesticides with surface runoff of rivers into the Black and Azov Seas.

Вступление

В настоящее время Средиземноморский бассейн, в частности Черное и Азовское моря, переживают предкризисное состояние ввиду негативного влияния антропогенного загрязнения. Высокие уровни накопления пестицидов в донных отложениях и рыбе свидетельствуют о неблагоприятном состоянии морской экосистемы. Ухудшились условия воспроизводства и обитания гидробионтов. Произошла смена доминирующих комплексов в донных биоценозах, значительные изменения видового состава зообентоса и флоры. В поверхностном и подземном стоке рек и морской воде присутствуют пестициды.

Количество антропогенных загрязнителей, поступающих с поверхностным стоком рек в Черное и Азовское моря, зависит в первую очередь от объема речного стока и уровня содержания антропогенных загрязнителей в воде рек.

Целью данной работы является подсчет выноса хлорорганических пестицидов (ДДТ и метаболитов: п, п' – ДДТ, п, п' – ДДЕ, о, п' – ДДД; ГХЦГ и изомеров: α – ГХЦГ, β – ГХЦГ, γ – ГХЦГ) с поверхностным стоком рек в Черное и Азовское моря.

Метод газовой хроматографии применяли для определения пестицидов в воде рек

Результаты.

Расчет можно производить по формуле

$Ps = C_1V_1+C_2V_2+C_3V_3+\ldots+CnVn$,

где Ps – суммарный вес хлорорганических пестицидов, выносимых реками, т;

C_1, C_2, C_3,…, Cn – средняя годовая концентрация пестицидов (ДДТ и метаболитов, ГХЦГ и изомеров) в воде рек, мкг/л;

V_1, V_2, V_3,…, Vn – средний многолетний объем годового стока, км^3.

Средние суммарные концентрации пестицидов в поверхностных водах рек (С, мкг/л), полученные в результате наших исследований и сопоставленные с материалами Госкомгидромета [1], осуществлявшего мониторинг поверхностных водоемов, позволили рассчитать количество пестицидов, выносимых ежегодно с поверхностным стоком рек суши Украины (V, км^3) в Черное и Азовское моря.

Таким образом, ежегодный вынос хлорорганических пестицидов (ДДТ и метаболитов, ГХЦГ и изомеров) с поверхностным стоком рек составил:

– в Черное море – 11,09 т.

– в Азовское море – 4,7 т.

Суммарный ежегодный вынос стойких хлорорганических пестицидов в результате ретроспективного загрязнения в Черное и Азовское моря составил 15,79 т.

Кроме хлорорганических пестицидов, по нашим данным, ежегодно в Черное и Азовское моря выносилось 3,5 т пестицидов других групп:

– фосфорорганических пестицидов – 0,058 т (р. Ю. Буг);

– азотсодержащих пестицидов – 0,097 т (р. Ю. Буг); 0,646 т (р. Кубань), 1,888 т (р. Дон);
– фторсодержащих пестицидов – 0,0003 т (р. Ю. Буг);
– рисовых гербицидов (сатурн, ялан) –0,513 т (р. Ю. Буг); 0,307 т (р. Дон).

В последние годы ретроспективное загрязнение, поступающее в Черное и Азовское моря, постепенно немного снижается в связи с уменьшением применения пестицидов.

Таблица 1. Суммарный вес хлорорганических пестицидов (Р, т), выносимых с поверхностным стоком рек в Черное и Азовское моря

№ п/п	Название реки	С, мкг/л	V, км^3 [2]	Р, т
1	Днепр	0,028	54	1,512
2	Днестр	0,2	8,66	1,732
3	Южный Буг	0,0577	3,42	0,19733
4	Дунай	0,03716	206	7,65
	Реки Крыма:			
5	Кача	0,001[1]	0,0495	0,0000495
6	Черная	0,001	0,0637	0,0000637
7	Дерекойка	0,001	0,01703	0,00001703
8	Су-Индол	0,001	0,0063	0,0000063
9	Бурульча	0,001	0,01513	0,00001513
10	Биюк-Карасу	0,001	0,05329	0,00005329
	Реки Приазовья:			
11	Молочная	0,001	0,074	0,000074
12	Кальмиус	0,001	0,160	0,00016
13	Дон	0,146	29,5	4,307
14	Кубань	0,0298	13,2	0,39336

Выводы

1. Ежегодный вынос хлорорганических пестицидов (ДДТ и метаболитов, ГХЦГ и изомеров) с поверхностным стоком рек составил: в Черное море – 11,09 т; в Азовское море – 4.,7 т.

2. Для улучшения экологической ситуации Азово-Черноморского бассейна необходимо в несколько раз уменьшить поступление дренажно-сбросных и сточных вод с оросительных систем сельхозугодий в акваторию морей. Ввиду того, что невозможно полностью отказаться от применения пестицидов из-за резкого снижения урожаев сельскохозяйственных культур, необходимо стойкие, “долгоживущие”, чрезвычайно опасные и высокоопасные (по степени токсичности) пестициды заменять “короткоживущими” и умеренно опасными. А также расширить зоны санитарной охраны в районах рекреационных территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ежегодник содержания остаточных количеств пестицидов в обьектах природной среды отдельных регионов Советского Союза. Книга II. – О.: Госкомгидромет, 1988. – 132 с.
2. Справочник по водным ресурсам//Под редакцией Б. И. Стрельца. – К.: Урожай, 1987. – 191 с.

УДК 550.8.05

ЛИТОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КАК ФАКТОРЫ КАРСТООБРАЗОВАНИЯ СОЛОТВИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАМЕННОЙ СОЛИ

Е. А. Панова[1], О. Ю. Квашук[2]
1 – канд. геол.-минерал. наук, старший научный сотрудник, ИГМР им. М. П. Семененко НАН Украины, г. Киев, Украина, olena.panova@gmail.com, 2 - ИГМР им. М. П. Семененко НАН Украины, г. Киев, Украина, oksana.kvashuk@gmail.com
В статье приведена оценка чрезвычайной экологической ситуации Солотвинского месторождения каменной соли, сложившейся вследствие его эксплуатации. Выполнен анализ литолого-структурного строения месторождения, а также объемов и особенностей ведения горных работ. Обоснованы причины карстообразования на месторождении и прогноз – оконтуривание потенциально опасных зон карстообразования.

LITOLOGIC-STRUCTURAL FEATURES AS FACTORS OF KARST FORMATION OF THE SOLOTVINO ROCK SALT DEPOSIT

E. A. Panova [1], O. Ya. Kvashuk[2]
1 – M. P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, olena.panova@gmail.com, 2 – M. P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, oksana.kvashuk@gmail.com
The article provides an assessment of the environmental emergency situation of the Solotvino rock salt deposit, which was subsequently developed. The analysis of the lithologic-structural structure of deposit, as well as the volumes and features of conducting mining operations is completed. The reasons of karst formation in the field are substantiated and the forecast is contouring of potentially dangerous zones of karst formation.

Солотвинское месторождение каменной соли эксплуатировалось более двухсот лет. На сегодняшний день эта территория объявлена зоной чрезвычайной ситуации, а добыча каменной соли остановлена вследствие неконтролируемых процессов затопления горных выработок и активного развития техногенного карста. Глубинный карст значительно осложняет и без того опасную ситуацию подработанной территории, ведь существует опасность образования новых провалов на земной поверхности, в том числе жилой застройки. Поэтому задача по прогнозированию и оконтуриванию потенциально опасных зон по-прежнему стоит крайне остро.

Соляная залежь представляет собой асимметричную вытянутую в СЗ-ЮВ направлении купольную структуру с углами падения на крыльях от 55 до 85° и является классическим примером соляного штока, протыкающего за счет инверсии плотностей и гравитационного всплывания более молодые породы крыльев. Локально имеет выход на поверхность.

Контакт между соляным телом и вмещающими породами – тектонический. Для Солотвинской купольной структуры характерно наличие зон дробления, брекчирования и трещиноватости вмещающих пород в зоне их контакта с соляным телом, а также слабое подворачивание слоев вмещающих пород к дневной поверхности. Внутренняя складчатость соляной толщи обусловлена пластическими свойствами каменной соли, благодаря которым даже в наиболее напряженных и интенсивно выраженных складчатых формах соль не теряет своей сплошности, не разрывается, складки не сопровождаются дизъюнктивными нарушениями. Более жесткие терригенные породы при выжимании соляного штока были не только смяты, но и разбиты сеткой разрывов, преимущественно сбросов растяжения, характерных для кинематических обстановок галокинеза [1].

Выщелачивание соли подземными водами привело к тому, что глинистая составляющая каменной соли оставалась на месте выщелачивания. В результате в кровле соляной толщи накопилась пластообразная залежь вязких глин, получивших местное название “палаг”. Мощность “палага” составляет от нескольких сантиметров до 2–5 м, реже, достигая 10–20 м. Целостность “палага” нарушена на севере от шахт № 3–4 “Кунигунда-Николай”, в 100 м на северо-запад от шахты № 1 “Кристина”, а также в районе “Затона”. Глины “палага” являются надежным водоупором, природной защитой соляного массива, однако в последние годы не всегда соблюдалась их целостность. Все ранее пройденные и затем заброшенные шахты явились своеобразными “окнами”, через которые в соляную залежь получили свободный доступ грунтовые воды, что в дальнейшем спровоцировало прорывы воды в горные выработки и развитие суффозионных и карстовых процессов.

Водоносный горизонт вмещающей околосолевой толщи представлен трещинными напорными водами, приуроченными к зоне тектонического контакта пород с рудным телом. Их обводненность определяется степенью трещиноватости, а главной областью питания является юго-западный склон Карпат, с которого по разломным зонам идет приток воды к месторождению [2].

Процесс ведения горных работ в значительной степени нарушил естественную структуру месторождения. Большая часть водоносных горизонтов, в том числе аллювиальный водоносный комплекс, сдренированы на глубину ведения горных работ (375–430 м). В настоящее время в масштабе месторождения сформирован единый трещинно-карстовый водоносный горизонт, определяющий современный гидродинамический режим территории. Многолетний водоотлив при глубоком базисе дренажа способствовал раскрытию активной трещиноватости соляной толщи, что закономерно приводило к росту водопритоков в горные выработки, появлению новых подземных потоков агрессивных вод, часто в обход дренажных и осушительных конструкций, а значит к формированию новых подземных пустот.

Перед остановкой соледобычи на Солотвинском месторождении активно работали рудники № 8 и 9, а также ранее вели добычу еще семь шахт (№ 7, “Ст. Людвиг”, “Кунигунда”, “Николай”, “Альберт”, “Кристина” и “Иосиф”). Горные работы сконцентрированы в сводовой части купола, где соляная толща выходит под покровные отложения. Изначально закладка рудников велась на малых глубинах, где рудное тело залегает близко к поверхности. Это способствовало быстрому развитию суффозионных явлений, неизбежным прорывам воды в горные выработки, оседаниям земной поверхности, вплоть до формирования провалов.

В настоящее время на поверхности месторождения сформировалось несколько крупных карстовых воронок, диаметр отдельных превышает 200 м, а также множество мелких провалов (рис. 1). Их форма и количество стремительно растут, о чем свидетельствуют результаты геомеханических наблюдений [3], а также постоянные оседания материала, которым периодически засыпаются воронки. По контурам провалов наблюдается развитие трещин отрыва. Известно, что карстовые процессы распространены глубоко в массив соляной толщи, однако точно их масштаб и пространственное расположение не установлены.

Рис. 1. Схематическая карта Солотвинского месторождения с указанием контуров горных работ и зон распространения карста:

1 – контуры соляного тела; 2 – разведочная скважина; 3 – гидрогеологическая скважина; 4 – прогнозная карстовая зона; 5 – контуры карстовых провалов; 6 – контуры горных работ

По данным горно-геологической документации, наибольшие карстовые воронки приурочены сейчас к горным работам солерудников № 7 и 8. Так, на руднике № 8 это воронки на промплощадке, а также над камерой $7^{зап}$; на руднике № 9 воронки расположены у его стволов, восточнее рудника № 7 находится крупный провал “Черный Мочар”. Общий объем карстовых пустот на 2011 год составлял 1,8 млн $м^3$.

Дальнейшее прогнозирование развития карстовых зон возможно на основе комплексного анализа инженерно-геологических, тектонических особенностей месторождения и сопоставления с горными работами фактических карстовых участков.

Можно предположить, что зоны ослабления горного массива будут проявляться на поверхности в местах, где мощность четвертичных отложений и объем внутренних пустот максимальны. По данным геологоразведочных работ и бурения скважин, собраны и проанализированы литологические данные покровных четвертичных отложений. Для построения карт изопахит использовано литологическое описание пород по 102-м разведочным и наблюдательным скважинам.

Построенные карты мощностей аллювиальных отложений и отложений “палага” совмещены с современными карстовыми зонами (рис. 2). Как видно, зоны образовавшихся провалов отчетливо коррелируют с участками в плане, где мощность покровных отложений наибольшая (более 20 м).

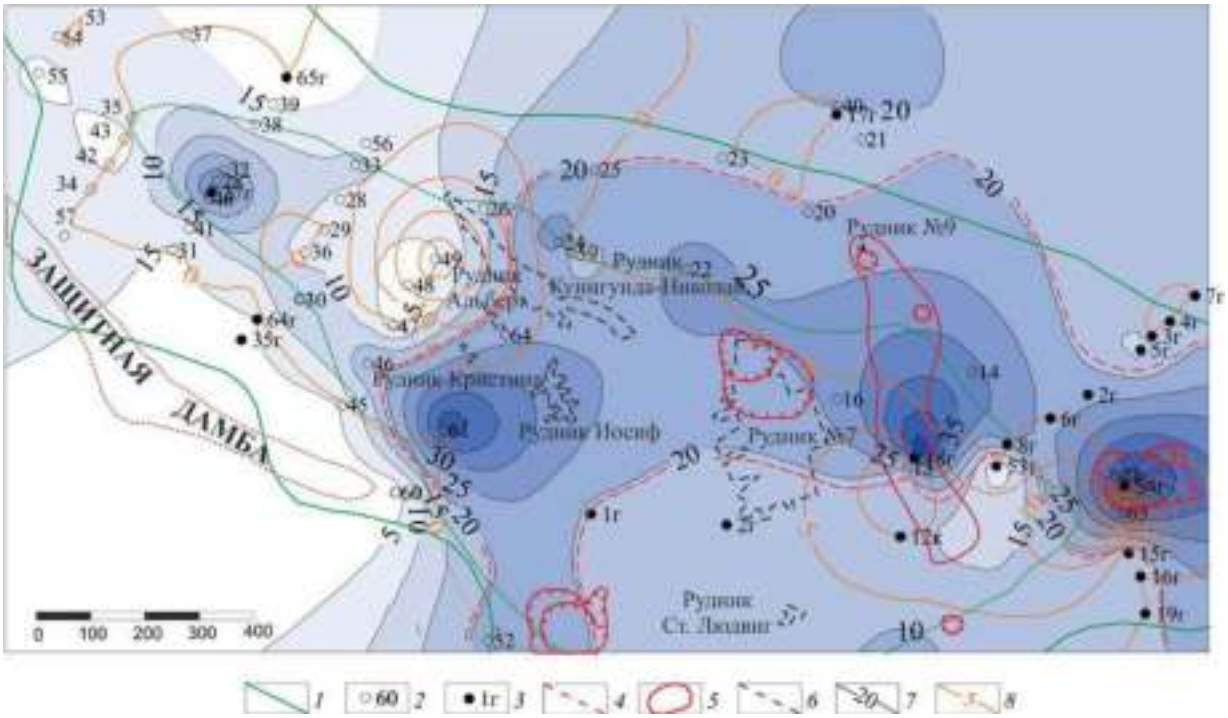


Рис. 2. Совмещенная карта мощности четвертичных отложений с фактическими и прогнозными карстовыми зонами:

1 – контуры соляного тела, 2 – разведочная скважина, 3 – гидрогеологическая скважина, 4 – прогнозная карстовая зона, 5 – контуры карстовых провалов; 6 – контуры горных работ; 7 – изолинии мощностей аллювиальных отложений; 8 – изолинии мощностей “палага”

На основании изложенного можно заключить, что участки увеличения мощности четвертичных отложений являются потенциально опасными зонами карстообразования, так как могут создавать избыточное геомеханическое давление и являться зонами повышенной фильтрации подземных вод в соляную толщу. Гидродинамическое давление способствует уменьшению эффективных напряжений в горном массиве, в результате чего падает его сопротивление сдвиговым деформациям. При наличии под ними разуплотненных соляных толщ вероятность возникновения на земной поверхности новых провалов сильно возрастает. Такие участки широко распространены в центральной и восточной частях месторождения.

Выводы

1. Выполнен анализ литологического строения Солотвинского месторождения каменной соли. Природная защищенность соляного массива обусловлена наличием покровных четвертичных отложений и водоупорным глинистым слоем “палаг”, выполняющих защитную функцию соляной толщи. Однако в настоящее время она интенсивно нарушена горными работами. По данным геологоразведочных работ, собраны и проанализированы литологические данные четвертичных отложений. Построены карты мощностей аллювиальных отложений и отложений “палага”. Полученные данные совмещены с картой фактических карстовых зон. Установлено, что участки увеличения мощности четвертичных отложений являются потенциально опасными зонами карстообразования.

2. В результате проведенных исследований отмечено, что наличие структурно-литологических неоднородностей обуславливает изменения гидрогеологического режима и проявления различных физико-геологических процессов. Наиболее важными из них являются:

– мощные четвертичные аллювиальные образования, при водонасыщении которых увеличивается риск прорыва их в отработанные камеры;

– наличие сквозных промоин, соединяющих четвертичные образования с соляным телом, являющиеся одновременно дополнительными каналами фильтрации и причиной развития подземного карста;

– наличие в разрезе “палага”, который по своим физико-механическим свойствам является мощным препятствием для проникновения вод к соляному телу, а также способен выдерживать значительные деформации. Уменьшение мощности “палага” или его отсутствие (как результат техногенной деятельности) создает места возможного проникновения грунтовых вод к соляному телу;

– зона контакта с вмещающими породами. Контакт с вмещающими породами (переслаивание мергелей, песчаников, туфов, туффитов) тектонический. Породы сильно нарушены, при бурении выход керна не

превышал 50 %, сильно обводнены. Воды трещинного типа, напорные. Все это создает благоприятные условия для размыва контакта “соль – вмещающие породы” с последующим образованием:

– разуплотненных зон, выход которых под четвертичные образования является местом образования поверхностного карста;

– полостей вымывания, проникновение которых возможно глубоко в соляное тело, а в случае проникновения полости до отработанного пространства, она становится сквозным каналом миграции мощного потока подземных вод из вмещающих пород в соляное тело;

– наличие прослоев глин непосредственно в соляном теле. В сухом состоянии это стабильная горная порода, не нарушающая устойчивости массива. Учитывая тот факт, что падение слоев крутое (от 60° до вертикального залегания), то в случае попадания воды контакт “глина-соль” можно рассматривать как потенциальную плоскость скольжения. И именно она может стать той плоскостью (стенкой отрыва), по которой происходит смещение горной массы.

3. Ведение маркшейдерского и гидрогеологического мониторинга в комплексе с квалифицированными прогнозами позволит осуществлять контроль состояния водонасыщенного горного массива и своевременно предотвращать аварийные ситуации. Для обоснования мер по стабилизации чрезвычайной экологической ситуации необходимо создание масштабных структурно-литологических и математических моделей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Особенности геодинамики и гидрогеологического режима Солотвинского месторождения каменной соли (Закарпатский внутренний прогиб)/Привалов В. А., Панова Е. А.//Наукові праці ДонНТУ, Серія “Гірничо-геологічна” № 7 (135). – Донецьк, 2008. – С. 155–162.

2. Отчет о доразведке в 1967–1970 гг. Солотвинского месторождения каменной соли в Закарпатской области. Т. 1/Киевский геологоразведочный трест. Закарпатская геологическая экспедиция/Берегово, 1970. – 200 с.

3. Проведення гідрогеологічних і інженерно-геологічних досліджень з метою встановлення місць проникнення води у шахти Солотвинського солерудника та виконання досліджень геомеханічних процесів при розробці Солотвинського родовища кам’яної солі і впливу діяльності соляних шахт на навколишнє природне середовище: Звіт про НДР/УкрНДМІ; керівник Піталенко Є. І. – 143/1; Інв. № 2302. – Донецьк, 2008. – 59 с.

УДК 550.4.551.3(546)(466.6)

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ, КОНТРОЛИРУЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

***Л. А. Петрова*[1]**
1 – канд. геол. наук, научный сотрудник (Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н. П. Семененко НАН Украины), г. Киев, troynda775@yandex.ua
На примере юго-востока Украины установлено, что главными факторами которые контролирующими влияние отходов горнодобывающих и горноперерабатывающих предприятий на окружающую среду, есть региональные, а именно: региональное геологическое строение; тип литогенеза; специфика зоны аэрации – мощность и количество в ней геохимических барьеров, а также локальные – таксон геохимического ландшафта и миграционные особенности металлов и микроэлементов в зоне гипергенеза.

REGIONAL FACTORS CONTROLLING EFFECTS ON THE ENVIRONMENT OF INDUSTRIAL WASTE OF MINING AND PROCESSING INDUSTRY

***L. Petrova*[1]**
1 – Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formations (IGMOF) National Academy of Sciences of Ukraine (NASU), Kiev, Ukraine, troynda775@yandex.ua
The example of the southeast of Ukraine found that the main factors that control the impact of waste mining and mining enterprises on the environment are regional, namely: regional geological structure; type of lithogenesis; specificity of the aeration zone – the capacity and number of geochemical barriers in it, as well as the local ones – the taxon of the geochemical landscape and the migration features of metals and microelements in the hypergenesis zone.

В результате технологического прогресса индустриальные области с развитой инфраструктурой горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности имеют большой модуль техногенной нагрузки на дневную поверхность, что в свою очередь отражается на общей экологической ситуации региона и сопредельных территорий, так как резкое увеличение количества промышленных отходов повышает концентрацию тяжелых металлов и их соединений в атмосфере, почвах, зоне аэрации, поверхностных и подземных водах, поэтому одной из главных проблем современности данных регионов является проблема экологии.

В процессе техногенеза в воздух, почвы, биоту поступают загрязняющие вещества, количество которых с каждым годом возрастает. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в практике в настоящее время используется до 500 тыс. химических соединений. При этом около 40 тыс. соединений обладают весьма вредными для живых организмов свойствами, а 12 тыс. – токсичны.

В Законе Украины об одходах – “об оценке воздействия на окружающую среду” обозначены правовые и организационные основы оценки воздействия на окружающую среду, направленные на предотвращение ущерба окружающей среде, обеспечения экологической безопасности, охрану окружающей среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, в процессе осуществления хозяйственной деятельности, которая может оказать значительное влияние на окружающую среду для безопасности жизнедеятельности людей и их здоровья, флоры, фауны, биоразнообразия, почвы, воздуха, воды, климата, ландшафта, природных территорий [1].

Для изучения воздействия на окружающую среду горнодобывающих и горно-перерабатывающих предприятий выбран один из самых техногенно нагруженных в этом аспекте регион, а именно – Юго-Восточный Донбасс, и установлено, что комплекс региональных и локальных факторов контролирует степень нагрузки токсических элементов и тяжелых металлов на геоэкологическую среду и определяет масштабы зон риска.

Исследования включают региональные аспекты воздействия горнодобывающих (угольные) и горноперерабатывающих предприятий (ЦОФы, Алчевский металлургический комбинат) на геоэкологическую среду в условиях аридного литогенеза юго-востока Украины.

Цель исследований. Определить главные факторы регионального масштаба, контролирующие влияние промышленных отходов на геоэкологическую среду в условиях аридного литогенеза юго-востока Украины.

Методика и методы исследований.

На участках техногенеза было проведено металлометрическое опробование м-ба 1:50 000, а также дубликаты проб предыдущих работ некоторых промышленных районов подвергались повторным анализам и доизучению.

Химический и минералогический состав зоны аэрации на площадях техногенеза юго-востока Донбасса изучался с помощью опробования канав, копуш и шурфов, проведением лабораторных исследований. Все отобранные пробы были проанализированы полуколичественным спектральным анализом на 47 элементов + Hg и F атомноабсорбционным методом. Для дубликатов проб различных ландшафтов и контрастных по интенсивности техногенной нагрузки геохимических аномалий были проведены химический, рентгеноспектральный, рентгеноактивационный, атомно-абсорбционный, спектральный количественный анализы. Для исследования вещественного состава использовался минералогический, минералографический и рентгеноструктурный методы, формы нахождения металлов определены методом постадийных вытяжек.

Для оценки степени загрязненности почв был применен суммарный показатель концентрации Zc по формуле Ю. Е. Саета $Zc = \sum_{1}^{n} Kc - (n-1)$, где n – количество суммарных элементов, Kc – коэффициент концентрации вещества, который определяется соотношением реальной концентрации тяжелых металлов (с) к фоновой (ф) (Сф) – $Kc = \frac{C}{C\phi}$ [74] – коэффициент концентрации (Kc) рассчитывался для элементов с выше фоновым содержанием тяжелых металлов в почвах.

Результаты исследований. По результатам обработки данных металлометрического опробования в юго-восточной части Донбасса оконтурено пять крупных техногенных аномалий и более 40 локальных. Внутри основных техногенных аномалий выделяются участки (2–32 км^2) с более интенсивной концентрацией металлов в почвах. Они присущи отдельным предприятиям и промышленным узлам. В среднем Zc составляет 16–50, а в отдельных местах достигает Zc = 150 и максимально Zc = 1780. Конфигурация техногенных геохимических аномалий сложная, обусловленная неравномерным расположением источников поступления металлов в геоэкологическую среду (шахты, заводы, промышленные отходы), а также вариабельности воздушных потоков, ландшафтных таксонов, специфики зоны аэрации.

Установлено, что основные химические элементы, влияющие на изменение геохимического состояния почвенного профиля, – это As, Pb, F, Hg, P, Zn, Ba и в меньшей степени Cd, Sb, Mo, Mn, Li, Tl, Br. Сравнительная характеристика местных фоновых значений указывает на некоторое (6–30 %) увеличение концентраций Pb и Co с запада на восток и отмечаются более высокие концентрации Mn, Cr, Ba, Li в центральной части территории.

Результаты лабораторных анализов показали, что на площадях техногенных геохимических аномалий наблюдается увеличение средних концентраций в отношении фоновых практически всех химических элементов (кроме Nb), а для таких элементов как As, Pb, Cr средние концентрации превышают ПДК (рис. 1).

Наиболее контрастная (Zc 8–126) и масштабная (410 км^2) техногенная геохимическая аномалия расположена в Алмазно-Марьевском геолого-промышленном районе, она простирается на 48 км в северо-западном направлении от г. Перевальска в г. Золотое. Специализация данной аномалии – As, Pb, F, Ba, Mn. Внутри аномалии обнаружены крупные (25–915 км^2) участки с Zc = 16–77. Они присущие городским агломерациям городов Алчевск, Брянка, Стаханов, Луганск. Более локальные (1–4 км^2), но контрастные (Zc=16–126) техногенные геохимические аномалии находятся вблизи угледобывающих предприятий городов Теплогорск, Золотое, Горское.

Вторая по интенсивности и площади геохимическая аномалия наблюдается в виде полосы (шириной 5 км, длиной 80 км) субширотного направления в пределах Боково-Хрустальского и Должано-Ровеньковского геолого-промышленных районов.

Рис. 1. Фрагмент карты м-ба 1:200 000 “Техногенные геохимические аномалии Юго-Восточного Донбасса” (Алмазно-Марьевский угледобывающий район

Условные обозначения:

1 – Геохимические аномалии в коренных породах; 2 – техногенная геохимическая аномалия в почвах, цифра – Zc; 3 – техногенная геохимическая аномалия с концентрацией микроэлементов 1–3 геофонов; 4 – специализация геохимической аномалии и Кк (Кларк концентрации); 5 – техногенная аномалия в донных отложениях, цифра – Zc; 6 – территория, с фоновыми концентрациями микроэлементов; 8 – терриконы; 7 – централь-ные обогатительные фабрики; 9 – предприятия химической промышленности; 10 – отвалы (неугледобывающие)

Это связано с зоной субширотных надвигов (и частично зоной Северо-Донецкой мелкой складчатости), где на природные аномальные зоны наложены процессы техногенеза в результате угледобычи, что в свою очередь отражается показателем Zc, который здесь составляет 16–149, максимальные показатели Zc характерны для

участков комплексного воздействия геологических и техногенных факторов и перекрыты, или минимально перекрыты рыхлыми осадочными отложениями.

Самое большое влияние на структуру загрязнения почв Юго-Восточного Донбасса Украины оказывают As, Pb, Hg, Ba и Mo. Максимальные значения Zc (16–149) в почвах присущи антропогенным ландшафтам городов Вахрушево, Красный Луч, Антрацит, Свердловск, Краснопартизанск, пгт Дзержинское. При распределении химических элементов по профилям Красный Луч – Ровеньки, Свердловск – Краснодон, прослеживается четкое соответствие максимальных концентраций городским агломерациям и отдельным предприятиям (шх. “Центрсоюз”, завод “Титан”, Краснодонские промышленные отходы).

Крупные техногенные аномалии (100–120 км^2) обнаружены вблизи городов Лисичанск и Краснодон, с повышенными концентрациями – Sc, Ga, HS, Li i Rb.

В результате интерпретации лабораторных данных установлены закономерности распределения металлов в зоне аэрации техногенных геохимических аномалий, отображающие следующие региональные тенденции:

1) Гранулометрический состав почвенного профиля участков исследования частично унаследован от подстилающих пород, но в большей мере сформирован вследствии инфильтрационного метасоматоза с характерными чертами аридного литогенеза, а именно наличие гипсовой и карбонатной минерализации в разрезе. В тонкодисперсной фракции глинистые минералы по всему профилю представлены иллит-каолинит-монтмориллонит-гидрослюдяной ассоциацией, что характерно для почвенного профиля данного региона.

На территории исследований (открытый карбон Донбасса) почвенный профиль представлен черноземом обычным южным, с угольной пылью на поверхности. По гранулометрическому составу почвы относятся к глинистым карбонатным.

Изучение форм нахождения основных металлов, которые определяют специализацию техногенных аномалий – Hg, Zn, Cu, Pb, Cd, проводилось на глубинах 0–10, 15, 20, 30, 50, 200 см, для определения аккумулятивных горизонтов в аномалиях. Аномалии исследовали по 4-м разрезам почвенного профиля, соответствующие максимальным значениям Zc = 1780 и 265, 3-й со средним уровнем нагрузки Zc = 20, 4-й на периферии аномалии. Геохимические показатели аномалий сравнивали с фоновыми для данной территории.

Полученные результаты показали резкое увеличение содержания подвижных форм тяжелых металлов в почвенных профилях техногенных аномалий. При этом прослеживается зависимость соотношения суммы подвижных и устойчивых форм металлов от степени техногенеза. Так, с увеличением техногенной нагрузки увеличивается часть подвижных форм для всех тяжелых металлов, а часть устойчивых форм большей или меньшей степени уменьшается.

Сопоставление фонового распределения тяжелых металлов по формам их нахождения с аналогичным распределением техногенных геохимических аномалий показывает, что количество подвижных форм соединений Cu и Zn в зависимости от показателя Zc увеличивается в 13–15 раз при Zc = 20; 15–20 (Азот) раз, 20–22 раза при Zc = 1780 (Алчевск) соответственно часть устойчивых форм нахождения металлов уменьшается в 3,5–9 раз для Zn и в 1,7–2,3 раза для Cu. На фоновых участках Cu и Zn образует в 3 раза большее количествосоединений с органическим веществом почв (рис. 2).

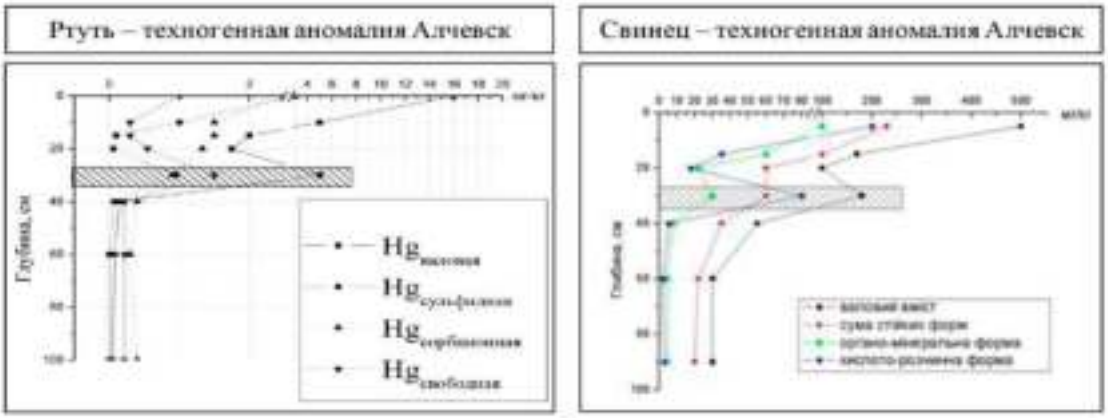


Рис. 2. Закономерности распределения ртути и свинца в почвенном профиле техногенной геохимической аномалии в зоне влияния металлургического комбината г. Алчевска

Дополнительная нагрузка металлов на почвенный профиль ведет к более активному связыванию их с органическим веществом, часть органо-минеральных форм для Cu увеличивается примерно в 3,8–4,3 раза, а для Zn – 3,5–9,0 раз в зависимости от степени техногенной нагрузки. С увеличением показателя Zc увеличивается часть подвижных форм Pb в 1,9–2,5 раза, а в органо-минеральной фракции в – 1,4–1,8 раза, а часть устойчивых форм уменьшается в 1,6–3,0 раза. Уровень геохимической нагрузки на гумусовый горизонт с величиной Zc = 25–33 относится к среднему и слабоопасному. Верхний слой переходного горизонта является с минимальной геохимической нагрузкой Zc = 6, а с глубины 30 см содержание тяжелых металлов в почвенном профиле приближается к фону.

Содержание Cd на участках, не подвергшихся воздействию техногенеза меньше предела чувствительности, что не позволило определить его подвижные формы на фоновой территории. В техногенных

геохимических аномалиях Cd практически не образует устойчивых форм. Его соединения на 80 % представлены солевой (подвижной) формой и примерно на 20 % металлоорганическими формами, растворимость и соответственно подвижность которых во многом зависит от влажности, pH и окислительно-восстановительных условий среды. Максимальное содержание олова в техногенных геохимических аномалиях (Алчевск) составляет 1850 мг/мг – практически весь металл находится в устойчивой (нерастворимой) и не опасен для биоты. Мышьяк, в регионе, поступает на земную поверхность в результате техногенеза, его распределение по почвенному профилю неравномерно. Глубина проникновения менее 30 см.

Анализируя распределение тяжелых металлов по почвенному профилю, четко прослеживается закономерность, что в техногенных геохимических аномалиях максимальная аккумуляция металлов происходит в верхнем гумусовом горизонте почв, с последующим резким уменьшением концентраций в горизонтах B и C практически до их фонового содержания (рис. 2). Влияние техногенных поступлений на земную поверхность приводит к интенсивным процессам, которые происходят в почвенном профиле и зоне аэрации.

2. Формирование зон растворения и аккумуляции металлов в результате различных биохимических и геохимических преобразований вещества имеет региональную специфику, которая зависит от региональной геологии в сингенетизме со свойствами зоны аэрации, мощности рыхлых отложений и таксона ландшафта. В региональном отношении именно зона аэрации, в том числе почвенный профиль, играет важнейшую роль в резком уменьшении или полном прекращении миграции металлов – трансформации и аккумуляции их на геохимических барьерах и в дальнейшем не проникновении большинства химических элементов в водоносные горизонты. В аридном литогенезе юго-востока Украины в вертикальном разрезе зоны аэрации элювиальных ландшафтов насчитывается минимум восемь геохимических барьеров (A – кислородный; E – кислый, G – сорбционный; Gб – биосорбционный; B – редокс-барьер; C – Fe-Mn-оксидный (с выпадением оксидов железа и гидроксидов марганца); D – щелочной; G (MnO_2) – сорбция оксидами марганца; Gгл – сорбция глинистыми компонентами, в аквальных ландшафтах – 7 (отсутствует щелочной), в горизонтальном направлении прослеживается минимум 2 (кислый и сорбционный) [2], то есть зона аэрации является тонкой барьерной системой земной коры, которая защищает подстилающие породы не только от техногенной геохимической нагрузки, но и от физического и химического выветривания.

При изучении распределения тяжелых элементов в почвенном профиле и зоне аэрации техногенных геохимических аномалий в угледобывающем регионе юго-востока Украины прослеживаются следующие закономерности:

– происходит увеличение части подвижных форм металлов в поверхностном гумусовом слое с параллельным уменьшением количества устойчивых стабильных форм по сравнению с их частью на фоновой области;

– с миграцией металлов вниз в почвенном профиле часть подвижных форм соединений тяжелых металлов постепенно уменьшается, а устойчивых – увеличивается;

– на глубине 50–70 см валовое содержание металлов, в зависимости от степени техногенной нагрузки, практически приравнивается к фону, но соотношение между количеством подвижных и стабильных форм не совпадает с фоновым – на фоновых участках намного меньший процент находится в подвижных формах и больше в стабильных;

– часть водорастворимых и ионно-сорбированных форм металлов в техногенных геохимических аномалиях очень мала, но при уменьшении pH почвенных растворов в 4,2–4,8 увеличивается количество Pb, Zn, Cu в подвижных формах.

Выводы

1. Влияние геохимической нагрузки на геоэкологическую среду и площади зон риска в горнодобывающих и горноперерабатывающих регионах зависят от региональных факторов, которые контролируются типом литогенеза, геологическими особенностями региона, спецификой и мощностью зоны аэрации, таксоном геохимического ландшафта, а также миграционных свойств металлов и токсических веществ в техногенезе данного региона.

2. При складировании промышленных отходов в горнодобывающих и горно-перерабатывающих регионах для минимизации влияния токсичных и тяжелых металлов на экологическую среду необходимо учитывать региональные особенности зоны аэрации, наличие или отсутствие геохимических барьеров и её мощность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон України про відходи – Про оцінку впливу на довкілля (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 29, ст.315) http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2059-19.

2. *Петрова Л. А.* Барьерная система аридной зоны аэрации юго-востока Украины//Всероссийская научная конференция (с международным участием) “Геохимия ландшафтов”, посвященная 100-летию со дня рождения выдающегося российского геохимика А. И. Перельмана. Москва, 2016 г. Доклады Всероссийской научной конференции, 18–20 октября. – Москва, 2016. – С. 418–421. http://media.geogr.msu.ru/Library/Perelmann100.pdf.

УДК 551.43:502.4

МОЖЛИВОСТІ ВИРІШЕННЯ СУЧАСНИХ ПРОБЛЕМ ЗБЕРЕЖЕННЯ ГЕОЛОГІЧНОЇ СПАДЩИНИ УКРАЇНИ ЗА РАХУНОК СТВОРЕННЯ ГЕОПАРКІВ

***О. М. Пилипчук*[1]**
1 – пров. інженер-геолог, nikaas@ukr.net; УкрДГРІ, Київ, Україна
Надано інформацію про створення та основні напрями діяльності ПроГЕО та участь України в Європейській організації зі збереження геологічної спадщини. Описано роботу служби геології та надр, а також УкрДГРІ в цьому напрямі. Висвітлено проблеми в нашому законодавстві щодо охорони геологічної спадщини. Описано світовий досвід створення та функціонування геопарків, видзначено головні напрями їхньої діяльності. Виділено території України для створення геопарків.

THE WAYS TO SOLVE TODAY'S PROBLEM OF SAVING UKRAINIAN GEOLOGICAL HERITAGE BY CREATING GEOLOGICAL PARKS.

***O. Pylypchuk*[1]**
1 – senior geologist 1 – UkrSGRI, Kyiv, Ukraine, nikaas@ukr.net
The information on the creation and main directions of activity ProGeo provided and the participation of Ukraine in the European Organization for the Conservation of the Geological Heritage. The work of the geology and mineral resources service is described and UkrSGRI in this direction. Described problems in our law concerning the geological heritage/ The paper analyses the world practice of establishing and operating geoparks; it describes the major trends of geoparks activity. Ukraine's territory is allocated for the creation of geoparks.

Україна – держава з цікавою та унікальною геологією. Виходи на денну поверхню порід різного віку та походження цікавлять не тільки геологів і науковців. Доволі часто ці відслонення створюють неповторні природні ландшафти, що приваблюють найвибагливіших цінителів природи. Такі природні об'єкти ми відносимо до природної геологічної спадщини. Проблема збереження геологічної спадщини, тобто фрагментів неживої природи, виникла давно, але лише впродовж останніх десятиріч людство усвідомило необхідність об'єднання зусиль усіх країн світу, спрямованих на захист унікальних геологічних пам'яток природи від руйнації і знищення та збереження їх для нащадків.

Знаковою подією, що визначила зміну поглядів на геологічну спадщину у світі було створення в Нідерландах спочатку робочої групи, а невдовзі, у 1988 р., Європейської Асоціації зі збереження геологічної спадщини (ПроГЕО). Ідеї ПроГЕО швидко поширилися в більшості країн Європи. У 1989 році в Австрії, а в 1990 р. у Норвегії відбулися перші зустрічі робочих груп ПроГЕО. Але фактичним народженням ПроГЕО, як провідної організації зі збереження геологічної спадщини, безумовно був 1991 рік, коли у Франції, в місті Дінь, за підтримкою ЮНЕСКО відбувся І Міжнародний Симпозіум ПроГЕО, на якому прийнято історичну декларацію прав пам'яті Землі ("Declaration of the Rights of the Memory of the Earth") [10].

Ідеї ПроГЕО захопили багатьох небайдужих до долі унікальних об'єктів геологічної спадщини з різних країн Європи та пострадянського простору. Трохи пізніше, зі зростанням активності Україна приєдналася до Європейської асоціації зі збереження геологічної спадщини у 1995 році під час проведення першого засідання Центральноєвропейської групи (WG – Central European Working Group) завдяки активності Ю. В. Зінько (науковець-геоморфолог зі Львова що першим долучився до співпраці з ПроГЕО).

Але ще раніше, у 1987 році, в Україні було видано довідник-путівник – "Геологические пам'ятники Украины". Путівник відіграв велику роль у справі збереження геологічних пам'яток природи, і став першим, на той час найбільш повним реєстром як діючих об'єктів природно-заповідного фонду, так і перспективних для заповідання. На початку 2000 років виникла ідея перевидання книги. 2004 року на Україні вдруге почалась інвентаризація геологічних пам'яток природи. Матеріали оновленого варіанту книги "Геологічні пам'ятки України" були підготовлені до видання завдяки спільній роботі всіх територіальних геологічних підприємств Державної служби геології та надр, у яких було організовано ревізійне обстеження геологічних пам'яток природи (ГПП), та УкрДГРІ, де фахівцями геологами оброблялись ці дані. І видання побачило світ упродовж 2006–2011 років, коли книги виходили з друку. Це чотиритомне, об'ємне, повно кольорове, гарно ілюстроване двомовне (українською і англійською) видання є сучасною інвентаризацією геологічних пам'яток України. Водночас створювалась і база даних геологічних пам'яток. Створення, супровід, перманентний аналіз БД геологічних пам'яток України стали однією з основних складових робіт, виконуваних УкрДГРІ в межах тематики щодо збереження геологічної спадщини нашої держави. Однак, під час її створення, фахівці інституту зіткнулись з низкою проблем. Однією з головних проблем є те, що багато геологічних пам'яток зараз під загрозою знищення. Нерідко об'єкти геологічної спадщини не мають природоохоронного статусу, а багатьом

пам'яткам юридичний охоронний статус надавався ще у 80-х роках XX сторіччя, та з часом його було втрачено. Багато об'єктів та їх території в занедбаному стані. Відсутні природоохоронні щити, немає пояснювальних знаків, описів. Також, є й такі об'єкти, які значаться в кадастрі об'єктів природно-заповідного фонду, а в базі даних геологічних пам'яток чи в чотиритомному виданні їх немає, і навпаки.

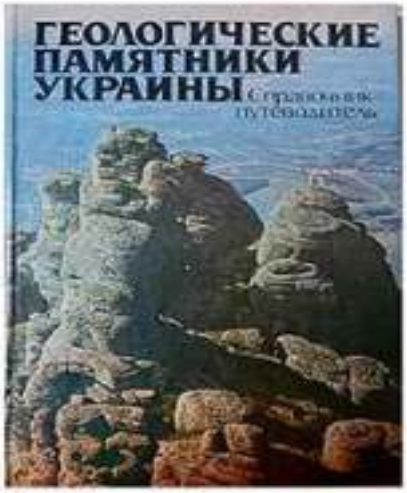


Рис. 1 Довідник-путівник 1987 р. видання

Рис. 2. Чотиритомне видання "Геологічні пам'ятки України"

Ця проблема з'явилася через недосконалість нормативно-правової бази щодо охорони геологічних пам'яток. Так, у законі "Про природно-заповідний фонд України" (ПЗФ) відсутнє чітке визначення терміна "геологічна пам'ятка". На сьогодні в редакції закону вони розглядаються як різновид пам'яток природи, які згідно з класифікацією, поділяються на комплексні, ботанічні, зоологічні, гідрологічні та геологічні. Дуже громіздкою та організаційно складною є структура заповідання пам'яток природи і надання їм певного статусу.

Не менш важливою є проблема відсутності в цьому законі такого необхідного для сучасного стану збереження геологічної спадщини терміна як "геопарк". Цей термін запозичений з європейського законодавства, ***де він наповнений юридичним змістом***. У нашому законодавстві ближче за всього до геопарку, як до охоронної території – національні природні парки (НПП). У законі "Про природно-заповідний фонд України" (ПЗФ) вони виділені, як природоохоронні, рекреаційні, культурно-освітні, науково-дослідні установи загальнодержавного значення, що створюються з метою збереження, відтворення і ефективного використання природних комплексів та об'єктів, які мають особливу природоохоронну, оздоровчу, історико-культурну, наукову, освітню та естетичну цінність. На відміну від заказників і заповідників, серед завдань діяльності НПП є створення умов для організованого туризму, відпочинку та інших видів рекреаційної діяльності. Безумовно, що національні природні парки мають широкий спектр завдань у межах різних типів природних комплексів та об'єктів, тоді як завданням геологічних парків є піклування в першу чергу збереженням та вивченням унікальних об'єктів природного походження. Важливою є пропаганда цих об'єктів як наглядних природних посібників при вивченні окремих розділів геології студентами та любителями природи. На наш погляд, уведення до складу об'єктів ПЗФ нового терміна – "геологічний парк" має право, хоча б з огляду на те, що в законодавстві визначено парки зоологічні, регіональні ландшафтні, дендрологічні, тобто парки з конкретною специфікацією. Виділення геологічних парків у межах України дасть змогу приєднати наші унікальні території до європейської мережі геологічних парків, і, таким чином, приєднатися до діяльності геологічних служб розвинених країн Європи зі збереження геологічного надбання.

Місцем зародження нової ініціативи щодо охорони, популяризації та раціонального використання об'єктів геологічної спадщини Землі став 30-й Міжнародний геологічний конгрес, який проходив 1996 року в Пекіні.

У 1997 році представники перших чотирьох природоохоронних територій репрезентували цінні об'єкти геологічної спадщини в Європі: 1. Геологічний заповідник у Провансі (Франція). 2. Скам'янілий ліс Лесбосу (Греція). 3. Геопарк Герольштен/Вулканейфел (Німеччина). 4. Парк культури Маестраго (Іспанія). Вони оголосили про створення нової форми охорони і використання геоспадщини – **геопарків**.

Рис. 3. Емблема Європейської мережі геопарків

Програму розвитку геопарків розроблено ЮНЕСКО в співпраці з Міжнародним союзом геологічних наук (IUGS) у березні 1999 р. на XXIX Генеральній конференції ЮНЕСКО.

Вирішальною подією стало нарешті **заснування Європейської мережі геопарків (EGN)** у червні 2000 року з ініціативи згаданих чотирьох геопарків країн Європи та за підтримки ProGEO. Початок сумісної роботи EGN та UNESCO покладено 20 квітня 2001 р. у геопарку Кабо-де-Гато в Іспанії, коли була підписана Конвенція про співпрацю між EGN та UNESCO. Ця ідея виявилась настільки вдалою, що за короткий час вона виходить за межі Європи і охоплює весь світ. Щодо Європи – уже у 2009 році Європейська мережа геопарків (ЄМГ)

нараховувала 34 геопарка в 13 країнах, а наприкінці 2017 року вона вже об'єднує 71 геопарк з 23 країн Європи. Головне, до чого прагне ЄМГ – допомагати своїм дійсним членам у створенні стійкого територіального розвитку використовуючи своє геологічне надбання, перш за все шляхом розвитку геотуризму. Мережа володіє товарним знаком "Європейський" геопарк, зареєстрованим у всіх країнах Європейського співтовариства.

ЄМГ підготувала низку популяризаційних інструментів у кожному з геопарків:

– Інтернет-сторінка ЄМГ: за адресою www.europeangeoparks.org, на якій є адреси всіх геопарків мережі. Сторінкою керує Координаційний комітет ЄМГ. Журнал ЄМГ виходить раз у рік і публікує статті щодо діяльності мережі, геотуризму та діяльності щодо охорони, збереження геологічних об'єктів та освіти. Крім того, тут публікують описи геопарків. Інформаційні пункти ЄМГ розміщені в усіх геопарках – членах мережі. Вони інформують про діяльність ЄМГ загалом, і кожного з геопарків зокрема, у галузі охорони геологічної спадщини, про геотуристичні атракції, освітню діяльність, геотуристичні програми і продукти, пропоновані окремими геопарками.

Так, з 25 травня по 10 червня 2018 року відбувався тиждень Європейських геопарків. Це був загальноєвропейський фестиваль, метою якого стало підвищення обізнаності населення щодо геологічної спадщини, а також різні події й заходи, спрямованні на інформування громадськості про геотуристичну та освітню діяльність у геопарках.

З 7 по 17 червня проходив інтернаціональний інтенсивний курс "Глобальні геопарки ЮНЕСКО та управління спадщиною Землі". Організований він географічним факультетом Егейського університету та Музеєм історії природи скам'янілого лісу Лесбос, що знаходиться на однойменному острові і є одним з перших чотирьох геопарків світу. Курс спрямовано на фокусування загального вкладу геопарків у стійкий результат збереження геологічного надбання Землі, що приносить користь економічному розвитку регіонів, в яких створюються геопарку.

З 11 по 14 вересня 2018 року в Трентіно, Італія, відбудеться VIII Міжнародна конференція ЮНЕСКО "Світові геопарки" у природному парку "Адамело Брента". Конференція присвячена тематиці "Геопарки та стійкий розвиток". Базуватися буде в Пала Кампільо, у селищі Мадонна ді Кампільо, у самому центрі геопарку. Під час конференції відбудеться п'ять паралельних наукових сесій. Семінари також будуть організовані у співпраці з найбільш представницькими групами Глобальної мережі геопарков. У той же час відбудеться також засідання Консультативного комітету Глобальної мережі геопарков і Генеральної Асамблеї Всесвітньої мережі геопарков.

Третій, передостанній день конференції, присвячений екскурсіям. Кожен учасник зможе вибрати один з шести варіантів, доступних для вивчення геологічних, натуралістичних і культурних особливостей геопарку Адамелло Брента ЮНЕСКО.

І 14 вересня відбудеться ще п'ять паралельних наукових сесій. Семінари будуть організовані у співпраці з найбільш представницькими групами Глобальної мережі геопарків. Спеціальна сесія буде присвячена врученню премій за "кращі практики" розвитку геопарків.

Для членів сім'ї та друзів, учасників конференції створена спеціальна програма, яка запропонована щоб якомога більше людей змогли відкрити для себе Геопарк Адамелло Брента. Безпосередньо з Координаційним комітетом ЄМГ можуть консультуватися організатори території, що має намір стати членом ЄМГ або має питання з приводу охорони геологічної спадщини чи організації діяльності у сфері геотуризму на своїй території. Заявку на вступ до Мережі надсилають до Координаційного комітету; вона має містити підготовлене згідно зі стандартами ЄМГ досьє, складене і подане організацією, яка управляє територією потенційного геопарку.

Слід зазначити, що члени Європейської мережі геопарків, є в водночас членами глобальної мережі геопарків (GGN), яка створена 13 лютого 2004 р. у головному офісі ЮНЕСКО в Парижі. За межами Європи геопарки ЮНЕСКО створені у Китаї (22), Малайзії, Японії, Південній Кореї, Бразилії, Індонезії, Мексиці, Марокко, Уругваї, Канаді, Ірані, на Тайвані. До глобальної мережі геопарків ввійшли 127 геопарків з 37 країн світу. Завдяки їм все більше людей дізнаються про цікаві та унікальні куточки нашої планети родзинкою яких є геологічне надбання.

Геопарк переслідує три головні за значенням мети: збереження геологічної спадщини, популяризація геологічних та екологічних знань у різних колах населення та досягнення стійкого розвитку території, тобто, ці установи є необхідним знаряддям нового способу вирішення проблем охорони природи і зрівноваженого розвитку територій через популяризацію геотуризму, про що й свідчить зарубіжний досвід.

На Україні є унікальні місця, що зараз опиняються під загрозою знищення. І у нас поки що офіційно немає жодного геопарку, хоч об'єктів що потребують уваги держави є безліч.

Як приклад, за належного підходу до організації об'єкта природно-заповідного фонду брендом України, його перлиною, може стати геологічна пам'ятка природи місцевого значення "Базальтові стовпи". Свій охоронний статус кар'єри Івано-Долинського родовища с. Базальтове отримали ще в 1983 році (зі змінами з рішенням облвиконкому від 18.06.1991). Біля родовища розміщується заказник "Базальтівський", який охороняє реліктовий ліс, та опікується їм Базальтівське лісництво ДП "Костопільський лісгосп". У тому самому районі розміщується й Берестовецькі родовища базальтів, у межах яких місцеві геологи виділяли й інші геологічні пам'ятки природи, які досі не мають ніякого статусу. Усі ці об'єкти доцільно поєднати однією охоронною територією, створивши на цій площі геопарк, або для початку, поки в законі немає такого терміна –

національний природний парк (НПП). Зараз, до речи, ніяких вказівок – щитів, пояснювальних знаків, що об'єкт "Базальтові стовпи" має природоохоронний статус, на території немає.

Перелік територій України, на яких є об'єкти геологічної спадщини, що потребують негайного збереження, поки ще є що зберігати, і є всі умови для створення геопарків:

1. Сколівські Бескиди. 2. Середнє Придністер'я. 3. Гіпсовий карст Поділля. 4. Дністровський каньйон. 5. Викопний бар'єрний риф (НПП Подільські Товтри). 6. Високогір'я Українських Карпат. 7. Вулканічні Карпати. 8. Базальти Рівненщини. 9. Канівські гори. 10. Буцький каньйон. 11. Бузький Гард. 12 Кам'яні Могили. 13. Булганацьке поле грязьових вулканів. 14. Карадаг. 15. Великий каньйон Криму.

Рис. 4. Місцезнаходження майбутніх геопарків

Від того, яке враження отримають ці люди від першої зустрічі з природними феноменами, залежить їхнє подальше ставлення до різних аспектів використання, вивчення та охорони навколишнього середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Безвинний В. П., Білецький С. В., Бобров О. Б.* та ін./За ред. В. І. Калініна, Д. С. Гурського, І. В. Антаковой. Геологічні пам'ятки України: у 4 т. – К.: ДІА, 2006. – Т. І. – С. 157–167.
2. *Манюк В*. Про необхідність уніфікованого підходу до вивчення геологічної спадщини України при проведенні геологозйомочних робіт//Матеріали IV Науково-виробничої наради геологів-зйомщиків України. – Кривий Ріг. – С. 34–36.
3. *Пилипчук О.* Про збереження геологічної спадщини та її раціональне використання//Матеріали Геофоруму-2015 "Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука й виробництво". – Київ: УкрДГРІ, 2015. – С. 175–181.
4. *Шевчук О.* Геопарки як форма збереження геоспадщини, розвитку геоосвіти та геотуризму//Вісник Львів. ун-ту. Серія геогр. – 2010. – Вип. 38. – С. 357–370.
5. http://asiapacificgeoparks.org – Asia Pacific Geoparks Network.
6. https://www.campigliodolomiti.it/ggn2018.
7. http://www.europeangeoparks.org - European Geopark Network.

УДК 622.82:552.57 (477)

ВПЛИВ ГАЗОНАСИЧЕННЯ ВУГЛЕПОРОДНОГО МАСИВУ НА ПОГЛИНАННЯ КИСНЮ ВУГІЛЬНИМИ ПЛАСТАМИ

В. Л. Плужнікова[1], Н. В. Вергельська[2], І. В. Васильєва[3]
1 – канд. геол.-мінерал. наук, старший науковий співробітник, УкрДГРІ, м. Київ, Україна, geostandard@ukr.net, 2 – д-р геол. наук, старший науковий співробітник, Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна, vnata09@meta.ua, 3 – аспірантка УкрДГРІ, vasilieva1982@ukr.net

Наведено результати експериментальних досліджень вугілля алмазної світи Донбасу з визначення поглинання кисню при підвищенні температури від 25 до 140 °С хроматографічним методом. Визначено особливість цього процесу в тектонічно-порушених зонах унаслідок окиснення вугілля та можливого збагачення його вуглеводнями. Відзначено також вплив наявності породних прошарків у геологічному розрізі об'єкта.

INFLUENCE OF GAS SATURATION OF COALROCK MASSIF TO OXYGEN ABSORPTION BY COAL SEAMS

V. Pluzhnikova[1], N. Vergelska[2], I. Vasileva[3]
1 – senior research scientist, UkrSGRI, Kiev, Ukraine, geostandard@ukr.net, 2 – doctor of geological sciences, Institute of Geological Sciences of the NAS Ukraine, Kyiv, Ukraine, vnata09@meta.ua, 3 – graduate student, UkrSGRI, Kyiv, Ukraine, vasilieva1982@ukr.net

The results of experimental studies of Donbass coal are given for determining the absorption of oxygen at an increase in temperature from 25 to 140 °C by the chromatographic method. The peculiarity of the process in tectonically-disturbed zones as a result of oxidation of coal and its enrichment with hydrocarbons is established. The influence of the presence of rock layers in the geological section of the object is noted.

Зі збільшенням глибини добування та в зонах тектонічних порушень виникає ймовірність самозагорання вугільних пластів. Гасіння пожеж у вуглепородних масивах досить трудомісткий процес, яким ускладнюється та порушується природна рівновага техногенного середовища, призупиняється розробка вугільної виробки, а в окремих випадках і вугледобувного підприємства. Для з'ясування умов можливого загорання вугільних пластів проводять дослідження поглинання кисню при збільшенні температури вугілля від її значення у виробках до 140 °С.

Попередніми дослідженнями встановлено, що залежність сорбції кисню від температури відображається кривими експоненціального виду [1]. Однак, ця закономірність не підтверджується в тектонічно-порушених зонах унаслідок окиснення вугілля та збагачення його вуглеводнями.

В основу досліджень покладено результати, отримані за пробами вугілля Красноармійського вуглепромислового району. Проведено узагальнення геологічних даних пластів l_1, l_2^1, l_3 та їхньої попередньо визначеної газоносності.

Дослідження проведено на хроматографі Хром-5 (з детектором за теплопровідністю), які базуються на зміні реперних температурних показників у межах 25–140 °С при імпульсному вводі кисню відомого об'єму в хроматографічну колонку з вугіллям. Як критичні визначено температури 40, 60–70 та 120 °С.

Вугленосні формації карбону герцинського структурно-стратиграфічного комплексу утворились у режимі седиментогенезу і змінювалися в постседиментаційні етапи під впливом кімерійської та альпійської тектоно-магматичних активізацій. Розрізи вуглепородних масивів, детально вивчені протягом багатьох десятиліть у вуглевидобувних підприємствах, представлені вуглепромисловими світами середнього та нижнього карбону. У ДТЕК "Добропіллявугілля" розробляються такі вугленосні світи середнього карбону: каменська (C_2^5) (вугільні пласти *k*), алмазна (C_2^6) (вугільні пласти *l*) та горлівська (C_2^7) (вугільні пласти *m*). Вугільні пласти цих світ розрізняються не тільки часом накопичення, а й морфологічною будовою, ступенем метаморфізму, петрографічними та технологічними характеристиками в межах кожної шахти. Для вугільних пластів характерні розщеплення, розриви, розмиви та генетичні виклинювання, визначені у вугільних виробках геологічною службою шахт.

Вуглевидобувні роботи проводяться на глибині до 1 000 м, а виробки вугільних пластів l_1, l_2^1, l_3 у межах 750–900 м. Вугільні пласти складної будови від 2 до 5 пачок, потужністю 1,2–2,5 м. Вугілля алмазної світи (група пластів *l*) газове (Г), чорне, блискуче з кутовим і східчастим зламом, має чітко виражену вертикальну тріщинуватість, у відібраних зразка є незначні зміщення, заповнені перетертою вугільною речовиною. В окремих зразках визначено вуглефіковані негеліфіковані рослинні рештки, які на поверхні зберігають рослинну структуру.

Газоносність вугільних пластів l_1, l_2^1, l_3, визначена за даними попередньої розвідки, змінюється в межах 3,75–55,0 м^3/т. с. м., у середньому становить 24,5 м^3/т. с. м.

За якісними характеристиками газова суміш вугільного пласта складається з кисню, водню, азоту, диоксиду вуглецю, метану, етану, пропану, бутану, пентану та гексану, у окремих поодиноких випадках у

мінімальній кількості визначено ненасичені вуглеводні. Особливості якісних і кількісних характеристик газової суміші корелюються з тектонічними порушеннями у вуглепородному масиві.

Вугілля в тектонічно-порушених зонах відрізняється ступенем метаморфізму та газонасиченістю, що змінює його властивості щодо поглинання кисню. За методикою досліджень, при підвищенні температури збільшується поглинання кисню (рис. 1).

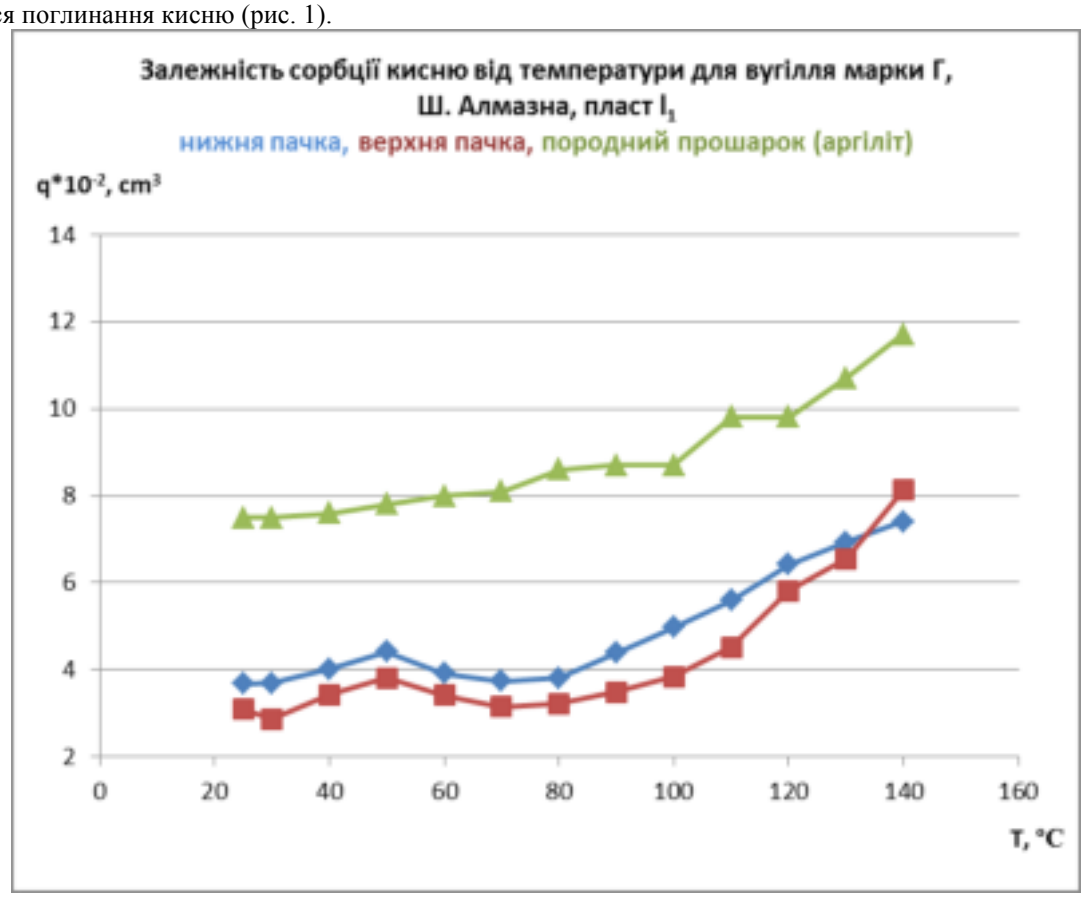


Рис. 1. Залежність сорбції кисню від температури. Пласт l_1

Але в окремих випадках, у деяких пластах, не зважаючи на ступінь метаморфізму, поглинання кисню не стабільне. При загальній тенденції збільшення поглинання, починаючи з температури від 60 до 120 °С воно відбувається стрибкоподібно, що характерно як для вугілля, так і для вуглистого сланцю (рис. 2, 3).

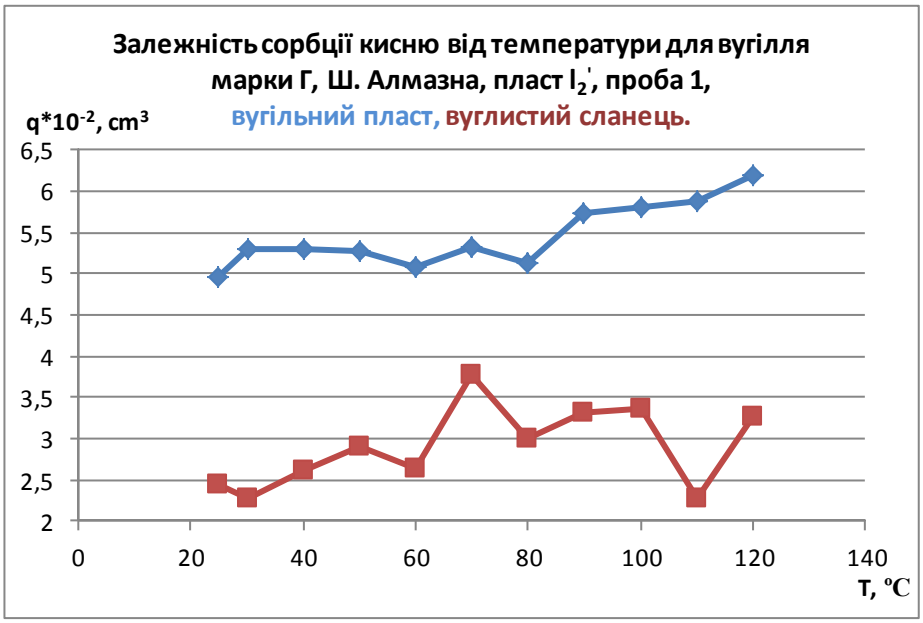


Рис. 2. Залежність сорбції кисню від температури. Пласт l_2^1, проба 1

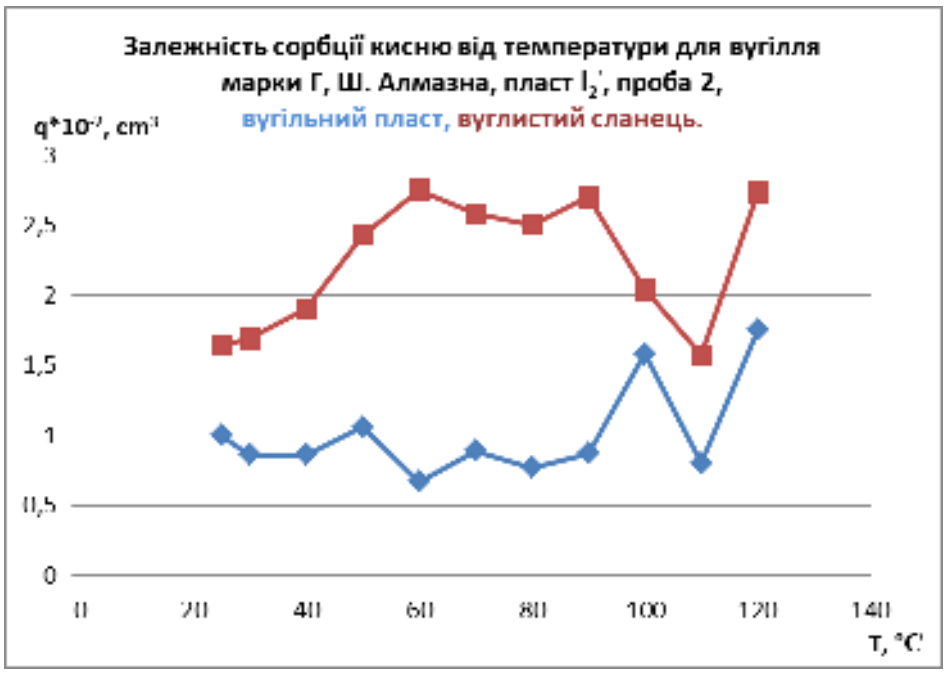


Рисунок 3. Залежність сорбції кисню від температури. Пласт l_2^1, проба 2

Відповідно до методики процеси поглинання у вугіллі та вуглистому сланці проходять по-різному. У випадку ідентичності при реперних температурах, швидше за все, мали вплив вторинні (накладені) постгенетичні процеси, які й змінили загальноприйняту тенденцію поглинання кисню вугіллям та породами. У випадку присутності прошарку аргіліту поглинання кисню відбувається відповідно до теорії, тобто поступове зростання температури приводить до збільшення поглинання.

Аналогічні проблеми поглинання кисню вугіллям досліджено В. С. Веселовським (ИГД им. А. А. Скочинского) [1], Кучером Р. В., Саранчуком В. І. та ін. (Інститут фізико-органічної хімії та вуглехімії) [2, 3]. Доказано, що поглинання кисню вугіллям змінюється за наявності у вугільному пласті ділянок розсланцювання, вуглистих сланців і значній метаноємності. У досліджених нами зразках виявлено вуглисті сланці та підвищений уміст метану до 40 м^3/т. с. м.

Таким чином, визначені особливості підтверджують результати проведених за аналогічною методикою досліджень поглинання кисню вугіллям і вуглистими сланцями.

Висновки

Кожний вугільний пласт має свої особливості накопичення та проявлення вторинних постседиментаційних процесів, що впливає на поглинання кисню вугіллям. Незважаючи на регіональне газонасичення алмазної світи (група пластів *l*), під час дослідження було виявлено, що вугільний пласт, у будові якого є прошарок вуглистого сланцю, l_2^1 (максимально газонасичений на досліджуваній ділянці) має стрибкоподібне поглинання кисню при реперних температурах. Водночас для вугілля пласта l_1 з прошарком аргіліту поглинання кисню відбувається поступово відповідно до підвищення температури.

ЛІТЕРАТУРА

1. Физические основы самовозгорания угля и руд. – М.: Наука, 1972. – С. 23–71.
2. *Кучер Р. В., Компанец В. А., Бутузова Л. В.* Структура ископаемых углей и их способность к окислению. – Киев: Наукова думка, 1980. – 140 с.
3. *Саранчук В. И.* Окисление и самовозгорание угля. – Киев: Наукова думка, 1982. – С. 69–129.

УДК 553. 493 (477.62)

ИННОВАЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ДОБЫЧИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮГО-ВОСТОКА УКРАИНЫ

А. Н. Пономаренко[1], Е. М. Шеремет[2], Н. А. Козар[3], Л. Д. Сетая[4]
1 – д-р геол.-минерал. наук, академик НАН Украины; 2 – д-р геол.-минерал. наук, профессор; 3 – канд. геол. наук, старший научный сотрудник; 4 – старший научный сотрудник., Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н. П. Семененко НАН Украины, г. Киев, Украина, evgsherem53@gmail.com
В Приазовском мегаблоке юго-восточной части Украинского щита известны редкометалльно-редкоземельные месторождения – Черниговское месторождение карбонатитов в Западном Приазовье, Азовское, Анадольское, Мазуровское субщелочной граносиенитовой формации – в Восточном Приазовье. Месторождения разведаны с подсчетом запасов редкометалльно-редкоземельного сырья, достаточно внушительных. Их инновационная привлекательность особенно очевидна при сравнении рассматриваемых месторождений с известными промышленными месторождениями Канады и Северной Америки. Освоение минерально-сырьевого комплекса Приазовья способно создать новую для Украины в целом и для региона в частности редкометалльно-редкоземельную отрасль, позволяющую поднять качество выпускаемой металлургией Украины продукции (чистых сталей – малотоннажных сталей с большой добавочной стоимостью). Освоение этих месторождений за счет инвестиций частного капитала позволило бы вывести Украину на передовые рубежи импортеров редкоземельных элементов.

INNOVATIVE ATTRACTIVENESS OF MINING OF RARE-EARTH RAW MATERIAL FROM DEPOSITS OF THE SOUTH-EAST OF UKRAINE

A. N. Ponomarenko[1], Ye. M. Sheremet[1], N. A. Kozar[1], L. D. Setaja[1]
1 – M. P. Semenenko Institute of geochemistry, mineralogy and ore formation of the National Academy of sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine, evgsherem53@gmail.com
In the Priazovsky megablock of the southeastern part of the Ukrainian shield, rare-earth-rare-earth deposits are known – the Chernigov deposit of carbonatites in the Western Priazovie, the Azov, Anadolsky, Mazurovsky subalkaline granosyenite formation in the Eastern Priazovie. The deposits are explored with the calculation of reserves of rare-earth rare-earth raw materials, quite impressive. Their innovative attractiveness is especially evident when comparing the considered deposits with the known industrial deposits of Canada and North America. The development of the mineral and raw materials complex of the Azov Sea is able to create a rare metal-rare-earth branch for Ukraine in general and for the region in particular, which makes it possible to raise the quality of products produced by Ukraine's metallurgy (pure steels-low-tonnage steels with large added value). The development of these deposits at the expense of private capital investments would allow Ukraine to move to the front lines of importers of rare-earth elements.

Введение. Приазовский мегаблок Украинского щита является известной редкометалльно-редкоземельной провинцией, в которой, по крайней мере, четыре месторождения могут считаться достаточно крупными месторождениями с солидными запасами сырья. Они разведаны, запасы подсчитаны, но до настоящего времени не разрабатываются. Освоение этих месторождений за счет инвестиций частного капитала позволило бы вывести Украину на передовые рубежи импортеров редкоземельных элементов (REE).

Задачей данного сообщения является информация о перспективности разработки промышленных месторождений редкометально-редкоземельного и редкоземельного сырья в юго-восточной части УЩ.

Характеристика месторождений и сопоставление их с зарубежными аналогами

Черниговское месторождение карбонатитов в Западном Приазовье

Черниговский карбонатитовый массив (Западное Приазовье) является составной частью Черниговской карбонатитовой зоны [1]. Щелочные породы и карбонатиты вскрыты бурением на глубине 1 300 м. Для Черниговского участка характерна мощность 400-450 м. На месторождении выявлено девять крупных карбонатитовых тел и ряд мелких маломощных тел карбонатитов. Мощность рудных тел варьирует от 30–40 до 170 м. Коэффициент рудоносности тел карбонатитов – 0,96–1,00, по корам выветривания – от 0,7 до 1,0. По классификации запасов это 2 группа.

Рудные тела представлены карбонатитами кальцитового, кальцит-доломитового и доломитового состава. Апатитовые руды являются составной частью карбонатитов. Бортовое содержание P_2O_5 составляет 2,5 % при 7,5 % в естественном залегании карбонатитов. Среднее содержание пятиокиси фосфора в карбонатитах – 4,3, в коре выветривания – 8 %.

Основными акцессорными минералами карбонатитов являются пирохлор, гатчетолит, фергусонит, колумбит, бадделеит, рутил, сфен, ортит, циркон и монацит.

Главные металлогенические особенности карбонатитов Черниговского массива:

1) карбонатиты значительно обогащены REE (в среднем 0,15 %, иногда до 2–3 %) и умеренно – Nb (50–1 300 г/т, в среднем 100–500 г/т) при низком содержании Zr (50–150 г/т, изредка 0,2–0,3 %) [1];

2) главными рудными редкометалльными минералами карбонатитов являются: для Nb – минералы группы пирохлор-гатчеттолита, цериевый фергусонит и колумбит; для REE – монацит и апатит, отчасти ортит.

Карбонатиты Черниговского массива следует рассматривать, прежде всего, как комплексные редкометалльно-апатитовые руды при среднем содержании апатита около 10 %. Весьма интересен и монацит черниговских карбонатитов (это практически бесториевая разновидность).

Новополтавское (Черниговское) карбонатитовое редкометально-апатитовое месторождение относится к крупным комплексным объектам. Среднее содержание (%): P_2O_5 – 3–4; Nb_2O_5 – 0,06–0,30; Ta_2O_5 – 0,002–0,003; TR_2O_3 – 0,17–4,60 [2].

В основу технико-экономического обоснования (ТЭО) постоянных кондиций (данные обединения “Южукргеология”) положены следующие технико-экономические показатели: суммарная производительность двух рудников по руде – 13 млн т, по P_2O_5 – 12,45 тыс. т, извлечение апатита в концентрат из руд коры выветривания – 78,8 %, из коренных руд – 80,0 %, качество апатитового концентрата – 37 %, при этом полученный карбонатный концентрат – 3 960 тыс. т, магнетитовый концентрат (66 % железа и 0,07 % фосфора) – 326 тыс. т, редкометальный комплексный концентрат из редкометалльно-апатитовых руд с их запасами – 299,6 млн т.

Подсчитанные балансовые запасы составляют: апатитовые руды кор выветривания + плотные руды + редкометалльно-апатитовые руды + запасы, связанные с апатитом – 1 003 млн т, из них P_2O_5 = 52,225 млн т при среднем содержании 9,5 %; $\sum TR_2O_3$= 3,454 млн т при среднем содержании 1,15 %; магнетитового концентрата 15,26 млн т; Nb_2O_5 =325 тыс. т при среднем содержании 0,08 %; Кроме этого, подсчитаны запасы редкометальных ниобиевых и циркониевых руд, расположенных за пределами апатитовых руд, в количестве: ZrO_2 порядка 220 тыс. т при среднем содержании 0.5 %, Nb_2O_5 порядка 38 тыс. т при среднем содержании 0,2 %.

Сопоставление с редкометалльно-редкоземельными месторождениями

Черниговское месторождение карбонатитов было сопоставлено [2] с известными месторождениями мира – Баян-Обо в Китае и Маунтин-Пасс в Северной Америке.

Месторождение Баян-Обо (Fe-REE-Nb) является крупнейшим в мире месторождением REE. Предполагаемые запасы составляют: до 1 500 млн т железной руды (35 мас. % Fe), 48 млн т REE (6 мас. % RE_2O_3) и 1 млн т Nb (0,13 % Nb). Компанией Bayan Obo Mine в 2005 г. было произведено 55 300 т RE_2O_3. Это 47 % от общего объема производства REE Китая и 45 % от общего объема производства REE мира [2]. REE встречаются главным образом в монаците и бастнезите, Руды Баян-Обо находятся в доломитах в ассоциации с апатитом, флюоритом, баритом, альбитом, эгирином, эгирин-авгитом и измененным флогопитом. Содержание REE в них очень высокое (6 %) и чрезвычайно высокое соотношение легких и тяжелых REE (LREE/HREE).

Бастнезитовое месторождение Маунтин-Пасс (Mountain Pass), Калифорния США

В 1965–1995 гг. большая часть запасов REE мира приходилась на это месторождение. В 1987 г. были подсчитаны доказанные и вероятные запасы – 29 млн т при среднем содержании 8,9 % оксида редкоземельных элементов (REO) и бортовом содержании 5 % [2]. Руда обычно содержит 10–15 % бастнезита, 65 % кальцита и (или) доломита и 20–25 % барита. Бастнезит является главным редкоземельным минералом, подвергающимся минеральной обработке. В бастнезитовом месторождении Маунтин-Пасс высокое соотношение LREE/HREE.

Сравнение Черниговского карбонатитового месторождения с вышеупоминаемыми гигантами показыает, что оно проигрывает им по параметрам запасов. Главным отличием Черниговского карбонатитового месторождения в сравнении с ними являются низкие средние содержания $\sum TR_2O_3$(1,15% по отношению к 6–8,9 %).

Азовское редкоземельное месторождение находится в Восточном Приазовье. Инновационная привлекательность месторождения рассмотрена в работах [2–5].

Это крупное месторождение, где запасы полезных компонентов превышают запасы редкоземельных руд известных промышленных месторождений Канады и Северной Америки. Предварительная геолого-экономическая оценка технико-экономических показателей промышленного освоения Азовского месторождения базовым и конкурентоспособным подземным способами, ожидаемых при условии доведения полученного на данной стадии работ 90 %-го REE-концентрата до товарной продукции высшего порядка – оксидов REE с разделением на Y- и Ce-группу, однозначно показала его промышленное значение. В течение нескольких десятков лет разработка месторождения, в зависимости от способа разработки и глубины технологического передела, может приносить ежегодную чистую прибыль в десятки миллионов, а за весь период разработки – в несколько сотен миллионов долларов [4, 5].

Анадольское редкоземельное месторождение Восточного Приазовья является новым типом редкоземельного оруденения, в котором его главным минералом-носителем является ортит (алланит) [2]. На основе ряда характеристических признаков оно было сопоставлено с известными редкоземельными месторождениями Приазовья – Азовским, Мазуровским, Петрово-Гнутовским, Новополтавским

(Черниговским). В результате был сделан вывод о его подобии с Петрово-Гнутовским месторождением и обоих с карбонатитовым Новополтавским (Черниговским) массивом.

Сопоставление Анадольского редкоземельного месторождения с известными редкоземельными зарубежными месторождениями, такими как Халдзан Бурэгтэг в Монголии, Баянь-Обо в Китае и карбонатитовыми месторождениями Северной Америки, показало их сходство по главным характеристическим признакам с месторождениями Маунтин-Пасс и Хойдас Лэйк Северной Америки. Анадольское месторождение лучше всего сопоставляется с жильным месторождением Хойдас Лэйк (Hoidas Lake) на северо-западе провинции Саскачеван Канады. Это жильная форма залегания, идентичный состав руд (алланит) и достаточно большие запасы [2].

REE: в Анадольском месторождении при среднем содержании полезного компонента в руде – 6,863 % перспективные запасы составляют 14 230 т $\sum TR_2O_3$; на месторождении Хойдас Лэйк подсчитанные ресурсы составляют 1,15 Мт ($1{,}15\times10^6$ т) при 2,83 % по весу REO + Y_2O_3.

Мазуровское полевошпат-нефелин-циркон-тантал-ниобиевое месторождение

Месторождение пространственно и генетически связано с породами протерозойского Октябрьского щелочного массива (в северо-восточной его части).

Рудные тела представлены мариуполитами, нефелиновыми пегматитами, полевошпатовыми метасоматитами и ксенолитами в разной степени преобразованных вмещающих пород. Породами, вмещающими руды, являются габбро, пироксениты, в меньшей мере, перидотиты, серпентиниты и оливиниты.

Месторождение относится к геолого-промышленному типу редкометальных альбититов, связанных с нефелиновыми сиенитами миаскитового ряда. Основной промышленный тип руд – мелковкрапленный комплексный тантал-ниобий-циркониевый. При комплексном освоении месторождения промышленно ценными минералами являются пирохлор, циркон (главные) и нефелин, полевые шпаты (сопутствующие).

Средневзвешенная мощность рудной толщи в блоках колеблется от 4,1 до 30,4 м, в среднем – 12,7 м. Среднее содержание пентоксидов ниобия, тантала и диоксида циркония соответственно 0,135, 0,0045 и 0,60 %. Общие балансовые запасы руды составляют 4 486,1 тыс. т, пентоксида ниобия – 6 038,3 т, пентоксида тантала – 202,5 т, диоксида циркония – 26 762,2 т. При годовой добыче руды 150 тыс. т это позволит горнодобывающему предприятию работать около 30 лет.

Балансовые подсчитанные минеральные ресурсы (кат. C_2) оценены в 1 924,9 тыс. т руды, а всего балансовые и забалансовые минеральные ресурсы (сумма категорий $C_1 + C_2$) в блоке детализации составляют 11 830,3 тыс. т руды. Общие ресурсы Октябрьского рудного узла оцениваются по сырой руде – 394 595 тыс. т; Nb_2O_5– 476 770 т; Ta_2O_5– 1 590 т; ZrO_2– 1 691 923 т.

Инновационная привлекательность создания редкоземельной отрасли промышленности в Украине

Три крупных редкоземельных месторождения Восточного Приазовья – Азовское, Анадольское и Мазуровское – расположены относительно недалеко друг от друга и пригодны для создания промышленного регионального узла. Все они находятся на территории Донецкой области с хорошо развитой инфраструктурой (дороги, энергоснабжение, источники воды). Запасы трех месторождений:

– Азовское: ZrO_2 – 550,0 тыс. т, $REE_{усл.}$ – 537,8 тыс. т (C_1+C_2);

– Мазуровское: ZrO_2 – 26 762,2 т, Nb_2O_5– 6 038,3 т, Ta_2O_5 – 202,5 т;

– Анадольское: $\sum TR_2O_3$ – 14 230 т.

Черниговское карбонатитовое месторождение является уникальным. Его запасы, как упоминается выше, составляют – редкометалльный комплексный концентрат из редкометалльно-апатитовых руд с их запасами 299,6 млн т.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кривдик С. Г., Ткачук В. И.* Петрология щелочных пород Украинского щита/С. Г Кривдик; АН УССР. Ин-т геохимии и физики минералов. – Киев: Наукова думка, 1990. – 408 с.

2. *Шеремет Е. М.* и др. Азовское редкометальное месторождение Приазовского мегеблока Украинского щита (геология, минералогия, геохимия, генезис, проблемы эксплуатации)/Е. М. Шеремет, В. С. Мельников, С. Н. Стрекозов, Н. А. Козар и др. – Донецк: Ноулидж (Донецкое отд.), 2012. – 374 с.

3. *Шеремет Е. М.* и др. Азовское редкометальное месторождение Приазовского мегаблока Украинского щита (геология, минералогия, геохимия, генезис, проблемы эксплуатации)/Е. М. Шеремет, В. С. Мельников, С. Н. Стрекозов, Н. А. Козар и др. – Донецк: Ноулидж (Донецкое отд.), 2012. – 374 с.

4. *Шеремет Е. М., Стрекозов С. Н., Сетая Л. Д., Агаркова Н. Г.* Азовское Редкоземельное месторождение Украинского щита как новый инвестиционно-привлекательный тип промышленных месторождений/Геохимия и рудообразование. – Вып. 38. – 2017. – С. 80–94.

5. *Шеремет Е. М., Стрекозов С. Н, Сетая Л. Д.* Азовское редкоземельное месторождение Украинского щита как новый инвестиционно-привлекательный тип промышленных месторождений//IV Международный геологический форум “Актуальные проблемы и перспективы развития геологии, наука и производство”, посвященный 60-летию УкрГГРИ, 19–24 июня 2017 г., г. Одесса, Украина. – Київ: УкрДГРІ, 2017. – С. 395–399.

УДК 553.98.04 (477.5)

ОЦІНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТУРНЕЙСЬКО-НИЖНЬОВІЗЕЙСЬКОГО ПРОДУКТИВНОГО КОМПЛЕКСУ СХІДНОГО НАФТОГАЗОНОСНОГО РЕГІОНУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО ПОДАЛЬШОГО НАРОЩУВАННЯ

***Т. Л. Попова*[1]**
1 – науковий співробітник, Український державний геологорозвідувальний інститут, м. Чернігів, Україна, popovatatianaleon@ukr.net

У статті викладено результати аналізу сучасного вуглеводневого стану турнейсько-нижньовізейського продуктивного комплексу Східного нафтогазоносного регіону України. Проаналізовано розподіл вуглеводнів та існуючих родовищ за нафтогазоносними районами, глибинами, адміністративними областями. Розглянуто напрями подальшого нарощування вуглеводневої ресурсної бази турнейсько-нижньовізейського продуктивного комплексу.

ASTIMATE OF RESOURCE POTENTIAL OF TOURNAISION – LOWER VISEAN PRODUCTIVE COMPLEX OF THE EASTERN OIL-AND-GAS-BEARING REGION AND SUBSEQUENT GROWING PERSPECTIVES

***T. Popova*[1]**
1 – sr. scientist, Ukrainian State Geological Research Institute, Chernigiv, Ukraine, popovatatianaleon@ukr.net

The results of analysis of up-to-date hydrocarbon condition of Tournaision – Lower Visean productive complex of the Eastern oil-and-gas-bearing region of Ukraine are defined. Analysis of undiscovered hydrocarbon resources and fields through zones, depths, areas and categories is carried out. The directions of subsequent growing of resource base of Tournaision – Lower Visean productive complex are characterized.

Східний нафтогазоносний регіон, який представлений Дніпровсько-Донецькою западиною (ДДЗ), є провідним серед трьох нафтогазоносних регіонів України за величиною нафтогазового потенціалу, видобутком вуглеводневої сировини, темпами відкриття родовищ вуглеводнів (ВВ) і площею нафтогазоперспективних земель (без урахування акваторій).

Оцінка ресурсного потенціалу нафтогазоносності території та розрізу вважається одним із достатньо надійних критеріїв визначення та обґрунтування перспективних напрямків геологорозвідувальних робіт на нафту і газ у межах регіону. Перспективи нафтогазоносності ДДЗ на сучасному етапі виходять головним чином з накопиченого досвіду геологорозвідувальних робіт на нафту і газ, кількісної оцінки нерозвіданих (категорії C_3+D, класи 333+334) ресурсів ВВ та поточного стану фонду нафтогазоперспективних об’єктів у регіоні.

Турнейсько-нижньовізейський (C_1V_1+t) комплекс посідає чільне місце серед 8 продуктивних комплексів ДДЗ, які існують на сьогодні у регіоні.

Стратиграфічно даний продуктивний комплекс включає відклади турнейського ярусу і нижньовізейського під’ярусу нижнього карбону. У цьому комплексі відкрито 107 родовищ вуглеводнів, з них газоконденсатних (ГК) – 62, нафтогазоконденсатних (НГК) – 16, газових (Г) – 8, нафтових (Н) -18, нафтогазових (НГ) – 3. Поклади нафти і газу приурочені до 9 продуктивних горизонтів (ПГ) комплексу (від В-24 до Т-5).

У відкладах C_1V_1+t продуктивного комплексу родовища нафти і газу відкриті у 7 нафтогазоносних районах (НГР): Монастирищенсько-Софіївському (Б) (4 родовища), Талалаївсько-Рибальському (В) (37 родовищ), Глинсько-Солохівському (Г) (33 родовища), Рябухінсько-Північноголубівському (Е) (3 родовища), Руденківсько-Пролетарському (З) (17 родовищ), Лисичанському (Н) (1 родовище), Північному борту (О) (12 родовищ).

З точки зору високих перспектив звертають на себе увагу три НГР – Талалаївсько-Рибальський, Руденківсько-Пролетарський і Глинсько-Солохівський. Ці райони є першочерговими для дослідження нижньовізейсько-турнейських відкладів, про що свідчить і більш висока щільність нерозвіданих ресурсів ВВ у їх межах. Порівняно менші перспективи із зазначеними вище районами мають Рябухінсько-Північноголубівський НГР і НГР Північного борту, але вони також містять родовища ВВ. Ці території ще очікують на свої відкриття.

Площі з негативними результатами буріння саме у турнейсько-нижньовізейському комплексі розташовані головним чином по периферії нафтогазоносного басейну та у осьовій частині западини, де глибини його залягання глибше 7 км.

Загальні балансові запаси (класи 111+121+122 + накопичений видобуток) та перспективні ресурси категорії С3 (клас 333) комплексу (станом на 01.01.2017) становлять – 212,679 млн т умовного палива (УП). Розвідані запаси (класи 111+121+122 + накопичений видобуток) становлять – 132,017 млн т УП, перспективні ресурси (клас 333) – 80,662 млн т УП.

За фазовим станом вони поділяються таким чином:
Нафта – 13,117 млн т;
Газ вільний – 187,975 млрд м^3;
Газ розчинений – 2,836 млрд м^3;
Конденсат – 8,751 млрд м^3.
За нафтогазоносними районами:
Монастирищенсько-Софіївський – 2,466 млн т УП (1,2 %),
Талалаївсько-Рибальський – 70,284 (33,0 %),
Глинсько-Солохівський – 98,587 (46,4 %),
Рябухінсько-Північноголубівський – 1,52 (0,7 %),
Руденківсько-Пролетарський – 17,42 (8,2 %),
Район Північного борту – 16,298 (7,7 %),
Лисичанський – 0,001 (0 %),
Красноріцький – 6,103 (2,8 %).
За глибинами:
До 3 км – 12,094 млн т УП (5,7 %) (нафти – 0,829 млн т УП, газу вільн. – 10,237 млрд м^3, газу розч. – 0,559 млрд м^3, конденсату – 0,469 млрд м^3);
3–4 км – 54,162 млн т УП (25,5 %) (нафти – 7,03 млн т УП, газу вільн. – 44,718 млрд м^3, газу розч. – 1,239 млрд м^3, конденсату – 1,175 млрд м^3);
4–5 км – 94,018 млн т УП (44,2 %) (нафти – 3,584 млн т УП, газу вільн. – 85,831 млрд м^3, газу розч. – 1,038 млрд м^3, конденсату – 3,565 млрд м^3);
5–6 км – 52,405 млн т УП (24,6 %) (нафти – 1,674 млн т УП, газу вільн. – 47,189 млрд м^3, газу розч. – 0 млрд м^3, конденсату – 3,542 млрд м^3).
За адміністративними областями – Дніпропетровська – 2,873 (1,4 %), Луганська – 11,405 (5,4 %), Полтавська – 144,729 (68,1 %), Сумська – 26,455 (12,4 %); Харківська – 20,085 (9,4 %), Чернігівська – 7,132 (3,3 %).

Перспективи нарощування ВВ ресурсної бази турнейсько-нижньовізейського продуктивного комплексу у Східному регіоні пов'язані:

1) З динамікою відкриття родовищ. На даний час Державним балансом обліковується 244 родовища ВВ у Дніпровсько-Донецькій западині, у т. ч. 107 у турнейсько-нижньовізейському комплексі. За останні 5 років відкрито загалом 14 родовищ ВВ, чотири з яких містять поклади у C_1V_1+t комплексі, це Боханівське ГК, Зх. – Відрадненське ГК, Водянівське ГК та Ржавецьке ГК родовища. Відкриття родовищ безпосередньо пов'язано з реалізацією ресурсного потенціалу регіону і фонду неопошукованих об'єктів.

Реалізація нерозвіданих ресурсів у Східному регіоні забезпечується фондом нафтогазоперспективних об'єктів, який на 01.01.2018 р. налічує 486 структур: 216 виявлених, 110 підготовлених до буріння і 100, що знаходяться у бурінні, у ДПР – 13, у консервації – 47. І тут дуже важливо звернути увагу на забезпеченість компаній геологорозвідувальної нафтогазової галузі виявленими та підготовленими об'єктами для подальшого їх введення у пошуково-розвідувальне буріння і цільового відкриття нових родовищ. Також слід зауважити, що обсяги буріння на даний час незадовільні та рекордно малі, і для виконання успішної стратегії розвитку ГРР на нафту і газ необхідно терміново збільшити його обсяги.

2) З відкриттям нових поверхів нафтогазоносності та нерозкритих продуктивних пластів родовищ, переважно, у межах великоамплітудних структур центральної частини ДДЗ.

Прикладом може бути пошукова свердловина Солохівська № 206, яка відкрила новий поклад газу на Солохівському родовищі у горизонті В-24 (інт. 4 605–4 643 м) з дебітом 82,6 тис. м^3 на добу на 4-мм шуцері. За останні роки продуктивні пласти C_1V_1+t комплексу було відкрито також на Качалівському НГ (Т-3), Харківцівському ГК (В-26), Гадяцькому ГК (В-25 та Т-1-4), Семиренківському ГК (В-26 сверд.17) та деяких інших родовищах.

3) З пошуками ВВ у глибоких горизонтах відкладів турнейсько-нижньовізейського комплексу у межах великих антиклінальних структур і валоподібних підняттів (Глинсько-Розбишівський, Солохівсько-Диканьський вали, Бельська структура) та похованими структурами, неантиклінальними і комбінованими пастками Срібненської, Жданівської, Орчиківської депресій, Свиридівсько-Червонозаводської, Лисівсько-Семиреньківської сідловин. Проектні глибини свердловин у зазначених зонах досягатимуть 5 700–6 500 м і більше.

У Східному регіоні власне до надглибоких відносяться лише декілька свердловин: Перевозівська 1 з вибоєм 6 300 м, Східно-Полтавська 12–6 750 м, Семиренківська 10–6 240 м і Семиренківська 17–6 750 м. У турнейсько-нижньовізейському продуктивному комплексі ДДЗ на глибинах понад 5 км відкрито 30 родовищ, переважно газоконденсатних.

Максимальні дебіти газу з глибокозанурених теригенних колекторів у нижньовізейсько-турнейському комплексі отримані на Валюхівському газоконденсатному (сверд. 1, 5 347–5 393 м, горизонт Т-1, 2 240 тис. м^3/добу; сверд. 1, 5 198–5 213 м, горизонт В-26; 1 968 тис. м^3/добу), Рудівському газоконденсатному (сверд. 1, 5 750–5 790 м, горизонт Т-1; 1 020 тис. м^3/добу) родовищах при початкових пластових тисках у діапазоні від 52 до 60 МПа та пластових температурах 124÷138 °С. Семиренківське ГК родовище має

промислові поклади у В-26 на глибині 6 189–6 205 м. у сверд. 17 у карбонатних відкладах. Усі відповідні поклади пов'язані, переважно, з вторинно-поровими теригенно-гранулярними колекторами нижнього карбону, що ускладнені різноманітними діаклазами (включаючи тріщини природного гідророзриву). Їх відкрита пористість варіює від 5 до 17 %.

4) З пошуками нафти й газу в рифогенно-карбонатних відкладах. Йдеться про відкриття в ДДЗ низки родовищ з покладами в нижньовізейсько-турнейських карбонатах (а не в теригенних колекторах, характерних для більшості родовищ ВВ регіону). Це такі родовища як Богатойське ГК (Т-2-3), Ігнатівське НГК (В-24-26, турне), Мовчанівське ГК (В-24-26, турне), Новомиколаївське НГК (Т-2), Білоусівське ГК (В-25), Мачуське ГК (Т-2-4, гл. 5 135–5 459), Семиренківське Г (В-26, гл. 6 189–6 205 м), Пд. – Берестівське НГК (В-25), Боханівське ГК (В-24-25) та ін.

Висновки

Турнейсько-нижньовізейський комплекс є одним з найперспективніших у Східному нафтогазоносному регіоні. Разом з відкладами верхнього візе та серпуховського ярусу він відноситься до основних нафтогазогенеруючих товщ у ДДЗ. Найперспективніший він на території Глинсько-Солохівського та Талалаївсько-Рибальського нафтогазоносних районів.

Аналіз вищевикладеного свідчить, що в регіоні назріла необхідність поділу турнейсько-нижньовізейського комплексу на два самостійні – нижньовізейський і турнейський. Це забезпечить підвищення надійності прогнозування нафтогазоносності окремих стратонів розрізу, що забезпечить збільшення відкриттів нових родовищ нафти і газу.

Урахування вищезазначених чинників приведе до збільшення вугеводневої бази Східного регіону й України загалом і до збільшення частки власних газу й нафти в енергопостачанні країни.

ЛІТЕРАТУРА

1. Фонд об’єктів у нафтогазоносних регіонах України станом на 01.01.2018 р. – Київ, УкрДГРІ, 2018. – 50 с.
2. Державний баланс запасів корисних копалин України на 01 січня 2017 року, Східний регіон, газ, нафта, конденсат, ресурси С3 – Київ, Державна служба геології та надр України, ДНВП “Геоінформ України”, 2017 р.
3. *Кабишев Б. П., Бенько В. М., Пригаріна Т. М.* Стратегія пошуків крупних і середніх родовищ газу та нафти у ДДЗ//Нафтова і газова промисловість – 2001. – № 2. – С. 7–11.
4. *Лукин А. Е.* Углеводородный потенциал больших глубин и перспективы его освоения в Украине//Геофизический журнал. – 2014. – № 4. – Т. 36. – С. 3–22.

УДК 621.314

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ДЕРЕВНОГО ВУГІЛЛЯ З УТИЛІЗАЦІЄЮ ВІДХОДІВ ЛІСНОГО ТА СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Ю. С. Пройдак[1], Д. С. Адаменко[2], Л. В. Камкіна[3], К. В. Кремнева[4]
1 – д-р техн. наук, професор, Національна металургійна академія України (НМетАУ), м. Дніпро, Україна, projdak@metal.nmetau.edu.ua, 2 – канд. техн. наук, доцент, НМетАУ, м. Дніпро, Україна, adamenko.denys@ukr.net, 3 – д-р техн. наук, професор, НМетАУ, м. Дніпро, Україна, lydmila_kamkina@ukr.net, 4 – канд. техн. наук, доцент, НМетАУ, м. Дніпро, Україна, kremneva.kateryna@gmail.com

Розроблено технологічну схему процесу виробництва деревного вугілля з біомаси та проведено її напівпромислову апробацію. Технологія реалізує процес окиснювального піролізу. На основі експериментальних досліджень визначено основні показники процесу піролізу різних видів біомаси. Визначено конструктивні і режимні параметри роботи установки з виробництва деревного вугілля в промислових умовах.

TECHNOLOGY OF MANUFACTURING OF BIOCHAR FROM WOOD AND AGRICULTURAL RESIDUES

Yu. Proydak[1], D. Adamenko[2], L. Kamkina[3], K. Kremneva[4]
1 – National metallurgical academy of Ukraine (NMetAU), Dnipro, Ukraine, projdak@metal.nmetau.edu.ua, 2 – NMetAU, Dnipro, Ukraine, adamenko.denys@ukr.net, 3 – NMetAU, Dnipro, Ukraine, lydmila_kamkina@ukr.net, 4 – NMetAU, Dnipro, Ukraine, kremneva.kateryna@gmail.com

A technological scheme for the production of biochar from biomass has been developed and its semi-industrial testing has been carried out. The technology implements the process of oxidative pyrolysis. On the basis of experimental studies, the main indicators of the pyrolysis process of different types of biomass are determined. The constructive and regime parameters of the plant for the production of biochar in industrial conditions are established.

Актуальність застосування деревного вугілля в металургії та енергетиці України до недавнього часу не була достатньо обґрунтована. Розвитку напрямків широкомасштабного використання деревного вугілля цими галузями промисловості перешкоджав ряд причин.

По-перше, запаси коксівного вугілля, а також обсяги його імпорту, не можна порівняти з можливими обсягами виробництва деревного вугілля. Однак сьогодні нарощування виробництва коксу практично повністю реалізується за рахунок збільшення імпортних поставок. У 2016–2017 роках частка імпорту дещо знизилася. Причиною цього стало викликане кризою падіння попиту, а не збільшення пропозиції української вугільної продукції.

По-друге, отримання якісного деревного вугілля з використанням застарілих технологій та обладнання неможливо. При сьогоднішніх цінах на коксівне вугілля, деревне вугілля цілком може конкурувати за своєю собівартістю з коксом і коксової дрібницею. Розширення ринку виробництва деревного вугілля можливо за рахунок використання не тільки цільної деревини, але і її дрібних відходів, таких як тирса, стружка, тріска. Деревне вугілля може бути отримане шляхом переробки відходів сільськогосподарської промисловості: стебла кукурудзи і соняшнику; лузга соняшника; лушпиння гречки та ін.

По-третє, зростання числа кустарних нелегальних підприємств і відсутність великих підприємств з виробництва деревного вугілля, здатних забезпечити необхідні поставки палива для металургів та енергетиків. Це призводить до несанкціонованої вирубки лісу, збільшення шкідливих викидів. При кустарному виробництві, як правило, використовується обладнання з низьким ККД. Варто відзначити, що деревне вугілля при легальному його виробництві не завжди конкурентоспроможне через високу вартість вихідної сировини. Отримане деревне вугілля використовують для побутових потреб (каміни, барбекю, мангали та ін.).

У той самий час з дрібнодисперсних відходів сільськогосподарської промисловості можна отримувати високоякісне вугілля з вмістом вуглецю не менше 85 %. При цьому собівартість одержуваного вугілля значно нижче за рахунок використання відходів. Вирішується також питання утилізації даних відходів. Сфера застосування такого вугілля достатньо багатогранна: використовується при виробництві кристалічного кремнію в якості відновника; при виробництві сірковуглецю й активованого вугілля; застосовується у побутовій та комунальній сферах для очищення питної води та стоків; використовується як органічне добриво, здатне зберігати в ґрунті воду й поживні речовини, що різко підвищує родючість ґрунту і продуктивність сільського господарства; як сировина для отримання вуглецевих наноматеріалів; а також в якості палива в енергетичних установках.

Для вирішення питання про перспективність великих поставок деревного вугілля металургам і енергетикам України потрібен принципово новий підхід до його виробництва та реалізації. Тут першочерговим завданням є розробка енергоефективної та екологічно безпечної технології виробництва деревного вугілля. Технологія повинна бути універсальною й орієнтованою на переробку різних видів деревини і сільськогосподарських

відходів. Одержуване деревне вугілля повинне відповідати стандартам якості. Вирішенню цього завдання і присвячена дана робота.

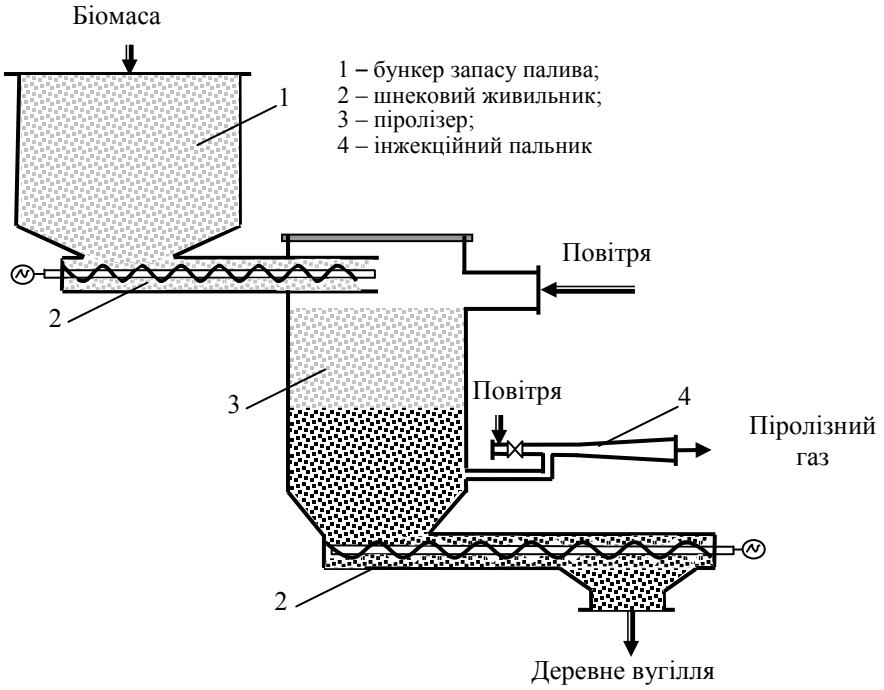
У Національній металургійній академії України на кафедрі промислової теплоенергетики розроблено технологію отримання деревного вугілля, яка пройшла напівпромислову апробацію [1–3].

Деревне вугілля отримують шляхом окиснювального піролізу дрібнодисперсної біомаси в щільному шарі, як окиснювач використовують повітря. Вторинним продуктом процесу є піролізний газ, який можна використовувати для отримання теплової енергії, в якості газоподібного палива, а також переробляти в рідке паливо. Основними перевагами окиснювального піролізу є: проведення процесу піролізу без зовнішнього джерела тепла; використання біомаси зі значною вологістю до 50 %, без попередньої обробки.

В якості вихідної сировини використовуються тверді види дрібнодисперсної біомаси: відходи деревини (тріска, кора та ін.); сільськогосподарські відходи (лузга соняшника, лушпиння гречки, рисова лузга, солома, стебла кукурудзи і соняшнику тощо).

На основі проведених експериментальних досліджень у цій роботі розроблено технологічну схему процесу виробництва деревного вугілля, що наведено на рисунку.

Рисунок. Технологічна схема процесу виробництва деревного вугілля



Основні експлуатаційні показники реалізації процесу окиснювального піролізу дрібнодисперсної біомаси в щільному шарі наведено в таблиці.

Таблиця. Основні показники процесу окиснювального піролізу біомаси

Найменування показника	Значення		
	Шкаралупа волоського горіха	Лузга соняшника	Деревний хворост
Питома витрата повітря, $м^3/(м^2 \cdot год)$	25–55		
Витрата біомаси, кг/год	10–20		
Температура процесу, ºС	550–750		
Вихід газу, $м^3/кг_{біомаси}$	0,99–1,33	1,02–1,15	0,7–0,9
Склад газу, % об.			
CO	5,3–6,5	6,4–7,0	5,9–6,8
H_2	8,7–10,1	8,5–11,8	8,8–11,0
CH_4	7,2–6,2	7,7–5,0	7,0–6,0
CO_2	13,8–11,0	13,7–9,8	13,0–9,0
N_2	56,5–57,6	55,7–56,3	50,0–59,0
O_2	8,5–8,6	8,97–10,1	8,5–9,5
Вихід коксу, $кг/кг_{біомаси}$	0,35–0,26	0,25–0,23	0,33–0,3
Уміст смол у газі, $г/м^3$	182–100	173–115	168–100
Температура газу, ºС	350–420		
Теплота згорання газу(з урахуванням умісту смол), $МДж/м^3$	8,4–9,4	8,9–8,0	7,0–7,5
ККД процесу піролізу, %	96,0–98,0	96,0–97,5	97,0–98,0

Висновки

Таким чином проблема утилізації відходів лісного та сільського господарства з метою очищення лісопосадок та місць зберігання відходів є гострою для України в цілому. Консолідація дій підприємств та екологів сприятиме максимальному ефекту від впроваджених заходів. Відповідно до політики розвитку країни переробка відходів є важливішим фактором для досягнення мети поліпшення екологічного стану. Значна частина відходів є дрібнодисперсними: лузга соняшника, лушпиння гречки, лісовий хворост та ін. Переробкою таких відходів підприємці майже не цікавляться. Причиною низького попиту є відсутність технології переробки сировини. Водночас на ринку країни є значний попит на біовугілля яке використовується, як для енергетичних, так і для побутових потреб. Абсолютно зрозумілим є те, що вирішення питання утилізації відходів має відбуватися із застосуванням інноваційних екологічних та енергоефективних технологій. У цій роботі розроблено спосіб отримання деревного вугілля, що заснований на процесі окиснювального піролізу біомаси в щільному шарі. Створено напівпромислову установку для переробки відходів лісного та сільського господарства та проведені експериментальні дослідження процесу окиснювального піролізу в щільному шарі. Розроблено рекомендації щодо практичної реалізації процесу в промислових умовах і параметри ведення технологічного процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Кєуш Л. Г.* Біомаса як сировина для отримання вуглецевих наноматеріалів/Коверя А. С., Кремнева К. В.//Колективна монографія. – Дніпро., 2017. – № 1. – 283 с.

2. Пат. 49122 Україна, МПК (2009) F23B 30/00. Пристрій для отримання деревного вугілля і сорбентів на його основі/Шевченко Г. Л., Губинський С. М., Шишко Ю. В., Кремнева К. В., Усенко А. Ю., Грек О. С., Ефімов І. С.; заявник та власник патенту Національна металургійна академія України. – № а 2007 13961; заявл. 12.12.2007; опубл. 26.04.2010, Бюл. № 8.

3. Пат. 86710 Україна, МПК (2009) B 01 J 20/20. Спосіб одержання деревного вугілля/Губинський М. В., Кремнева К. В., Шевченко Г. Л., Шишко Ю. В., Усенко А. Ю., Грек О. С; заявник та власник патенту Національна металургійна академія України. – № а 2007 13380; заявл. 30.11.2007; опубл. 12.05.2009, Бюл. № 9.

УДК 550.8.02: 556.6(477)

АГРОНОМИЧЕСКИЕ РУДЫ УКРАИНЫ: СТРАТЕГИЯ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ

О. О. Ремезова[1], Д. П. Хрущов[2], М. С. Ковальчук[3], Ю. В. Дудченко[4], С. П. Василенко[5], Т. В. Охолина[6], О. В. Яременко[7]

1 – д-р геол. наук, доцент, Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, elena.titania2305@gmail.com, 2 – д-р геол.-минерал. наук, профессор, Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, khrushchov@hotmail.com, 3 – д-р геол. наук, профессор, Институт геол. наук НАН Украины, Киев, Украина, kms1964@ukr.net, 4 – научый сотрудник, Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, 5 – канд. геол. наук, Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, svetlyk@gmail.com, 6 – канд. геол. наук, Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, svilya@ukr.net, 7 – младший научный сотрудник, Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, olya___89@ukr.net

Актуальность поставленной проблемы связана с необходимостью обеспечения агропромышленного комплекса минеральными удобрениями отечественного производства. Проведена обобщенная оценка состояния сырьевой базы агрономических руд – фосфорного сырья, калийных солей, дополняющих и технологических видов минерального сырья (фосфорит – меловые образования, бентонитовые и сапонитовые глины, глаукониты, перлиты, сера), природные органические удобрения (торф, сапропели), мелиоранты (известняки, мел, мергели, гипсы, ангидриты), минеральные микроудобрения (бор, медь, марганец, молибден, цериевые редкоземельные элементы и др.), техногенные источники (шламы металлургических заводов, пыль цементных производств и др.). В результате оценки состояния и перспектив развития сырьевой базы сформулировано заключение о принципиальной возможности восстановления и развития производства полного комплекса минеральных удобрений на основе отечественной сырьевой базы с перспективой последовательного сокращения импортной зависимости. Намечены основные направления последующих действий. Приводится описание инновационных методик информационного обеспечения исследований и работ, направленных на освоение месторождений намеченных видов агроруд – прогнозное палеореконструктивное ретроспективно-статическое моделирование и цифровое стуктурно-литологическое моделирование. Демонстрируются образцы опытных моделей перспективных объектов, предназначенные для иллюстрации и привлечения инвестиционных проектов. Обозначена структура межведомственной программы "Агрономические руды Украины".

AGRONOMIC ORES OF UKRAINE: STRATEGY AND INFORMATIONAL PROVIDING FOR RAW MATERIALS DEVELOPMENT

O. O. Remezova[1], D. P. Khrushchov[2], M. S. Kovalchuk[3], Yu. V. Dudchenko[4], S. P. Vasylenko[5], T. V. Okholina [6], O. V. Yaremenko[7]

1 – doctor of geol. sciences, assoc. prof., Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, elena.titania2305@gmail.com, 2 – doctor of geol.-mineral. sciences, Prof., Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, khrushchov@hotmail.com, 3 – doctor of geol. sciences, Prof., Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, kms1964@ukr.net, 4 – researcher, Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, 5 – candidate of geol. sciences, Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, svetlyk@gmail.com, 6 – candidate of geol. sciences, Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, svilya@ukr.net, 7 – research assistant, Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, olya___89@ukr.net

The actuality of posed problem is connected with necessity of agroindustrial complex providing by domestically produced mineral fertilizers. The generalized estimation of the state of raw materials base for agronomic ores – phosphorous raw materials, potash salts, complementary and technological kinds of mineral raw materials(phosphorite- chalk rocks, bentonite and saponite, glauconites, pearlite, sulfur); natural organic fertilizers(peat, sapropel), meliorants(limestones, chalk, marls, gypsum, anhydrite), mineral microfertilizers(boron, manganese, molybdenum, cerium rare earths et al.), technogenic sources(final tailings of metallurgical plants, dust of cement production et al.) was conducted. As the result of estimation of raw materials base state and its development prospects the conclusion about principal possibility of renewal and development of total complex fertilizers production on the basis of domestic raw materials base with the prospects of consistent cutting down of import dependence was formulated. The main directions of future actions are outlined. The description of innovative methodology of information providing for researches and works, directed to the deposits development of outlined kinds of agronomic ores – prognostic paleoreconstructive retrospective-static modeling and digital structure-lithological modeling is adduced. The examples of preproduction models of promising objects, assigned for illustration and drawing of investment projects are demonstrated. The structure of interdepartmental program "The agronomic ores of Ukraine" is signed.

Введение. Актуальность поставленной проблемы связана с подготовкой межведомственной программы "Агрономические руды Украины", направленной на обеспечение агропромышленного комплекса Украины (АПК) минеральными удобрениями отечественного производства в соответствии со стратегическими приоритетами развития АПК.

Цель настоящей публикации – обеспечение стратегии развития сырьевой базы агрономических руд Украины в связи с национальными стратегическими приоритетами развития АПК, представление принципов и схем информационного обеспечения исследований и работ по перспективным объектам основных групп агроруд.

В связи с поставленной целью представляются следующие задачи:

– оценка состояния сырьевой базы по основным видам агроруд, выбор перспективных объектов;

– обозначение стратегии и приоритетных действий по развитию сырьевой базы агроруд;

– представление имеющихся наработок и схем информационного обеспечения исследований и работ по освоению перспективных объектов (по основным видам агроруд).

Институты отделения наук о Земле НАН Украины (ИГН, ИГМР и др.) располагают массивом информации (теоретические и прикладные разработки, базы данных по состоянию сырьевой базы и т. д.), представляющим основу для подготовки межведомственной программы “Агрономические руды Украины”, которая нацелена на создание отечественной отрасли производства минеральных удобрений с целью последовательного ограничения и ликвидации импортной зависимости.

Состояние проблемы, история вопроса. Научные исследования в сфере агроруд для ИГН НАН Украины носят традиционный характер. Первые публикации этого направления были сделаны еще в 60-е годы прошлого века и принадлежат Д. Н. Коваленко. В 2004 году официальное утверждение этого научно-прикладного направления было осуществлено проведением межведомственного (Государственная геологическая служба, Министерство промышленной политики, Министерство аграрной политики, ИГН НАН Украины и др.) совещания “Агрономические руды Украины” (сопредседатели – Д. С. Гурский и Д. П. Хрущов). Основным результатом этого форума было освещение состояния сырьевой базы агроруд. По решению совещания была намечена разработка соответствующей государственной программы. Однако реализация этого постановления была отложена в связи с политическим изменениями. В 2014 году очередная попытка возобновления программы вновь также оказалась безрезультатной ввиду политических коллизий.

Тем не менее, признавая факт критического состояния отрасли производства минеральных удобрений, следует отметить важную предпосылку для организации действующего ее восстановления и развития: наличие массива информации по состоянию сырьевой базы, достаточного для обоснования программных мероприятий. Эта информация, представленная результатами прогнозных исследований, поисковых и разведочных, а также эксплуатационных работ как целевого, так и попутного характера, подготовлена нами в виде соответствующих прикладных обобщений и баз данных по указанным выше направлениям, касающихся как базовых агроруд, так и микроудобрений, мелиорантов, кормовых добавок и т. д.

Особое направление представляет моделирование перспективных геологических объектов. Примеры близких к нашему подходу аналогий представляют известные по публикациям и фондовым первоисточникам модели, построенные с помощью компьютерных программ K-Mine, MicroMine, ArcView (для Кропивенковского, Федоровского и Торчинского титан-апатитовых месторождений). В зарубежной практике также используется ряд программ используемых в целях информационного обеспечения исследований и работ по освоению месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых (Commodor и др.), опыт которых учитывался для усовершенствования наших программ.

Методические подходы. Учитывая разнородность геологических объектов, представляющих различные виды агроруд, и даже различные геолого-генетические типы отдельных видов агроруд, для информационного обеспечения исследований и работ, направленных на выявление и освоение месторождений, будут использоваться целевые модифицированные комплексы, включающие как традиционные, так и современные (в том числе авторские) методики. В числе последних следует отметить методолого-методический комплекс прогнозного палеореконструктивного ретроспективно-статического моделирования (ППРРСМ) и цифрового структурно – литологического моделирования (ЦСЛМ). Первый из них предназначен для информационного обеспечения прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых, связанных с терригенными и карбонатными образованиями (фосфориты, глаукониты, некоторые виды мелиорантов и др.). Цифровое структурно – литологическое моделирование служит средством информационного обеспечения разведочных и эксплуатационных работ по освоению месторождений тех же групп полезных ископаемых, а также галогенных формаций (гипсы, калийные соли), и, наконец, тех же стадий работ по освоению титано-апатитовых месторождений. Компьютерная реализация структурно-литологических моделей в рамках представляемого направления осуществляется на основе авторского комплекса ”Многомасштабное многоцелевое 3D структурно – литологическое моделирование геологических формаций” в формате модифицированной традиционной программы GIS “ArcView” (Хрущов, Ковальчук, Ремезова и др., 2017).

Содержание работ. Полученные результаты. Рассматриваются следующие функциональные группы минеральных удобрений и средств сохранения плодородия почв: базовые агроруды (апатиты, фосфориты, калийные соли); дополняющие, нетрадиционные и технологические виды агрономического минерального сырья (фосфорит-меловые образования, глины бентонитовые, сапонитовые, глаукониты, вермикулиты, перлиты, сера; природные органические удобрения (торф, сапропель); мелиоранты (известняки, мел, мергель, доломиты, гипсы, ангидриты); минеральные микроудобрения (бор, медь, марганец, молибден, цериевые редкие

земли); техногенные источники минеральных удобрений – шламмы металлургических заводов, пыль цементных производств и др.

Подготовлена сводка данных по состоянию сырьевой базы по выделенным группам. В основу этой сводки положены материалы, представленные на вышеупомянутом совещании (Агрономические руды Украины, 2004 г.), с дополнениями (Хрущов, Кирпач, Гейченко и др. 2011 и др.).

По базовым агрорудам приводятся сводные данные по фосфатному сырью и калийным солям. По фосфатному сырью отечественная сырьевая база, которая может быть альтернативной импорту, представлена двумя генетическими группами месторождений: апатитовыми и фосфоритовыми рудами. К первой группе относятся Новополтавское, (Запорожская обл.), Стремигородское, Федоровское, Торчинское (Житомирская обл.) и другие. месторождения и рудопроявления. Три первых месторождения детально разведаны и подготовлены к эксплуатации. Как перспективное направление предлагается освоение месторождений зернистых фосфоритов, выявленных на Волыно-Подолии и в Донецком регионе (Карповское, Осыкивское месторождения и др.). Эти месторождения относятся к числу малых, но имеют ряд преимуществ с точки зрения функциональных свойств руд и возможностей геотехнологических способов разработки (Брагин и др., 2004 г.). Наиболее крупные месторождения желваковых фосфоритов – Ратновское (Волынская область), Кролевецкое (Черниговская область), Незвиское (Хмельницкая область), На Волыни разведаны также малые месторождения: Полесское, Стахошицкое, Пивневское, Танюшевское, Новобурлушевское, Бантышевское с установлением прогнозных ресурсов.

По калийному сырью, используемого для производства калийных удобрений, в Украине имеется мощная сырьевая база. На территории нашей страны установлены три калиеносных региона: Предкарпатский, Донецкий, Днепровско-Донецкий. Балансовые запасы сосредоточены только в Предкарпатском. В пределах Львовской и Ивано-Франковской областей разведаны также месторождения: Доброгостовское, Улично, Долголука, Гирне, Нинив, Смоляний, Помярки, Моршинское, Бориславское, Тростянецкое, Тура Великая, Кадобна. Предварительно оценена Рассильнянско-Марковская группа месторождений калийных солей, которая планировалась как резервная сырьевая база для Калужского предприятия или для третьего калийного комбината. Приводятся сведения о ресурсах и запасах по упомянутым видам базовых агроруд, промышленным параметрам месторождений, технологическим особенностям и экологическим обстоятельствам. Демонстрируются примеры прогнозных карт и моделей перспективных объектов.

Дополняющие нетрадиционные и технологические виды агрономического сырья включают следующий перечень. Минералы и породы с высокой сорбционной способностью – цеолитовые туфы, цеолитсодержащие кремнистые породы, перлиты, бентониты, сапониты, палыгорскиты, вермикулиты, алуниты – действуют как мелиоранты, стимуляторы роста и урожайности ведущих сельхозкультур, а также как удобрения. Большинство из них может использоваться для кормовых добавок скоту, а также при гидропонной технологии в растениеводстве. На территории Украины существует сырьевая база обозначенных видов агросырья, которая представлена как мелкими месторождениями, которые могут иметь местное значение, так и средними и значительными месторождениями, которые могут быть использованы для централизованного производства.

Сера – технологическое сырье, необходимое для производства удобрений (в виде серной кислоты), но имеет и самостоятельное значение как удобрение. Запасы самородной серы сосредоточены в Предкарпатском регионе, где они представлены 11 разведанными месторождениями.

Природные органические удобрения – торф и сапропель; запасы промышленных категорий имеющихся месторождений значительны при большом количестве последних.

Природные мелиоранты представлены месторождениями известняков, мела, мергелей, доломитов, распространенных в большинстве геологических регионов Украины, а также гипсов и ангидритов, которые сосредоточены в Приднестровье, Донбассе и других регионах.

Минеральные микроудобрения – бор, марганец, молибден, редкоземельные элементы – существенно повышают эффективность растениеводства. На территории Украины имеются крупные месторождения марганца, а также просматриваются перспективы создания сырьевой базы редкоземельных элементов. Источником бора является гидроминеральное сырье – рассолы и минерализованные воды нефтяных месторождений Предкарпатья и других регионов. Экономическая привлекательность их эксплуатации определяется возможностью комплексной переработки с попутным извлечением лития, брома, стронция.

На основании выполненных обобщений выделены основные направления исследований и работ по развитию и рациональному использованию сырьевой базы; намечены перспективнее объекты; обозначены инвестиционно привлекательные проекты.

На базе авторских методических подходов разработаны принципиальные схемы информационного обеспечения исследований и работ, направленные на освоение месторождений по видам агроруд. Построены демонстрационные опытные образцы ППРРСМ и ЦСЛМ, предназначенные для иллюстрации и привлечения инвестиционных проектов.

На основе выполненных подготовительных исследований разработана структура межведомственной программы с обозначением целей, задач, этапов и сроков, ориентировочных финансовых показателей, а также законодательного, материально-технического и финансового обеспечения, ожидаемых результатов, с приложением технико-экономических предложений по отдельным инвестиционным проектам.

Заключение. На основании системного анализа состояния и перспектив развития сырьевой базы агрономических руд территории Украины, с учетом современного состояния, требований и планов развития АПК, сделано заключение о принципиальной возможности восстановления и прогресса отрасли производства полного комплекса минеральных удобрений с целью обеспечения устойчивого развития АПК на основе современных технических условий, с перспективой последовательного сокращения импортной зависимости и даже возобновления экспорта по некоторым видам удобрений. В качестве особой разработки представляются современные авторские методики информационного обеспечения исследований и работ, направленных на прогнозирование, поиски, разведку и эксплуатацию месторождений агроруд.

Приведенные в данной публикации данные предлагаются как основа для подготовки Отделением наук о Земле НАН Украины межведомственной программы “Агрономические руды Украины”.

УДК 549.75:549.075:549.086

ДІАГНОСТИКА БІРЮЗИ ТА ЇЇ ІМІТАЦІЙ, ПОШИРЕНИХ НА РИНКУ УКРАЇНИ

О. А. Рибнікова[1], О. В. Митрохин[2]
1 – студентка 1 курсу магістратури ННІ "Інститут геології" Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна, rybnikovageochem95@gmail.com, 2 – д-р геол. наук, професор кафедри мінералогії, геохімії та петрографії, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна, mitrokhin.a.v@ukr.net
Наводяться результати дослідження 240 зразків природної бірюзи та її імітацій, які широко зустрічаються на ринку України. Удосконалено методику діагностики бірюзи та створено базу даних на основі проведених досліджень.

DIAGNOSTICS OF NATURAL TURQUOISE, ITS IMITATIONS ON THE UKRAINIAN MARKET

O. Rybnikova[1], O. Mytrokhyn[2]
1 – Master's degree 1 course. Institute of Geology Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine, rybnikovageochem95@gmail.com, 2 – Doctor of Geology, Professor, Institute of Geology Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine, mitrokhin.a.v@ukr.net
A research of 240 natural turquoise and its various imitations samples, which are common on the Ukrainian market was held in order to improve the diagnostic techniques and to create a database.

На ринку України сьогодні представлено багато ювелірних матеріалів, які фігурують під назвою "бірюза". Метою цієї роботи було вивчення діагностичних особливостей бірюзи та з'ясування можливостей ідентифікації її імітацій та аналогів, поширених на ринку України.

Методами реалізації слугували як недеструктивні дослідження (макроскопічна діагностика текстурно-структурних особливостей, виміри показника заломлення, визначення густини, рентгено-флюоресцентний аналіз), так і деструктивні (рентгено-спектральний електронно-зондовий мікроаналіз, дослідження шліфів, прості якісні реакції з хімічними реагентами).

Досліджувані зразки було розсортовано за густиною (рис. 1), показником заломлення, реакцією з хімічними речовинами. За допомогою рентгено-флюоресцентного аналізу (РФА) серед 27 зразків було виокремлено 8 типових представників імітацій. Останні були досліджені за допомогою електронно-зондового мікроаналізу та під мікроскопом у шліфах.

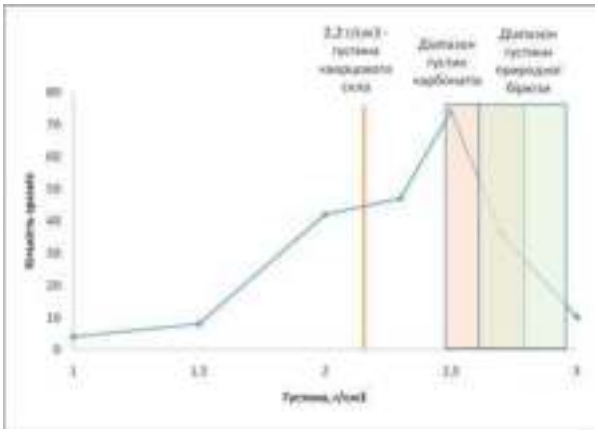


Рис. 1. Розподіл зразків за густиною

За результатами досліджень та з урахуванням даних літературних джерел [1–4] було виділено окремі групи імітацій бірюзи та їх специфічні особливості:

1) Композиційні матеріали на основі карбонатів зовсім не мають у спектрі елементів, які входять до складу природної бірюзи (рис. 2), натомість виділяється чіткий пік магнію, що дозволяє припустити, що в якості основи для імітації використовують магнезит ($MgCO_3$). У той же час густина таких матеріалів відповідає густині природної бірюзи, але показник заломлення дуже високий.

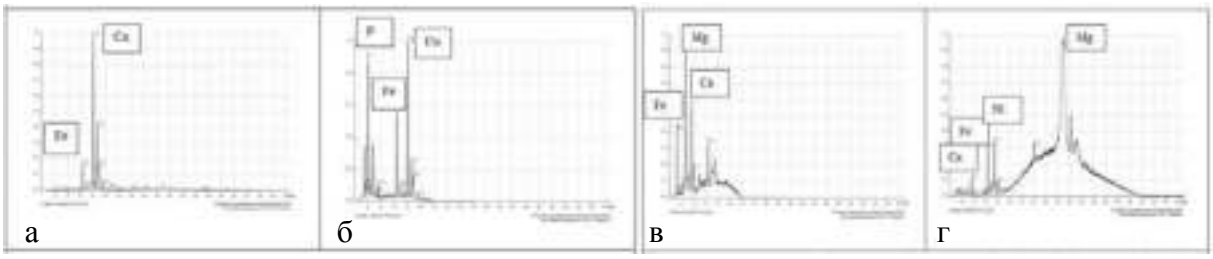


Рис. 2. Спектри природної бірюзи (а, б) і композиційного матеріалу на основі карбонатів (магнезиту) (в, г) (за даними рентгено-флюоресцентного аналізу)

2) Маркером для композиційних матеріалів на основі пластмас буде домінуючим пік алюмінію. Вони також відрізняються за густиною (2 г/см^3) та неможливістю визначення показника заломлення.

3) Синтетичні імітації мають суттєво мідно-цинковий склад, а також відрізняються за густиною (3 г/см^3), яка відповідає максимуму з даної вибірки.

4) Пластмаси ідентифікуються і недеструктивними методами, але їхні структури досить цікаві, тому що в загальній масі присутні зерна з високими показниками заломлення, які нехарактерні для однорідних пластмас.

Дослідження текстурно-структурних особливостей показують, що природну бірюзу можна діагностувати за грудкуватою, коломорфною структурою (рис. 3).

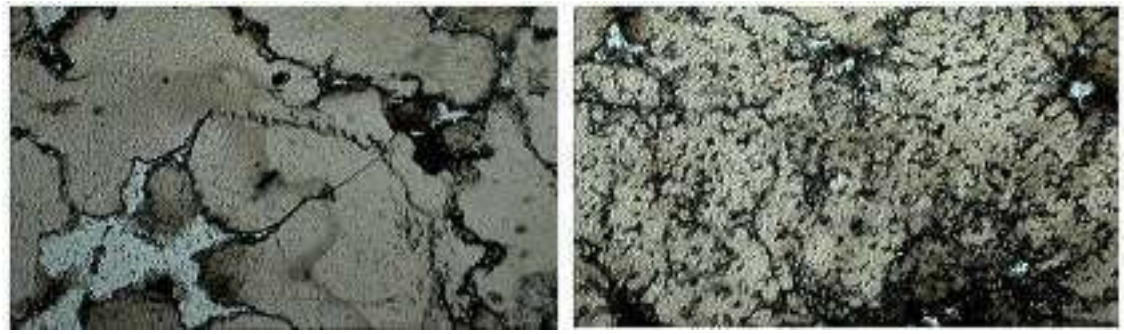


Рис. 3. Грудкувата структура природної бірюзи (в одному ніколі, поле зору 1,43 мм)

Виявлені нами “патьоки”, як особлива характеристика, можуть свідчити про певний тип бірюзи або маркувати певний тип родовищ, що і може бути досліджено в подальшому.

Структури ж імітацій з карбонатів виділяються за мікритовою розмірністю. В жильних зонах та в зонах порового простору чітко простежується сліди профарбування. Імітації з кераміки яскраво відрізняються за уламковою структурою. Синтетичний матеріал здивовує різноманіттям своїх структур, серед яких зустрічаються радіально-променеві і нирковидні.

Таким чином, за результатами проведених досліджень авторами створено базу даних найпоширеніших імітацій бірюзи, представлених на ринку України, і запропоновано удосконалення методики діагностики бірюзи та її імітацій. У перспективі планується розширити перелік досліджуваних імітацій та провести детальніше вивчення останніх з метою їхньої ідентифікації.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Менчинская Т. И.* Бирюза. – 1981. – М.: Недра, 1989. – 222 с.
2. *Choudhary G. A.* new type of composite turquoise. – Gems & Gemology. – 2010. – P. 106–113.
3. *Fritsch E., McClure S. F., Ostroumov M., Andres Y., Moses T., Koivula J. I., Kammerling R. C.* The identification of Zachery-treated turquoise//Gems & Gemology. – 1999. – T. 35. – №. 1. – C. 4–16.
4. *Han W.* et al. Impregnated and dyed turquoise//Gems & Gemology. – 2015. – Vol. 51. – № 3.

УДК 622.244.6

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН ПРИ НЕСТАЦІОНАРНІЙ ФІЛЬТРАЦІЇ

***М. М. Рой*[1]**

1 – канд. техн. наук, доцент, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава, Україна, ongp1@ukr.net

Вивчення існуючих технологічних основ дослідження високодебітних газових свердловин указує на відсутність технології їхнього дослідження, оскільки такі свердловини характеризуються нестаціонарною фільтрацією. Способів дослідження газових свердловин для стаціонарних режимів є досить багато. А способи дослідження свердловин при нестаціонарній фільтрації відсутні не лише у вітчизняній, а і у світовій практиці. Відповідно не розробляли і методику інтерпретації даних, які могли бути визначені під час застосування способу.

На основі проведеного аналізу методик інтерпретації результатів дослідження газонасичених пластів у випадку стаціонарної фільтрації газу до вибою свердловини та завдяки розробці способу дослідження високодебітних газових свердловин, які характеризуються нестаціонарною фільтрацією, указується напрям вирішення цієї задачі завдяки новій методиці розрахунку, яка базується на новому способі дослідження. Методику інтерпретації результатів дослідження та власне сам спосіб дослідження високопродуктивних газових свердловин у випадку нестаціонарної фільтрації пластового флюїду захищено патентом України.

THEORETICAL INTERPRETATION RESULTS BASES OF RESEARCHES OF GASSERS ARE DURING NON-STATIONARY FILTRATION

***M. M. Roy*[1]**

1 – PhD, associate professor, Poltava national technical university of Yurij Kondratyuk name, Poltava, Ukraine, ongp1@ukr.net

The study of technological bases of high-output gassers research specifies on absence of their research technology, as such wells are characterized non-stationary filtration. Methods of gas wells research for the stationary modes it is existed much enough. And methods of wells research during non-stationary filtration absent not only in domestic but also in world practice. Accordingly not developed and interpretations information method, which could be certain at application of method.

On the basis of the conducted analysis of interpretation research results methods of gas-saturated layers in the case of stationary gas filtration to the well backwall and due to development of method researches of high-output gassers, which are characterized non-stationary filtration, direction of decision of this task is specified due to the new calculation method, which is based on the new method of research.

Method of interpretation and actually method of research of highly productive gassers in the case of non-stationary filtration layer production protected the patent of Ukraine.

У промисловій практиці зустрічаються випадки, коли під час дослідження високопродуктивних газових свердловин при зупинці їхньої роботи тиск на вибої відновлюється миттєво. Але технології дослідження таких свердловин, для яких є характерною нестаціонарна фільтрація газу до вибою свердловини, як способу дослідження, не було до цього часу ні у світовій, ні у вітчизняній практиці. Є окремі підходи із застосуванням відомих методик, які дають змогу визначити незначну кількість газогідродинамічних параметрів досліджуваних пластів. Як результат – немає можливості забезпечити наявність повної геологічної інформації по високопродуктивних свердловинах, щоб використати її повною мірою для розрахунку запасів газу і газоконденсату та підготовки проектів розробки покладів і родовищ. Майже 50 років це є проблемою, яка чекає на своє вирішення. У той час, як завдання розробки способів дослідження для стаціонарних режимів фільтрації вирішень давно і досить успішно застосовують на практиці.

Для прикладу можна навести ситуацію в одному лише колишньому ДГП “Полтаванфтогазгеологія” при дослідженні високопродуктивних газоконденсатних свердловин, дебіт газоконденсатної суміші яких досягав 300–500 тис. м^3 на добу. У свердловинах № 6, 8, 14, 15, 17, 21 Матвіївського, № 7 Юліївського газоконденсатних родовищ пластовий тиск відновлювався миттєво. У результаті ці свердловини не були досліджені. Газогідродинамічні параметри продуктивних пластів, розкритих цими свердловинами, не були визначені. Це призвело до втрати цінної геологічної інформації, з одного боку, а з іншого – стало би причиною значних втрат газу, якби свердловина працювала на викид в атмосферу.

На сьогодні розроблено спосіб дослідження високопродуктивних газових свердловин, який забезпечує вихідними даними дослідження таких свердловин лише на одному нестаціонарному режимі та визначення значної кількості параметрів, що характеризують систему свердловина-пласт, причому майже всі вони розраховуються аналітично. А це є прямою ознакою точності їх визначення.

На основі вивчення існуючих методик розрахунку газогідродинамічних параметрів пластів, виходячи з первинних матеріалів дослідження, розроблена нова методика розрахунку, яка вирішує не лише проблему втрати цінної геологічної інформації, а отримання її навіть у більшому обсязі і з більшою точністю.

З праці [1] випливає, що визначення фізичних параметрів пластів при нестаціонарних режимах фільтрації за кривими відновлення вибійного тиску з урахуванням припливу можливо здійснювати кількома методами: диференціальним методом Ю. П. Борисова, методом дотичної, інтегрально-диференціальним методом І. А. Чарного – І. Д. Умрихіна, інтегральним методом УкрДГРІ.

Результатом комплексного методичного підходу, з урахуванням того, що миттєве відновлення тиску при зупинці роботи свердловини характерне для високодебітних свердловин, основною була вибрана методика розрахунку Ю. П. Борисова [1]. Використано також методику І. А. Чарного [2]. Необхідність використання одночасно двох методик для оброблення однієї і тієї ж КВТ викликана тим, що це забезпечить можливість застосувати комплексні фізичні параметри. Результати такого підходу викладені в [3–5].

Застосовуючи новий спосіб дослідження високопродуктивних газових свердловин, після зупинки яких тиск відновлюється миттєво, була досліджена сверд. № 6 Мар'їнського родовища (інтервал випробування 4 445–4 462 м) з використанням прийому одночасної швидкісної реєстрації тиску і часу.

У результаті математичного оброблення первинних матеріалів дослідження свердловини розраховано 28 параметрів продуктивного пласта, у тому числі коефіцієнти лінійного та інерційного опору рівняння припливу, коефіцієнти пористості, проникності, п'єзопровідності, ефективна товщина.

Крім того, вихідні дані дослідження дають можливість підрахунку величини попередніх запасів продукції у досліджуваному об'єкті [6].

Інформативність методики дала можливість удосконалити саму технологію дослідження свердловин при нестаціонарних режимах фільтрації. Це означає, що існує реальний напрямок для значного здешевлення і прискорення процесу дослідження.

Таким чином, означено реальний напрямок для раціонального розвитку технологічного аспекту дослідження газових та газоконденстних свердловин, спрямований на значне здешевлення і прискорення процесу. Зекономлені на цьому кошти можуть бути спрямовані на удосконалення інших технологій, методик чи технічних засобів для забезпечення технологічних процесів, що в кінцевому результаті сприятиме розвитку та зміцненню мінерально-сировинної бази держави.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Канюга А. П., Шелешко Т. В., Мельничук Я. Г., Синицын В. Я., Колокольцев В. А., Мысик Ю. О., Филяс Ю. І., Мельник П. В., Гульгун Б. Ю., Палюх М. Г., Губанов Ю. С.* Руководство по гидрогазодинамическим и термометрическим методам исследований разведочных скважин. – Киев: Наукова думка, 1972. – 348 с.
2. *Чернов В. С. Базлов М. Н., Жуков А. И.* Гидродинамические методы исследования скважин и пластов. – М. Гостоптехиздат, 1960. – С. 103–104.
3. Патент 121860 Україна, МПК (2017.010 E21B 47/00 Спосіб дослідження високопродуктивних газових та газоконденсатних свердловин при нестаціонарному режимі фільтрації/Рой М. М.; заявник і власник Рой М. М.; заявл. 09.02.2017; опубл. 26.12.2017. Бюл. № 24.
4. *Гриценко А. И., Алиев З. С., Ермилов О. М., Ремизов В. В., Зотов Г. А.* Руководство по исследованию скважин. – М.: Наука, 1995. – 523 с.
5. *Акульшин О. О., Соловйов В. В., Кондрат Р. С., Рой М. М.* Аналітичне визначення зміни газогідродинамічних параметрів продуктивного пласта у процесі його розробки. Збірник наукових праць Прикарпатський вісник НТШ 1(33). – 2016. – Р. 167–174.
6. Пат. № 110657 Україна. Спосіб попередньої оцінки величини початкових запасів газу. Рой М. М.; заявник і патентовласник Рой М. М.; заявл. 04.03.2016; опубл. 25.10.2016. Бюл. № 20.

УДК 504.05

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПРИБЕРЕЖНОЇ ЗОНИ КЕРЧЕНСЬКОГО ПІВОСТРОВА

Г. І. Рудько[1], О. І. Бондар[2]

1 – д-р геол.-мінерал. наук, д-р геог. наук, д-р техн. наук, професор, Державна комісія України по запасах корисних копалин, м. Київ, Україна, office@dkz.gov.ua 2 – д-р біол. наук, професор, член-кореспондент НАН України, Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, м. Київ, Україна

Регіон Керченського півострова завжди відіграватиме значну роль в економіці Криму й України завдяки наявності на його території важливих сировинних ресурсів (нафта, газ, залізні руди, лікувальні грязі, вода), природно-історичних пам'яток, сприятливих фізико-географічних умов (клімат, транспортні шляхи). Східна частина Криму на сьогодні найменш освоєна щодо перспектив для ефективного розвитку рекреаційно-туристичної галузі. Наукове дослідження спрямоване на визначення й оцінку ступеня негативного впливу на довкілля основних чинників екологічних небезпек, розробку рекомендацій для підвищення якості екологічної політики в регіоні.

Уперше визначено, схарактеризовано та класифіковано чинники екологічної безпеки, розроблено методику екологічної паспортизації небезпечних об'єктів техногенної діяльності на узбережжі та морському шельфі, створено типові екологічні паспорти; удосконалено методику екологічного аудиту морських прибережних екосистем; розроблено геоекологічні карти узбережжя та класифікацію чинників екологічної безпеки за ступенем екологічного ризику.

Розроблені й рекомендовані суб'єктам господарювання типові екологічні паспорти об'єктів техногенної діяльності на узбережжі та морі дадуть можливість підвищити ефективність і якість екологічного контролю, посилити екологічну безпеку, спрямувати екологічну політику в регіоні на забезпечення збереження навколишнього природного середовища, розроблення та вдосконалення місцевих і регіональних програм екологічно збалансованого розвитку.

ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE COASTAL ZONE OF THE KERCH PENINSULA

G. Rudko[1], O. Bondar[2]

1 – State Commission of Ukraine on Mineral Resources, Kyiv, Ukraine, office@dkz.gov.ua, 2 – State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management, Kyiv, Ukraine

The region of the Kerch Peninsula will always play a significant role in the economy of the Crimea and Ukraine owing to the existence of important raw material resources (oil, gas, iron ores, therapeutic mud, water), natural and historical sites, favorable physiographic conditions (climate, transport ways) in its territory. Today the eastern part of the Crimea is least developed as regards prospects for effective development in the sphere of recreation and tourism. A scientific research is directed to determination and evaluation of an extent of the negative impact of major factors of ecological hazards on the environment, development of recommendations for improvement of environmental policy quality in the region.

The environmental safety factors have been first determined, characterized and classified, methods for environmental certification of hazardous technogenic objects on the coast and sea shelf have been developed, typical ecological certificates have been created; methods of ecological audit of sea coastal ecosystems have been improved; geoenvironmental maps of the coast and classification of environmental safety factors by a degree of environmental hazard have been developed.

The typical ecological certificates of technogenic objects on the coast and in the sea developed and recommended for the subjects of economic activity enable to increase efficiency and quality of environmental control, to enhance environmental safety, to aim environmental policy in the region at preservation of the natural environment, development and improvement of local and regional programs on environmentally balanced development.

Вступ. Регіон Керченського півострова дуже важливий для економіки Криму й України, оскільки на його території зосереджені основні сировинні ресурси (нафта, газ, залізні руди, лікувальні грязі, вода), тут знаходяться природно-історичні пам'ятки, склалися сприятливі фізико-географічні умови (клімат, транспортні шляхи). Східна частина Криму на сьогодні є найменш освоєною щодо перспектив для ефективного розвитку рекреаційно-туристичної галузі.

Відповідно до чинних національних і міжнародних програм та угод, регіон має бути гармонійним, екологічно збалансованим, безпечним для навколишнього природного середовища (суходіл, море). На жаль, нині його розвиток контролюється не повною мірою. Наслідком цього є тривале небезпечне забруднення ґрунтів, природних вод, повітря, моря поблизу всіх населених пунктів, санаторіїв, баз відпочинку, морських баз і портів. Рівень екологічної безпеки значної частини узбережжя, більшості морських бухт і заток на сьогодні не відповідає екологічним нормативам, спостерігається тенденція до погіршення ситуації.

Зростання неконтрольованого антропогенного тиску на довкілля спричинює гостру потребу в ретельному дослідженні джерел, обсягів і характеру негативного техногенного впливу на екосистеми узбережжя та прибережних вод, визначенні основних причин зростання екологічних небезпек, класифікації за ступенем екологічного ризику, розробці науково обґрунтованої програми еколого-безпечного розвитку Керченського півострова.

Державна комісія України опублікувала монографію Г. І. Рудька, О. І. Бондаря, С. Г. Білявського "Екологічна безпека прибережної зони Керченського півострова" за ред. проф. Г. І. Рудька, в якій висвітлено розвиток та вплив сучасних чинників екологічної безпеки в межах узбережжя і прибережних вод Керченського

півострова, визначено умови їхнього формування, оцінено стан екологічного контролю, розроблено шляхи вдосконалення екологічної політики.

Автори узагальнили наукові публікації та виробничі звіти виконавців теми, які в літні сезони 2009–2012 рр. здійснили польові геоекологічні обстеження узбережжя в районах півострова Казантип, Казантипської затоки, озера Чокрак, Керченської протоки, мису Опук, озера Качик, озера Кояське, Феодосійської затоки. За цей період відібрано й проаналізовано кілька сотень проб ґрунтових і морських вод (аналізи виконані в лабораторіях Керченського державного морського технологічного університету та Інституту геологічних наук НАН України), проведено ґрунтовні геоекологічні обстеження, описано 19 ділянок берегів Керченського півострова на узбережжях Азовського моря (8 ділянок), Чорного моря (5 ділянок) і Керченської протоки (6 ділянок).

Головною метою наукових досліджень було визначення сучасних чинників екологічної безпеки в межах узбережжя та прибережних вод Керченського півострова, умов їхнього формування, оцінювання стану екологічного контролю і розроблення шляхів вдосконалення екологічної політики. Найважливіші наукові результати досліджень:

– уперше комплексно оцінено сучасні екологічні умови та екологічну безпеку шельфових вод і узбережжя Керченського півострова;

– уперше класифіковано чинники екологічної безпеки в межах досліджуваного району за ступенем екологічного ризику;

– уперше розроблено проекти типових екологічних паспортів нафтогазодобувної морської платформи, підводного техногенного звалища та затопленого небезпечного техногенного об’єкта; впровадження розроблених екологічних паспортів значно підвищить якість і ефективність екологічного контролю та управління;

– виконано екологічне картування узбережжя; розроблені карти сприятимуть безпечнішому використанню природних об’єктів району, збереженню біорізноманіття та охороні природно-заповідних зон;

– розроблено практичні рекомендації щодо вдосконалення екологічної політики в регіоні, вдосконалення планів і програм екологічно безпечного розвитку об’єктів, територій та акваторій; вони спрямовані на підвищення якості та відтворення суходільних і морських екосистем, збереження й поліпшення здоров’я населення, медико-екологічної якості туристичних і санаторних об’єктів.

Головним об’єктом досліджень була екологічна безпека регіону; головним предметом – чинники екологічної безпеки, типи та види екологічного контролю, шляхи вдосконалення екологічної політики.

Автори монографії вперше визначили, схарактеризували й класифікували чинники екологічної безпеки, розробили методику екологічної паспортизації небезпечних об’єктів техногенної діяльності на узбережжі й морському шельфі, створили типові екологічні паспорти, вдосконалили методику екологічного аудиту морських прибережних екосистем, розробили геоекологічні карти узбережжя та класифікацію чинників екологічної безпеки за ступенем екологічного ризику.

Перспективними напрямами подальших досліджень на базі отриманих авторами наукових і практичних результатів можуть бути такі, що значно підвищать ефективність екологічної політики та управління в регіоні:

– створення регіональної геоінформаційної системи й системи екологічного моніторингу, банків екологічної інформації;

– визначення екологічної ємності прибережних і водних екосистем;

– визначення шляхів досягнення оптимального варіанта екологічного розвитку регіону;

– розроблення програм вдосконалення економічного механізму природокористування;

– визначення шляхів впровадження енерго-, ресурсоощадних і маловідходних технологій в усіх галузях економіки та розвитку альтернативної енергетики;

– розроблення і впровадження екологічно обґрунтованих програм і планів ведення робіт в агропромисловій галузі з максимальним використанням програм збереження й відтворення природних ландшафтів;

– розроблення та впровадження планів максимально можливої екологічної паспортизації всіх об’єктів господарської діяльності в регіоні;

– виконання комплексного різномасштабного екологічного картування узбережжя та морської прибережної зони.

Висновки. Розроблені й рекомендовані суб’єктам господарювання типові екологічні паспорти об’єктів техногенної діяльності на узбережжі та морі дадуть можливість підвищити ефективність та якість екологічного контролю, посилити екологічну безпеку, спрямувати екологічну політику в регіоні на забезпечення збереження навколишнього природного середовища, розроблення та вдосконалення місцевих і регіональних програм екологічно збалансованого розвитку. Запропоновані рекомендації та геоекологічні карти будуть корисними для розроблення та вдосконалення місцевих і регіональних програм і планів екологічно збалансованого розвитку, підвищення якості екосистем і здоров’я населення, використання викладачами та студентами вищих навчальних закладів при вивченні екологічних проблем моря й узбережжя.

УДК 553.99

РОДОВИЩА БУРШТИНУ УКРАЇНИ ТА ЇХ ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

Г. І. Рудько[1], С. Ф. Литвинюк[2]
1 – д-р геол.-мінерал. наук, д-р геог. наук, д-р техн. наук, професор, Державна комісія України по запасах корисних копалин, м. Київ, Україна, office@dkz.gov.ua, 2 – канд. геол. наук, Державна комісія України по запасах корисних копалин, м. Київ, Україна, office@dkz.gov.ua

Україна є одним з європейських лідерів за запасами бурштину. В її межах поклади ювелірно-виробного бурштину пов'язані з Балтійсько-Дніпровською субпровінцією, яка простягається в північно-західному напрямку на 2000 км. У стратиграфічному відношенні бурштиноносні поклади виявлено на різних рівнях палеогену, неогену, антропогену.
У роботі, яку запропонували автори, проведено комплексний аналіз палеогеографічних умов формування, геологічної будови та поширення покладів бурштину, наведено їхню геолого-промислову характеристику. Розглянуто теоретичні й методичні аспекти геолого-економічної оцінки родовищ і проявів бурштину. Автори приділили особливу увагу екологічним наслідкам видобутку бурштину та шляхам їхнього подолання.

AMBER DEPOSITS IN UKRAINE AND THEIR ECONOMIC-GEOLOGICAL EVALUATION

G. Rudko[1], S. Lytvynyuk[2]
1 – State Commission of Ukraine on Mineral Resources, Kyiv, Ukraine, office@dkz.gov.ua, 2 – State Commission of Ukraine on Mineral Resources, Kyiv, Ukraine, office@dkz.gov.ua

Ukraine is one of the European leaders in amber reserves. Within its borders the jewelry ornamental amber deposits are connected with the Baltic-Dnipro subprovince which extends 2,000 km northwest. In the stratigraphic aspect the succiniferous deposits are revealed at different levels of the Paleogene, Neogene, and Anthropogene.
In the work proposed by authors the complex analysis of paleogeographic conditions for formation, a geological structure and distribution of amber deposits has been conducted; their geological production characteristic has been provided; current legal, theoretical and methodological aspects in economic-geological evaluation of amber deposits and manifestations have been considered. The authors have paid special attention to the ecological implications of amber extraction and the ways of their overcoming.

Величезний попит на бурштин і продукти його переробки зумовлений встановленням в останні роки нових унікальних властивостей і можливостей їх застосування в різних галузях промислового виробництва, сільського господарства, ювелірному та образотворчому мистецтві, культурі, у медицині.

Україна є одним з європейських лідерів за запасами бурштину. В її межах поклади ювелірно-виробного бурштину пов'язані з Балтійсько-Дніпровською субпровінцією, яка простягається в північно-західному напрямку на 2 000 км. Також у межах української частини субпровінції виділено два бурштиноносні басейни Прип'ятський і Дніпровський. У стратиграфічному відношенні бурштиноносні поклади виявлено на різних рівнях палеогену, неогену, антропогену. Багаті розсипи тяжіють до приконтактових шарів еоцену й олігоцену – обухівська і межигірська світи.

На думку більшості дослідників, найперспективнішим щодо бурштиноносності регіоном України є південний і північно-західний схил Українського щита (УЩ) – зона зчленування кристалічних утворень УЩ і осадово-вулканогенних порід Прип'ятського прогину і Волино-Подільської плити.

Чудовою особливістю українського бурштину є багатство його забарвлення. За різноманітністю кольорів і відтінків він перевершує як знаменитий прибалтійський, так і бурштин з інших регіонів світу, а бурштин зеленувато-жовтого кольору є унікальним, оскільки трапляється лише на Поліссі.

Ураховуючи величезний попит на бурштин і продукти його переробки, а також збільшення кількості заявок на оформлення прав на користування надрами з метою геологічного вивчення і видобування бурштину Державною комісією України по запасах корисних копалин було підготовано та видано монографію Г. І. Рудька та С. Ф. Литвинюка "Родовища бурштину України та їх геолого-економічна оцінка".

У пропонованій авторами праці викладено історію досліджень покладів бурштину на території сучасної України, що охоплює тривалий період, починаючи з пізнього палеоліту (18–19 тис. років тому) до сьогодення. Одним із найбільш плідних періодів кустарного видобутку бурштину був період Київської Русі, бурштинові прикраси в той час по дніпровському торговому шляху поширювались практично по всій Європі. Після нападів татаро-монголів видобуток і обіг бурштину практично припинився до кінця минулого століття. В 1980-х роках радянська влада почала активне наукове вивчення і розвідку покладів бурштину.

Розглянуто загальні відомості про бурштин, методи та основні етапи обробки ювелірного бурштину. З нього виготовляли всілякі прикраси і предмети побуту. Описано цілющий вплив бурштину та бурштинової кислоти на організм людини. Описано палеогеографічні та геолого-морфологічні умови формування покладів бурштину, закономірності їх розподілу в межах України. Розглянуто викопні смоли різних мінеральних видів,

їх характеристики, методи ідентифікації. Наведено основні теорії походження бурштину, описано етапи перетворення живиці-смоли на викопні смоли, палеогеографічні умови формування бурштиноносних відкладів найперспективнішого регіону України – Українського Полісся.

Розглянуто геологічну будову, поширення родовищ і проявів бурштину України. В межах території нашої держави виділено Балтійсько-Дніпровську та Карпатську субпровінції, що входять до складу Євразійської бурштиноносної провінції. В межах української частини Балтійсько-Дніпровської субпровінції виділено два бурштиноносні басейни: Прип'ятський і Дніпровський. Промислові поклади бурштину в межах Прип'ятського басейну пов'язані переважно з двома прошарками олігоценових кварцових пісків, у межах Дніпровського – з алювіальними відкладами Дніпра та його приток.

Виділено геолого-промислові типи ділянок надр (родовищ) бурштину України. Родовища бурштину згруповано в три геолого-промислові типи: біогенно-осадові, сучасні алювіальні та морських пляжів, захоронені морські лагунно-дельтові й озерно-льодовикові. Описано розподіл родовищ бурштину за складністю геологічної будови й кількістю запасів. Наведено мінерагенічне районування, геолого-промислову характеристику родовищ і проявів бурштину України. Найбільша концентрація українських бурштинових розсипів знаходиться в межах Прип'ятського басейну в Клесівсько-Пержанській (Клесівсько-Рокитнівській), Володимирецько-Дубровицькій та Маневицько-Зарічненській структурно-мінерагенічній зонах.

Розглянуто геолого-економічну оцінку родовищ бурштину. Геологорозвідувальні роботи на бурштин проводяться за такими напрямами: геологічне вивчення продуктивних покладів, техніко-економічне вивчення умов їхньої експлуатації, періодична геолого-економічна оцінка ефективності промислового освоєння об'єктів робіт. Схарактеризовано розподіл запасів і ресурсів бурштину, наведено вимоги до вивченості родовищ, підрахунку запасів, описано підготовленість розвіданих родовищ (покладів) бурштину до промислового освоєння. Наведено методику підрахунку кількості та обґрунтування величин коефіцієнтів вилучення бурштину при незаконному його видобутку, методику визначення стану розвіданих та оцінених об'єктів, охоплених незаконним видобутком бурштину.

Прогнозно оцінено перспективи відкриття нових родовищ бурштину на території України. Роботи з пошуків бурштиновмісних порід підтвердили можливість значного збільшення запасів і ресурсів бурштину перш за все в Житомирській та Рівненській областях. Найперспективнішими для виявлення нових родовищ бурштину є Володимирецький район з ділянками Дубівка, Володимирець, Вирка (Рівненська область), нові прояви бурштину – Сирницький та Козюлі на півночі Житомирської області (Клесівсько-Пержанська зона). Перспективними проявами в Житомирській області є також Барашівська і Гулянська ділянки, ділянка Глинки, Вікторівське родовище.

Описано екологічні аспекти видобутку бурштину. Основною проблемою для довкілля залишається нелегальний видобуток бурштину, що призводить до негативних екологічних (порушення цілісної структури ґрунтового покриву, незаконне знищення деревних насаджень, самовільне неконтрольоване використання поверхневих і підземних вод, забруднення повітря внаслідок спалювання пально-мастильних матеріалів, порушення геологічної структури території) та соціально-економічних наслідків. Оцінено негативні наслідки незаконного видобутку бурштину місцевим населенням у Рівненській області.

Наведено правові аспекти освоєння родовищ бурштину в Україні. Попри наявну легальну процедуру видобутку корисної копалини в Україні відбувається незаконний видобуток бурштину. Причиною незаконності таких дій є законодавча неврегламентованість, відсутність чітко визначеного порядку видобутку бурштину, надання та отримання спеціальних дозволів на провадження цієї діяльності, неефективна діяльність контролюючих наглядових і правоохоронних органів, невизначеність системи й порядку оподаткування діяльності щодо видобутку бурштину та ін.

Висновок. Бурштинові родовища України, що приурочені до Прип'ятського, Дніпровського і Дністровського басейнів, мають досить складну геологічну будову, змінну концентрацію бурштину в продуктивній товщі, значні коливання якісних характеристик бурштину, важко передбачувані гірничо-геологічні умови видобування бурштину. Надзвичайно складно або майже неможливо забезпечити оцінку запасів бурштину на родовищі або в бурштиновому прояві, а тому розробка методики підрахунку запасів на бурштинових родовищах являє собою надзвичайно актуальну науково-практичну задачу.

Для того, щоб виділяти і ділити бурштиноносні ділянки, потрібно найближчим часом виконати довивчення й переоцінку бурштиноносності Житомирської, Волинської та Рівненської областей і ранжування об'єктів за їхньої перспективністю. На підставі цих робіт будуть виділені нові та розширені існуючі ділянки, виконана оцінка їхніх перспектив з рекомендаціями щодо розробки.

УДК 504.05

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА РОДОВИЩ ВУГЛЕВОДНІВ НЕТРАДИЦІЙНОГО ТИПУ В УКРАЇНІ

***Г. І. Рудько*[1]**

1 – д-р геол.-мінерал. наук, д-р геог. наук, д-р техн. наук, професор, Державна комісія України по запасах корисних копалин, м. Київ, Україна, office@dkz.gov.ua

Останнім часом у засобах масової інформації та наукових публікаціях часто використовують термін "сланцева революція", що означає введення в комерційну експлуатацію технології видобутку газу зі сланцевих родовищ у США на початку XXI століття. Використання горизонтального буріння в поєднанні з гідравлічним розривом (ГР) неабияк розширило можливості виробників вигідно видобувати природний газ з низькопроникних геологічних утворень, зокрема сланцевих шарів.

Україна є країною, економічний розвиток якої значно стримується дефіцитом власних вуглеводнів. Саме тому в останні роки Україна активніше займається диверсифікацією енергії. Однією зі складових цього процесу є розробка нових родовищ вуглеводнів, зокрема видобуток нетрадиційних газових ресурсів (сланцевий газ, метан вугільних родовищ, газогідрати). Видобуток нетрадиційних вуглеводнів – це нова діяльність для України, яка пов'язана з перспективами енергетичної незалежності, з одного боку, та екологічними ризиками, з іншого боку. Отже, важливим є наявність регуляторних механізмів на державному рівні, що мінімізує антропогенний вплив нетрадиційного видобутку вуглеводнів на довкілля.

ENVIRONMENTAL SAFETY OF UNCONVENTIONAL HYDROCARBON DEPOSITS IN UKRAINE

***G. Rudko*[1]**

1 – State Commission of Ukraine on Mineral Resources, Kyiv, Ukraine, office@dkz.gov.ua

In recent years mass media and scientific publications often use the term "shale revolution" that means putting into commercial operation a technology of gas extraction from the shale deposits in the USA at the beginning of the 21st century. The use of horizontal drilling combined with hydraulic fracturing (HF) has considerably extended the manufacturers' possibilities of profitable natural gas extraction from the low-permeability geological formations, in particular shale strata.

Ukraine is a country the economic development of which is considerably restrained by the deficiency in own hydrocarbons. That is why during the last years Ukraine has been engaged more actively in energy diversification. One of the components of this process is the development of new hydrocarbon deposits, in particular extraction of unconventional gas resources (shale gas, methane of coal deposits, gas hydrates). The extraction of unconventional hydrocarbons is a new activity for Ukraine which is connected with the prospects for power independence, on the one hand, and environmental risks, on the other hand. So the presence of regulatory mechanisms at a state level, which would minimize an anthropogenic impact of unconventional hydrocarbon extraction on the environment, is important.

Вступ. Останнім часом у пресі й наукових публікаціях часто вживають поняття "сланцева революція", що означає впровадження в промислову експлуатацію технології видобутку газу з покладів сланцевих порід у США на початку XXI ст. Використання горизонтального буріння в поєднанні з гідравлічним розривом пластів (ГРП) значно розширило можливості виробників вигідно видобувати природний газ із геологічних утворень з низькою проникністю, особливо сланцевих пластів.

Україна є державою, економічний розвиток якої значною мірою стримується нестачею власних вуглеводнів. Тому в останні роки уряд дедалі активніше займається питаннями енергодиверсифікації.

Однією зі складових цього процесу є розробка нових родовищ вуглеводнів, зокрема видобуток нетрадиційних ресурсів газу (сланцевий газ, метан вугільних родовищ, газогідрати). Видобуток нетрадиційних вуглеводнів – нова для України діяльність, з якою, з одного боку, пов'язані перспективи енергетичної незалежності, а з іншого – ризики для навколишнього природного середовища. Відтак важливою є наявність на державному рівні регуляторних механізмів, які б мінімізували антропогенний вплив видобутку нетрадиційних вуглеводнів на довкілля.

Виклад основного матеріалу. Видобуток сланцевого газу в Україні можливий (за запасами та економічним обґрунтуванням майбутньої вартості) і необхідний (насамперед як механізм протидії монополізму в сфері поставок природного газу, а також як чинник забезпечення сучасного високого технологічного рівня видобутку вуглеводнів, залучення інвестицій у державну у місцеву інфраструктуру й реалізацію сучасних інноваційних проектів). Цьому сприяє низка чинників: Україна швидко позбудеться газової залежності; українська газотранспортна система забезпечить швидке постачання газу до Європи; ситуація в країні така, що ніхто й не згадає, що технологія гідророзриву пласта не зовсім екологічна і потребує чимало води. Безумовними пріоритетами практичної реалізації видобутку сланцевого газу в Україні має стати дотримання "золотих правил" видобутку сланцевого газу, які включають: питання планування; повну прозорість проектів, які реалізуються; участь в ухваленні важливих рішень місцевих громад; постійний моніторинг і контроль впливу на навколишнє природне середовище, в тому числі проведення незалежних оцінювань; прийняття нормативних актів для забезпечення високого рівня стандартів; стимулювання інновацій і технічного прогресу, навіть незважаючи на можливе подорожчання проектів, які реалізуються, та ін.

Екологічні обмеження реалізації проектів видобутку сланцевого газу справді існують, але сучасний технологічний рівень видобутку дає змогу мінімізувати їх.

Державна комісія України опублікувала монографію Г. І. Рудька, В. Г. Григіля, Г. В. Сімаченко "Екологічна безпека родовищ вуглеводнів нетрадиційного типу в Україні" за ред. проф. Г. І. Рудька, в якій проаналізовано перспективи видобутку сланцевого газу в провідних країнах світу (США, Канада, Аргентина, Польща, Велика Британія, Китай, Австралія та ін.), проведено огляд вивченості проблеми екологічного управління під час розробки родовищ сланцевого газу в Україні та у різних країнах світу. Встановлено, що численні публікації та дискусії щодо газу в нетрадиційних покладах в Україні відрізняються значною розбіжністю в оцінках його ресурсів, що зумовлено складністю структурно-геологічної будови газоперспективних площ, відсутністю реального практичного сучасного досвіду пошуків, розвідки та видобутку вуглеводнів зі слабо проникних товщ.

Охарактеризовано геологічні передумови та особливості освоєння нетрадиційних покладів вуглеводневого газу, описано газоносність сланцюватих слабо проникних порід Українських Карпат та силурійських порід зони зчленування Східноєвропейської платформи з Передкарпатським прогином. Визначено перспективи освоєння нетрадиційних покладів газу в межах Дніпрово-Донецької западини, а також перспективи видобутку та екологічні наслідки розробки сланцевого газу на Олеській та Юзівській площах.

Розкрито технологічні особливості, стадійність освоєння родовищ сланцевого газу та особливості застосування технології гідророзриву пласта, споживання води при видобутку сланцевого газу на Олеській площі, здійснено диференціацію впливу розробки родовищ сланцевого газу на навколишнє природне середовище.

Оцінено потенційні ризики та загрози, узагальнено рекомендації Європейської Комісії щодо застосування технології гідророзриву і головні чинники екологічної небезпеки в межах перспективних на нетрадиційний газ регіонів України, окреслено шляхи мінімізації ризиків забруднення підземних вод внаслідок видобування сланцевого газу.

Оцінено ресурси природних газогідратів у світі та Чорного моря, проаналізовано розвиток розробки газогідратів та перспективи видобутку, схарактеризовано технології виявлення газогідратних родовищ та видобутку метану із газогідратів, визначені екологічні наслідки їх розробки.

Описано генезис та форми знаходження метану у вугільних пластах, проведено класифікацію й типізацію гірничо-геологічних умов знаходження скупчень газу (метану) вугільних родовищ, окреслено основні перспективні металоносні вугільні поклади на території України – Дніпрово-Донецького та Львівсько-Волинського басейнів. Визначено основні проблеми та перспективи видобутку газу (метану) вугільних родовищ України, екологічні наслідки вивчення та розробки газу метану вугільних родовищ. Найбільші ресурси вугільного метану на Донбасі підраховані в Червоноармійському, Донецько-Макіївському і Селезнівському вугленосних районах. На сьогодні у Державному балансів корисних копалин України обліковується 322 млрд $м^3$ запасів і 133 млрд $м^3$ ресурсів газу метану по Донецькому вугільному басейну та 5,5 млрд $м^3$ запасів і 0,47 млрд $м^3$ – по Львівсько-Волинському.

Наведено методику оцінки ресурсів газу сланцевих товщ, дано основні відомості та визначення, розкрито пошуково-прогнозні критерії та ознаки бітумогазоносних сланцевих товщ, визначено послідовність проведення геолого-прогнозних робіт та методику оцінки перспективних та прогнозних ресурсів газу сланцевих товщ.

Висновки. Проведення геологорозвідувальних робіт на нетрадиційні поклади вуглеводневої сировини є актуальним завданням, адже, ураховуючи величину оцінених ресурсів вуглеводнів та території України, йдеться про значні об'єми газу, що могли б комерційно видобуватися приватними та державними структурами. За залучення необхідних інвестицій та впровадження відповідних технологій наша держава могла б нарощувати власний енергетичний потенціал.

УДК 330.15

РОЛЬ ГІРНИЧОДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ В ЕКОНОМІЦІ СВІТУ ТА УКРАЇНИ

Г. І. Рудько[1]

1 – д-р геол.-мінерал. наук, д-р геогр. наук, д-р техн. наук, професор, Державна комісія України по запасах корисних копалин, м. Київ, Україна, office@dkz.gov.ua

Розглянуто рівень розвитку та проаналізовано вплив гірничодобувної промисловості на світову економіку, її зв'язки з іншими сферами світового господарства. Описано основні тенденції розвитку видобутку мінеральної сировини в різних країнах. Визначено проблеми функціонування та перешкоди розвитку підприємств гірничодобувної промисловості України в сучасних умовах, запропоновано способи їхнього усунення та підвищення ефективності галузі загалом.

THE ROLE OF MINING INDUSTRY IN THE ECONOMY OF THE WORLD AND UKRAINE

G. Rudko[1]

1 – State Commission of Ukraine on Mineral Resources, Kyiv, Ukraine, office@dkz.gov.ua

The level of development has been considered, and the impact of mining industry on the world economy has been analyzed. The basic tendencies of development of production of mineral raw materials in different countries have been described. The problems of functioning and hindrances of development of mining enterprises in Ukraine in current conditions have been determined, the ways of their removal and enhancement of efficiency in the branch as a whole have been proposed.

Останнім часом вплив сучасної гірничодобувної промисловості як окремо взятої галузі на світову економіку набагато збільшився. Тільки за період 2002–2012 рр. її роль у глобальній економіці стрімко зросла. На сьогодні вона піднялась на 5-ту сходинку в рейтингу найпотужніших виробничих напрямів після комп'ютерного, фармацевтичного, нафтогазового і банківського секторів, хоча 2005 р. за рівнем капіталізації посідала лише 24-те місце серед глобальних секторів світової економіки.

Багатогалузева гірничодобувна промисловість – це переважно прерогатива високорозвинених країн, оскільки в менш розвинених країнах найчастіше функціонує лише кілька підгалузей, а іноді в них мінеральну сировину лише видобувають.

На сьогодні жодна країна світу не має повного обсягу всіх видів гірських порід і мінералів. Тільки 10 з країн, які є лідерами за обсягом імпорту копалин, мають змогу видобувати приблизно 35 видів мінеральних продуктів. Серед них Канада, ПАР, Індія, Бразилія, Австралія, США, Китай і Росія. Однак у споживанні продукції цієї галузі незмінне лідерство зберігає Китай.

Гірничодобувна промисловість є однією з провідних галузей глобальної економіки. Крім великих компаній, яких у світі налічується понад 6 тисяч, до її складу входять невеликі гірничодобувні фірми. Розвиток цієї галузі вкрай важливий не лише для держави, яка відіграє роль регулятора, а й для інвесторів, підрядників, постачальників, сервісних компаній, корінного населення і споживачів [1].

Наявних стан справ у світовій гірничодобувній галузі можна назвати настанням так званої нової ери. Проте, на жаль, є деякі нюанси: зростають витрати через брак кваліфікованих робітничих кадрів, доводиться розробляти родовища з доволі малими й неякісними запасами корисних копалин, проектування розробки родовищ дедалі дорожчає, оскільки місця видобутку мають складнішу структуру і розміщуються все далі від великих міст. У підсумку можна впевнено стверджувати, що гірничодобувна промисловість світу дуже сильно залежить від дій країн, що розвиваються (здебільшого Китаю як основного споживача продукції цієї галузі). Істотно зріс попит на мінеральну сировину в Бразилії, Індонезії, Індії.

Усі наведені дані дають підставу сподіватися на стабільність світової економіки в галузі видобутку корисних копалин, але ризики є завжди. Для ефективнішого і простішого ведення діяльності гірничодобувній компанії ліпше розглянути можливості вдосконалення вже наявних перевірених об'єктів замість будівництва цілком нових.

Потреба в мінеральній продукції безперервно зростає, що призводить до потреби використання дедалі біднішої сировини, збільшення обсягу перероблюваної гірничої маси, збільшення глибин гірничих робіт тощо, які потребують удосконалення способів видобутку і технології переробки.

З кожним роком масштаби активної індустріалізації гірничодобувної промисловості збільшуються. Характер розвитку гірничодобувної промисловості та її зв'язки з іншими сферами світового господарства виявляються в постійному зростанні витрат гірничодобувного виробництва. Інтенсивність їхнього зростання, з одного боку, стримується розвитком техніки і технології, з іншого – посилюється жорсткими заходами з охорони довкілля, більшою обмеженістю нових районів для пошуків родовищ корисних копалин, зростанням енергоємності видобутку і вартості енергії. У зв'язку з цим прогрес гірничодобувної промисловості переважно пов'язують як з подальшим розвитком традиційних методів видобутку і первинною переробкою сировини, які дають змогу збільшити масштаби й підвищити ступінь вилучення, так і з упровадженням принципово нових технологічних схем і технічних рішень.

Через свій довгостроковий розвиток гірничодобувна промисловість відрізняється від більшості інших різновидів людської діяльності. Щоб вона могла робити позитивний внесок у розвиток економіки впродовж тривалого часу, увагу треба приділяти не тільки генерованому зиску і відповідним витратам, а і їхньому розподілу в розрізі всього суспільства. У практичному сенсі концепція розподілу потребує аналізу всього життєвого циклу видобувного проекту.

На сьогодні двома головними регіонами у світі, які найменшою мірою вивчено геологічно, є Африка й Арктика, включно із Сибіром, Аляскою, Північною Канадою, Гренландією й країнами Північної Європи. Крім цього, можливий видобуток корисних копалин і з дна глибоководних морів.

У перспективі передбачається, що більша частина нових виробничих потужностей видобутку стосуватиметься тих самих мінералів і металів, що й сьогодні: вугілля, залізної руди, міді, бокситів, фосфоритів і в менших, але також чималих обсягах – нікелю, цинку, свинцю. Найбільшими об'єктами інвестицій будуть залізна руда, мідь, золото і нікель. На ці метали припадатиме до 85 % усіх майбутніх інвестицій у гірничодобувну промисловість.

З економічним зростанням країн, що розвиваються, і розширенням їхнього геологічного потенціалу дедалі більшу частину провідних гірничодобувних компаній на глобальному ринку представлятимуть компанії з Китаю, Індії та інших країн, що розвиваються, а роль корпорацій розвинених країн зменшуватиметься.

На прикладі низки ресурсних країн з досить тривалою історією гірничодобувної промисловості можна проаналізувати різні канали й механізми, через які добувна промисловість впливає на економічний розвиток і за яких обставин добувний сектор може виступати і виступає драйвером стійкого та широкого соціально-економічного зростання.

Є твердження, що гірничодобувна промисловість генерує слабкі зв'язки з іншими галузями економіки і що єдиний економічний ефект від її розвитку полягає у використанні отриманих фінансових доходів. Проте історичний досвід засвідчує, що багато країн використовує видобувний сектор як мотор розвитку, що генерує сильні прямі й зворотні зв'язки вздовж ланцюгів доданої вартості і в такий спосіб підвищує мультиплікативний економічний ефект.

Видобуток і розробка родовищ корисних копалин дедалі більше зміщуються від розвинених країн до країн, що розвиваються, громадяни і держава в яких багато чого очікують від добувних компаній. Згідно з результатами досліджень серед таких очікувань превалюють питання національного економічного розвитку, а також соціальні та суспільні вигоди. Великі добувні проекти тягнуть за собою інфраструктуру, яку згодом зможуть використовувати інші галузі господарства.

Добувні компанії витратили сотні мільйонів доларів США на оцінку геологічних і технічних аспектів розвитку добувних проектів. Набагато менше часу і коштів вони витратили на відповідну оцінку політичних, соціальних та економічних чинників і особливостей розвитку тих країн, де ці компанії працюють.

Перехід від планових методів управління виробництвом до ринкових відносин негативно позначився на виробничій діяльності гірничодобувних підприємств України. По-перше, вони позбулися неабиякої частини обсягів інвестицій з державних фондів на підтримку і розвиток гірничодобувного виробництва. По-друге, систем централізованого матеріально-технічного постачання, що була раніше, ліквідовано і підприємства самі змушені шукати зв'язки з постачальниками техніки та ресурсів. Не останню роль відіграло й різке підвищення цін на енергоносії, транспорт, обладнання та матеріали, які використовують у гірничозбагачувальному виробництві, що спричинило значне зростання витрат на видобуток і переробку мінеральної сировини.

Україна посідає перше місце у Європі за кількістю та якістю родовищ корисних копалин: за території у 0,4 % суходолу усієї планети частка нашої держави у світовому їхньому видобутку становить приблизно 5 % (більш як 20 млрд дол. США на рік) [2]. На сьогодні в Україні видобувається 93 види корисних копалин, до того ж видобуток деяких їхніх видів перевищує споживання.

Гірничодобувна галузь є невід'ємним складником народногосподарського комплексу, забезпечує досить вагому частку в загальному обсязі випуску валової продукції, створює велику кількість робочих місць, має експортну спрямованість і є джерелом істотних надходжень до бюджету. Однак нині вона перебуває в непростому становищі. Наявність великих покладів сировинних ресурсів формує чималий потенціал її розвитку, проте складні умови, в яких сьогодні функціонує галузь, спричинюють неповне використання потенційних можливостей підвищення ефективності роботи підприємств галузі.

На роботу вітчизняної гірничодобувної промисловості України негативно впливають не лише такі зовнішні чинники, як світова фінансово-економічна криза, процеси глобалізації, а й внутрішні: недосконала система користування надрами, що не відповідає сучасним вимогам переходу економіки до ринкових відносин; сучасний стан основних виробничих фондів добувної промисловості, що і фізично (зношеність понад 65 %), і морально застаріли [2].

Для подальшого розвитку підприємств і подолання кризових явищ у добувній галузі України потрібно розробити державні програми розвитку й стимулювання гірничодобувної промисловості, відновити й забезпечити розвиток державної системи геологічного вивчення надр, сформувати єдині вимоги й правила користування надрами та визначення платежів за користування ними.

Висновки

У міру того як країни, що розвиваються, захоплюють дедалі більшу частку в розробці й видобутку природних ресурсів добувні компанії змушені переглядати свою роль в економічному розвитку приймальної країни. Розглянуті механізми є лише першим кроком на шляху формування нових, ефективніших і взаємовигідніших відносин та партнерств. Основою нового корпоративного підходу є детальне розуміння пріоритетів місцевих зацікавлених осіб, зміна корпоративної стратегії і поведінки компаній у нових умовах.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Кондратьев В. Б.* Роль горной промышленности в экономике//Горная промышленность. – 2017. – № 1 (131). – С. 4–15.

2. *Шацька З. Я.* Шляхи підвищення ефективності діяльності підприємств гірничодобувної промисловості в сучасних умовах/З. Я. Шацька, Т. Д. Ганзюк//Причорноморські економічні студії. – 2016. – Вип. 10. – С. 158–161.

УДК 551.781(477-13)

РЕГІОНАЛЬНІ СТРАТИГРАФІЧНІ ПІДРОЗДІЛИ ПАЛЕОГЕНУ ПІВДЕННОЇ УКРАЇНИ: ДЕЯКІ ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ

Т. С. Рябоконь, канд. геол.-мінерал. наук, старший науковий співробітник, Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна, t_ryabokon@ukr.net

Розглянуто проблемні питання регіональних стратиграфічних підрозділів (регіоярусів, горизонтів) палеогену Південної України: валідності, визначення стратиграфічного об'єму, стратиграфічного положення, стратиграфічних границь у стратиграфічних схемах різних років та серійних легендах до геологічної карти.

REGIONAL STRATIGRAPHIC UNITS PALEOGENE OF SOUTHERN UKRAINE: SOME PROBLEMS

T. S. Ryabokon, Institute of geological sciences NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, t_ryabokon@ukr.net

Problems of regional stratigraphic units of the Paleogene of southern Ukraine are discussed. They include questions of validity of regional stages (horizons), identification of their stratigraphic volume, stratigraphic position and stratigraphic limits in different official stratigraphic schemes and serial legends of geological maps.

Вступ. Регіональні стратиграфічні підрозділи (регіоярус, регіональний горизонт) є базовою одиницею під час створення середньомасштабних геологічних карт різного призначення крупних осадових басейнів. Означені підрозділи об'єднують одновікові місцеві стратони (серії, світи, товщі, тощо) або їхні частини, а також слугують для їхньої кореляції з ярусами Міжнародної стратиграфічної шкали [12]. У підґрунтя розробки серійних легенд до геологічної карти нового покоління м-бу 1:200 000 території України була покладена стратиграфічна схема фанерозойських відкладів України 1993 р. [9]. Для палеогенових підкладів – це "Стратиграфічна схема палеогенових відкладів південних областей України". У стислому поясненні, надрукованому на звороті схеми, зазначено, що базовими матеріалами для її складання були "Стратиграфічна схема палеогенових відкладів України (уніфікована)" [8] і "Регіональна стратиграфічна схема палеогенових відкладів північно-західного узбережжя та шельфу Чорного моря" [3].

Наші дослідження мали на меті розглянути регіональні стратиграфічні підрозділи південноукраїнського палеогену, представлені в офіційних стратиграфічних схемах 1984 р. [3], 1987 р. [8], 1993 р. [9] і легендах до геологічної карти Кримської (1996 р.), Причорноморської (1995 р.) та Центральноукраїнської (1996 р.) серій аркушів, з погляду їхньої відповідності вимогам стратиграфічного кодексу, а також узгодженості та наступності для усунення ситуації, коли одновікові відклади на геологічних картах різних аркушів належать до різних стратиграфічних інтервалів.

Проблемні питання регіональних стратиграфічних підрозділів палеогену Південної України

Валідність (чинність) регіональних стратиграфічних підрозділів палеогену півдня України автор розглянув у працях [4, 6]. У підсумку для палеогену платформної України офіційно прийнятою з дотриманням вимог чинного стратиграфічного кодексу є уніфікована стратиграфічна схема 1987 р. [8], яку затвердив пленум УРМСК 7 грудня 1982 р. і прийняла Палеогенова комісія Міжвідомчого стратиграфічного комітету колишнього Радянського союзу 1985 р. Регіональні стратиграфічна підрозділи цієї схеми (регіональні горизонти, підгоризонти, лони) затвердив пленум УРМСК 7 грудня 1982 р. і їх опубліковано у виданні "Геологія шельфу УРСР" [3] 1984 р. "Стратиграфічна схема палеогенових відкладів південних областей України" 1993 р. [9] не є чинною (валідною) згідно з вимогами стратиграфічного кодексу [10–12]: пояснювальна записка цієї схеми не була опублікована; документів (протоколів, рішень) по затвердженні означеної схеми УРМСК в архівних матеріалах кайнозойської комісії УРМСК і НСК України немає.

Є розбіжності в трактуванні регіональних горизонтів. Зокрема, стратиграфічний об'єм бахчисарайського горизонту нижнього еоцену в схемі 1993 р. [9] розширено внаслідок внесення до його складу підзон крупних форамініфер Nummulites nemkovi і Nummulites distans (частково), порівнюючи з таким у схемах 1984 р. [3] і 1987 р. [8]. Відповідно скорочено стратиграфічний об'єм сімферопольського горизонту еоцену. У схемі 1993 р. для олігоценового відділу як регіональні стратиграфічні підрозділи наведено планорбеловий, молочанський, сірогозький, асканійський і горностаївський горизонти. Без належних пояснень із цієї схеми вилучено керлеутський надгоризонт (у схемі 1987 р.), керлеутський горизонт (у схемі 1984 р.).

Плутанина у визначенні положення границі палеогенової і неогенової систем у регіональній шкалі Південної України. У схемі 1984 р. [3] ця границя проведена по покрівлі керлеутського горизонту; у схемі 1987 р. [8] – у верхній частині керлеутського надгоризонту, у підошві горностаївського горизонту, зі знаком "?"; у схемі 1993 р. [9] – у покрівлі горностаївського горизонту; у стратиграфічній схемі неогенових відкладів Південної України (автор М. Ф. Носовський; затвердила кайнозойська комісія 1995 р.; не опублікована) – у підошві горностаївського горизонту кавказького регіоярусу міоцену. Подібна неузгодженість

у визначенні положення цієї границі спостерігається в серійних легендах до геологічної карти південних регіонів України. У Кримській та Причорноморській серіях границя палеогену і неогену поміщена в підошву горностаївського горизонту, у Центральноукраїнській серії вона проведена по покрівлі означеного горизонту.

Неузгодженість серійних легенд Держгеолкарти-200. Регіональна стратиграфічна шкала, використана в легендах Кримської та Причорноморської серій, відповідає такій схемі 1993 р. [9] з огляду на рішення НСК 1995 р. по схемі неогенових відкладів Південної України М. Ф. Носовського. Послідовність регіональних стратиграфічних підрозділів палеогену в легенді Центральноукраїнської серії (для південних районів) також збігається з такою схеми 1993 р. Однак є істотні розбіжності у співвідношенні регіональних горизонтів палеогену півдня України з ярусами Загальної стратиграфічної шкали, а саме: помилково показана повна відповідність кумського горизонту бартонському ярусу, а новопавлівського – лютетському; сімферопольский горизонт віднесено тільки до верхньої частини іпрського ярусу, а бахчисарайський горизонт зіставлено з нижньою частиною іпрського ярусу еоцену і танетським ярусом верхнього палеоцену; качинський горизонт віднесено до монського ярусу нижнього палеоцену, а білокам'янський горизонт – тільки до датського. Зауважу, що в легенді Причорноморської серії, можливо з технічних причин, показана відповідність еоценового бахчисарайського горизонту верхньому палеоцену.

Критерії виділення та розпізнавання регіональних стратиграфічних підрозділів. Аналіз матеріалів МСК і УРМСК стосовно стратиграфії палеогенових відкладів Кримсько-Кавказької області загалом і південних регіонів України зокрема [4] засвідчив, що стратиграфічні об'єми та границі горизонтів (регіоярусів) палеоцен-еоцену Південної України (білокам'янського, качинського, бахчисарайського, сімферопольського, новопавлівського, кумського, альмінського) визначені головним чином за палеонтологічними критеріями: зональними асоціаціями планктонних форамініфер, нанопланктону, диноцист, крупних форамініфер, комплексами молюсків. Для олігоцену планорбеловий, молочанський, керлеутський регіояруси (горизонти) доцільно трактувати як відображення особливостей осадонакопичення майкопського басейну в межах півдня України в олігоценову епоху та послідовності подій у розвитку фауни та флори, які його населяли. Границя крейдової та палеогенової систем проведена в підошві білокам'янського регіоярусу (горизонту). Границя палеоцену й еоцену на даному етапі досліджень суміщена з границею качинського і бахчисарайського регіоярусів. Границю альмінського і планорбелового регіоярусів доцільно визначити границею еоценого і олігоценового відділів. У такому випадку в палеогеновому розрізі Південної України вона майже звузиться до інтервалу зони нанопланктону NP 21. Беручи до уваги результати вивчення диноцист, границю палеогену і неогену треба помістити в покрівлю керлеутського регіоярусу (горизонту в схемі 1984 р. [3], надгоризонту в схемі 1987 р. [8], горностаївського горизонту в схемі 1993 р. [9]).

Розбіжності в трактуванні стратиграфічного об'єму і стратиграфічного положення регіоярусів палеогену Півдня України. На початку XXI століття склалися два погляди на регіоярусну шкалу південноукраїнського палеогену. Перший викладено в працях А. С. Андрєєвої-Григорович, Н. В. Маслун і М. М. Іваніка [1, 2], другий – у статтях Б. Ф. Зернецького, Т. С. Рябоконь [4, 5]. Різниця між ними полягає у визначенні стратиграфічного об'єму регіональних стратиграфічних підрозділів, інтерпретації біостратиграфічної інформації та геологічних матеріалів, палеонтологічній характеристиці регіоярусів, використанні зональних шкал планктонних мікрофосилій для обґрунтування кореляції регіоярусів палеогену південної України з ярусами Міжнародної стратиграфічної шкали [7].

Висновок. Питання, що стосуються трактування та валідності регіональних стратиграфічних підрозділів палеогену півдня України, визначення їхнього стратиграфічного об'єму, стратиграфічного положення, а також стратиграфічних границь потребують фахового обговорення та подальшого розгляду на зібраннях кайнозойської комісії НСК України.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Андреева-Григорович А. С., Маслун Н. В., Иваник М. М.* и др. Биостратиграфия палеогеновых отложений Украины по микрофоссилиям//Современная микропалеонтология: Сб. трудов XVII Всероссийского микропалеонтологического совещания. – Калининград, 2015. – С. 340–343.
2. *Андрєєва-Григорович А., Маслун Н.* Регіояруси палеогену Тетичної провінції України: обгрунтування віку та кореляції за планктонними мікроорганізмами//Палеонтол. зб. – 2014. – № 46. – С. 77–94.
3. Геология шельфа УССР. Стратиграфия (шельф и побережья Черного моря)/Отв. ред. Ю. В. Тесленко. – К.: Наукова думка, 1984. – 183 с.
4. *Зернецький Б., Рябоконь Т.* Регіояруси палеогену Південної України//Палеонтол. зб. 2013. – № 45. – С. 37–53.
5. *Зернецький Б. Ф., Рябоконь Т. С.* До модернізації стратиграфічної схеми палеогенових відкладів Південної України//Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука й виробництво. Матеріали міжнародного геологічного форуму (19–24 червня 2017 р., м. Одеса, Україна). – К.: УкрДГРІ, 2017. – С. 116–119.
6. *Рябоконь Т. С.* До вдосконалення стратиграфічної бази. 1. Регіональна стратиграфічна схема палеогену України//Геологічне картування території України та підготовка до видання держгеолкарти-200. Сучасний стан та перспективи розвитку регіональних геологічних досліджень в Україні: Матер. V наук.-

виробн. наради геологів-зйомщиків України (13-18 вересня 2010 р., смт. Миколаївка, АР Крим). – Київ, 2010. – С. 200–202.

7. *Рябоконь Т. С.* Проблемы в обосновании региональных подразделений палеогена Южной Украины//Міжнародна науково-практична конференція: Розвиток промисловості та суспільства. Секція 5. Геологія і прикладна мінералогія. – Кривий Ріг, 2017. – С. 121–124.

8. Стратиграфическая схема палеогеновых отложений Украины (унифицированная)/Отв. ред. Д. Е. Макаренко. – К.: Наукова думка, 1987. – 116 с.

9. Стратиграфическая схема фанерозойских образований Украины для геологических карт нового поколения: графические приложения. – К., 1993. Таблицы.

10. Стратиграфический кодекс СССР/Отв. ред. А. И. Жамойда. – Л., 1977. – 80 с.

11. Стратиграфічний кодекс України/Відп. ред. Ю. В. Тесленко. – К., 1997. – 40 с.

12. Стратиграфічний кодекс України/Гол. ред. П. Ф. Гожик. – К., 2012. – 66 с.

УДК556.32:556.114

ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІН ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД У ПОРУШЕНИХ УМОВАХ

І. В. Саніна[1], Г. Г. Лютий[2],
1 – УкрДГРІ, м. Київ, Україна, ekogeol@ukr.net, 2 – канд. геол.-мінерал. наук, УкрДГРІ, м. Київ, Україна, ekogeol@ukr.net
У тезах розглянуто чинники формування якісного складу підземних вод в умовах експлуатації водозаборів підземних вод карбонатних колекторів.

THE PATTERNS OF THE OF WATER QUALITY CHANGES IN VIOLATED CONDITIONS

I. V. Sanina[1], G. G. Lyutyi[2]
1 – UkrSGRI, Kyiv, Ukraine, ekogeol@ukr.net, 2 – candidate of geological and mineralogical sciences, UkrSGRI, Kyiv, Ukraine, ekogeol@ukr.net
The reasons for the deterioration of the quality of drinking groundwater in carbonate rocks are analyzed in these theses. One of the main factors influencing the quality of groundwater are geochemical processes. In modern conditions they play an active role in large-scale changing's of the chemical composition of groundwater.

У наш час прісні підземні води є однією з найцінніших корисних копалин. З огляду на незадовільний стан поверхневих вод вони лишаються єдиним надійним джерелом екологічно чистої питної води. Наразі світова спільнота приділяє багато уваги проблемі раціонального використання, управління та охорони водних ресурсів, попередження довгострокового погіршення якісних і кількісних показників прісної води [1].

Україна загалом забезпечена підземними водами, оцінені прогнозні ресурси підземних вод країни становлять 61 689,2 тис. м^3/добу, з них розвідані експлуатаційні запаси – 16 330,9 м^3/добу. Вони розробляються 671 ділянкою родовищ підземних вод [2].

Як відомо, процес розробки родовищ підземних вод може супроводжуватися погіршенням їхніх якісних показників. Але, як свідчить аналіз досвіду експлуатації водозаборів, підземні води, які видобуваються із гранулярних колекторів та тріщинуватих кристалічних порід, у процесі експлуатації переважно відрізняються стабільними показниками якісного складу. На відміну від них, розроблення родовищ, приурочених до карбонатних порід, може супроводжуватися погіршенням якісних показників, що загалом є закономірним процесом. У цих тезах саме і розглядаються основні закономірності формування якісного складу підземних вод в умовах експлуатації водозаборами карбонатних підземних колекторів.

Погіршення стану підземних вод в умовах режиму, порушеного роботою водозабірних споруд, відбувається внаслідок впливу як техногенних, так і природних чинників. Аналіз такого стану виконано за даними Державного балансу корисних копалин України "Питні підземні води" [3]. Загалом в Україні по 18–19 % діючих водозаборів підземних вод після введення в експлуатацію відзначалось погіршення якості підземних вод. Зазначена тенденція проявлялась по-різному. У деяких випадках ріст мінералізації та окремих компонентів хімічного складу припинявся на рівні, який не перевищував значення, нормовані ДСанПіНом. В інших – зазначені показники стабілізувались на рівні, що перевищував допустимі норми. Відзначено також досить багато об'єктів, у воді яких зміна якості, зокрема мінералізації і жорсткості, відбувається стабільно протягом десятків років незалежно від природних чинників та режиму експлуатації водозаборів. При цьому найпоказовішими є дані по Донецькій, Луганській і Херсонській областях.

До головних чинників, які зумовлюють перебіг процесів зміни якості води під час експлуатації, потрібно зарахувати склад розчинних солей водовмісних порід і порід зони аерації, перетікання із водоносних горизонтів четвертинних відкладів, посилення діяльності мікроорганізмів у процесі активізації руху підземного потоку під впливом водовідбору, а також техногенні чинники [4].

Досить активно проходить погіршення якості підземних вод під час розробки родовищ підземних вод на сході України. Так, підземні води, які циркулюють у водовмісних теригенно-карбонатних кам'яновугільних відкладах, які характеризуються підвищеним умістом розчинних солей і слабкою промитістю, із самого початку експлуатації мають підвищену мінералізацію, яка часто перевищує нормовані значення. Аналогічна ситуація спостерігається на водозаборах, які розробляють середньо-верхньосарматський водоносний горизонт у Донецькій області (Самсонівська, Новоазовська, Петровська та Приморська-1 ділянки), на яких показник мінералізації з початку експлуатації з 1,3–1,5 г/дм^3 виріс до 3,3–3,6 г/дм^3.

Трохи інші закономірності зафіксовано під час розробки родовищ підземних вод, приурочених до мергельно-крейдяної товщі верхньої крейди. Тут ріст сухого залишку води, що відкачується, здійснюється в часі стабільно і постійно незалежно від водності періоду та обсягів водовідбору – із середнім темпом 0,0012–0,0016 г/дм^3 на рік. Графіки залежності темпу погіршення якості води від періоду роботи водозабору, побудовані під час проведення авторами досліджень, дали змогу встановити, що темп нарощування вмісту

розчинних солей у різні періоди експлуатації водозаборів різниться: у початковий період розробки родовищ темп нарощування вмісту розчинних солей у воді проходить інтенсивніше, а після довготривалої експлуатації цей темп зменшується. Зокрема, ця закономірність досить чітко простежується під час експлуатації водозаборів на Вільхівській, Родаківській, Слав'яносербській і Петрівській ділянках.

Досить складна гідрохімічна ситуація під час розробки родовищ підземних вод, пов'язаних з карбонатними утвореннями міоцену, склалась також у Херсонській області. Тут на 40 % водозаборів зафіксовано погіршення якості підземних вод у процесі експлуатації. Винятком є лише ті водозабори, які розміщені поблизу річок і водосховищ, де зміни хімічного складу впродовж експлуатації не зафіксовано, тому що у формуванні їхнього водовідбору беруть участь поверхневі води.

Аналізуючи причини підвищеної мінералізації в цьому регіоні, насамперед варто відзначити досить строкатий хімічний склад підземних вод самих неогенових водоносних горизонтів, де мінералізація нерідко становить 2–3 г/дм^3 навіть у побутових непорушених умовах. Крім того, у низці випадків негативну роль відіграє перетікання із четвертинних водоносних горизонтів, в яких під впливом кліматичних чинників формуються води підвищеної мінералізації. Цими причинами також зумовлена неабияка засоленість четвертинних утворень, що суттєво впливає на якість підземних вод неогенових горизонтів під час спорудження зрошувальних меліоративних систем, які на зазначеній території є досить поширеними.

Проаналізовані дані дають змогу дійти висновку, що на абсолютній більшості водозаборів підземних вод, приурочених до водоносних горизонтів у тріщинуватих і кавернозних карбонатних породах, якість води постійно змінюється в часі. У останні роки до погіршення якості пітної види долучився ще один негативний чинник – регіональне підвищення динамічних рівнів підземних вод за рахунок широкомасштабного зменшення продуктивності водозаборів. Тому в сучасних умовах причину погіршення якості підземних вод при їх експлуатації потрібно шукати в межах природної чи техногенної зони аерації, оскільки при відновленні рівня підземних вод в цій частині розрізу вони збагачуються розчиненими солями і, підвищуючи свою мінералізацію, стають непридатними для господарсько-питного водопостачання. До речі, аналогічні процеси проходять і при відновленні рівня підземних вод у Донбасі під час виведення шахт з експлуатації методом мокрої консервації, а також при зменшенні водовідбору і відновленні динамічних рівнів на багатьох водозаборах Одеської, Миколаївської та Херсонської областей.

Водночас варто зазначити, що з часом при відновленні рівня підземних вод у затопленій частині штучно створеної зони аерації окислювальна обстановка змінюється на відновлювальну, унаслідок чого процес утворення нових розчинних сполук різко скорочується і збагачення підземних вод розчинними речовинами має відбуватись до того часу поки не будуть вилугувані раніше утворені під впливом окислювання сполуки. Тому, на нашу думку, з часом можна очікувати, що хімічний склад підземних вод стабілізується на рівні своїх природних показників у непорушених умовах.

На заході країни до погіршення якості питних вод також призводять перетікання з четвертинних водоносних горизонтів, які інтенсифікуються зі зниженням рівнів у цільових горизонтах, але цей процес, як правило, короткочасний і не призводить до перевищення встановлених нормативів. Це спостерігалось, зокрема, під час експлуатації Мокротинського, Зарудцівського, Вільшаницького та Крехівського водозаборів на Львівщині, в яких мінералізація збільшилась у перші роки експлуатації на 0,2–0,4 г/дм^3 і стабілізувалась на рівні 0,7–0,8 г/дм^3.

Кліматичний чинник відіграє помітну роль у зміні якісних показників підземних вод, контролюючи перебіг процесів збагачення розчинними солями порід зони аерації. Його вплив на формування якісного складу підземних вод, приурочених до карбонатних колекторів, у різних регіонах країни він відбувається по-різному. По окремих водозаборах, розташованих на заході України, де обсяги атмосферних опадів перевищують випаровування, у перші роки експлуатації фіксується збільшення мінералізації води в 1,5–2 рази в основному за рахунок сульфату кальцію, після чого спостерігається стабілізація якості води. На водозаборах на сході України, де обсяги випаровування перевищують атмосферні опади, збільшення мінералізації води під час експлуатації відбувається впродовж десятиліть з досить стабільним темпом – 10–20 мг/дм^3 на рік. При цьому у воді спостерігається збільшення вмісту не тільки сульфатів кальцію, а й хлору та натрію [4, 5].

Висновки

Головними чинниками, що зумовлюють перебіг процесів зміни якості води під час експлуатації, є склад розчинних солей водовмісних порід і порід зони аерації, перетікання з водоносних горизонтів четвертинних відкладів, посилення діяльності мікроорганізмів у процесі активізації руху підземного потоку під впливом водовідбору, а також техногенні чинники

Геохімічні процеси, які відбуваються в зоні аерації, здійснюють визначальний вплив на хімічний склад підземних вод ґрунтових і субґрунтових горизонтів як у природних, так і в порушених умовах.

Серед чинників погіршення якості підземних вод, зокрема, на сході України, часто переважають природно-техногенні, коли джерело забруднення є суто природного походження і сформоване в процесі осадконакопичення та подальшого перерозподілу речовини під дією зміни водного балансу в межах депресійних воронок водозаборів. Ця обставина пояснює регіональний характер забруднення і практичну відсутність його приуроченості до об'єктів техногенного впливу на довкілля. Збільшення мінералізації підземних вод упродовж експлуатації відбувається переважно за рахунок тих компонентів, які утворюють вторинні прошарки солі в породах зони аерації.

Встановлення причин забруднення підземних вод у процесі експлуатації є потрібною умовою для розроблення науково обґрунтованих заходів, спрямованих на покращення якості води, яку використовують для питного водопостачання населення України.

Контроль якісних показників підземних вод, що приурочені до карбонатних колекторів, можливий лише при проведенні їхнього постійного моніторингу. Такі підходи дають змогу визначити як фонові характеристики водних об'єктів, так і встановити ті водні об'єкти, що підлягають ризику, досягнути доброго якісного екологічного стану підземних вод, запобігти погіршенню стану підземних вод, як того вимагає Водна рамкова директива.

ЛІТЕРАТУРА

1. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради "Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики" від 23 жовтня 2000 року.
2. Стан підземних вод України. Щорічник. – ДНВП "Геоінформ України", 2017. – 9 с.
3. Баланс запасів корисних копалин. Питні підземні води. – Київ: ДНВП "Геоінформ України", 2016.
4. *Лютий Г. Г., Саніна І. В.* Фактори погіршення якості підземних вод у процесі експлуатації водозаборів в Україні. – К.: Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2011. – № 1. – С. 91–103.
5. *Саніна І. В., Люта Н. Г., Лютий Г. Г.* Визначення чинників змін якості питних підземних вод. Колективна монографія за матеріалами XVI Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, Пуща-Водиця, 3–4 жовтня 2017 р./За заг. ред. С. О. Довгого. – К.: ТОВ "Видавництво "Юстон", 2017. – С. 178–180.

553. (477)

НАУКОВИЙ СПАДОК ДОНЕЦЬКОЇ ШКОЛИ ВУГІЛЬНОЇ ГЕОЛОГІЇ В ІННОВАЦІЯХ ДОНБАСУ

О. І. Спіріна[1]

1 – незалежний експерт-геолог ВГО "Спілка геологів України", здобувач ІГН НАН України, м. Київ, spirolesya@ukr.net

Розглянуто найважливі в історичній ретроспективі (1892–1992 рр.) класичні твори донецької школи вугільної геології. Їх створено в результаті майже 300-літньої історії вивчення кам'яного вугілля Донбасу, 220-річчя розвитку гірничо-металургійної галузі, 200-річчя відкриття кам'яної солі та 150-річчя початку розбудови мережі залізниць. Виділено вісім етапів досліджень надр Донбасу, які завершувались через кожні 20–35 років картографічними та монографічними узагальненнями. З "третім Лутугінським детально-картувальним" етапом досліджень надр пов'язано поява донецької школи вугільної геології (ДШВГ). Пропонуються фактографічні дані цих робіт використати для наповнення Open Big Data геологічного блока знань інноваційних ГІС як для подальшого розширення мінерально-енергетичної бази, при розробці територіальних комплексних систем охорони природи (ТерКСОПів) постіндустріального розвитку регіонів Донбасу. Деякі роботи варті перекладу на українську та англійську мови. Шляхи інноваційної модернізації актуальної донині 65-річної 1 000-сторінкової монографії по геології Донбасу та ряду вугільних родовищ країн Східної Європи можуть бути визначені через присвячену її ювілею Європейську Вугільну конференцію, у рамках форуму регіонів країн України та Білорусії в м. Гомелі.

SCIENTIFIC HERITAGE OF DONETSK SCHOOL OF COAL GEOLOGY-FOR INNOVATION DONBAS

O. I. Spirina[1]

1 – Independent expert-geologist of the All-Union "Associations of Geologists of Ukraine, a researcher of Institute of Geological Sciencies of NASU of Ukraine", Kiev, spirolesya@ukr.net

The most important historical retrospective (1892–1992 years) classical works of the Donetsk school of coal geology are considered. They were created as a result of the nearly 300-year history of studying the Donbass coal, the 220 th anniversary of the development of the mining and metallurgical industry, the 200 th anniversary of the discovery of rock salt and the 150 th anniversary of the beginning of the construction of the railway network. Eight stages of research on the Donbas subsoil have been identified, which were completed every 20–35 years by cartographic and monographic generalizations. The "third Lutuginsky detail-mapping" stage of the studies of the Donetsk subsoil is associated with the appearance of the Donetsk School of Coal Geology (DSHVG). It is proposed to use the factual data of these works to fill the Open Big Data geological block of knowledge of innovative GIS both for the further expansion of the mineral – energy base, and for the development of territorial integrated nature protection systems (TerKOSP) for the post – industrial development of the Donbas regions. Some works are worthy of translation into Ukrainian and English. Ways of innovative modernization of the current 65-year-old 1000-page monograph on the geology of the Donbas and a number of coal deposits of Eastern Europe can be identified through the European Coal Conference dedicated to its anniversary, within the framework of the Forum of Regions of Ukraine and Belarus in Gomel city.

Коли бачиш смартфон у 25-річних з кількома десятками мобільних додатків відчувається що світ рухається в напрямку інноваційних технологій. Тим не менш поля засівають, метал ллють, вугілля, нафту, газ та іншу корисні копалини продовжують видобувати та продовжують шукати та нарощувати їх ресурси на основі розвитку ряду напрямів Наук про Землю. А екологічна загроза, яка посилюється від людської діяльності потребує своїх "лікарів". На допомогу цим процесам мають прийти четверта технологічна революція в вигляді квантових комп'ютерів, які різко прискорюють швидкість обробки великого масиву даних з миттєвим рішенням задач, які раніше вважалися неможливими. Віртуальна реальність, глобальне покриття Інтернетом, розвиток мобільного та Інтернет – зв'язку впливають на мобільність фахової занятості та можливості дистанційної роботи. Зниження вартості 3D-друку та розвиток 4G приведе до кастомизації тобто до того, що послуги або товари будуть приведені до потреб користувачів, у тому числі й в області вивчення та раціонального користування природними ресурсами. Штучний інтелект та самокеровані машини мають теж стати їм у нагоді. Старіння віддаляється завдяки новим досягненням медицини та самодисципліни, а значить необхідність вирішення питання розвитку, навчання та занятості людей 4-го віку (після 75), їх взаємодія з поколінням міленіалів чи зет-поколінням стає все більше актуальним (Style № 1, 2018 р. журналу "Новое время"). Саме покоління 4-го віку усвідомлюють проблеми та переймається ключовими аспектами розвитку геології в історичній ретроспективі

Тим не менш важко змоделювати бачення майбутнього інноваційного розвитку такого критично важливого регіону як Донбас, подальший розвиток якого в зв'язку з воєнними подіями знаходиться в точці біфуркації. Тішить, що молоді фахівці-економісти з Донецька (Підорчева, 2017 р.) бачать у цій точці початок

абсолютно нового модернового і постіндустріального розвитку регіону. А поскільки надра це головна складова розвитку регіону стан, форма знань про них та доступність до них дуже важлива

Історія офіціального вивчення сягає майже 300 років, маємо 220-річчя розвитку гірничо-металургійної галузі, 200-річчя відкриття кам'яної солі та 150-річчя початку розбудови мережі залізниць. Усі ці події були взаємозв'язані.

Розглянуто найбільш важливі в історичній ретроспективі (1892–1992 рр.) твори донецької школи вугільної геології. Вони були базовими для стратегічного планування та проведення масштабних геологорозвідувальних, гірничодобувних та подальших наукових робіт, які забезпечили мінеральною та енергетичною сировиною потужний індустріальний розвиток у 20-му столітті не тільки України.

Указано на деякі їх спільні риси: довгий термін виконання (15–30 років), незалежність від соціально-економічного стану країни (дві імперії, три війни), велика кількість виконавців (до 87), насиченість фактичним матеріалом (до 317 фігур), чітка структурованість та ясність текстової частини робіт. Досконала ілюстративна графіка та супроводжуючі карти цих творів роблять можливим та до сих пір актуальним їх безпосереднє внесення в систему Open Big Data, як початок формування геологічного блоку знань у майбутній архітектурі ГІС галузевих даних.

Деякі наукові досягнення українських фахівців 30–50-их років у сфері вугільної геології залишились поза увагою світової наукової спільноти. з причин їх тодішньої закритості. Тепер вони варті перегляду, перекладу на українську та англійську мови з метою їх перевидання як класичне надбання української геологічної науки.

Найповніший опис геології та корисних копалин Донецького басейну викладено в 1-му томі монографії "Геологія вугільних родовищ та горючих сланців СССР. Південно- східна Європейська платформа". Розділ 78-ми українських фахівців об'ємом у 988 сторінок із 1 209, з посиланням більш чим на 4 000 джерел, з фактажем у вигляді 317 фігур та 4-ма картами, які відображають геологію, палеозойську структуру, тектоніку та метаморфізм вугілля, вважається "біблією" по геології Донбасу, яка до нині є затребувана геологами різного статусу від студента до академіка, незважаючи на її 55-річчя.

Решта 220 сторінок 12-ти авторів присвячено опису вугільних басейнів та родовищ центру та заходу України, а також сусідніх Білорусії, Молдови, Грузії, Вірменії та Північного Кавказу. Доречно би було відновити Европейську вугільну конференцію (ЄВК), у честь ювілею монографії, наприклад, у рамках запланованого форуму регіонів у Білорусії (м. Гомель), згідно недавніх домовленостей президентів двох сусідніх країн. ЄВК З 90-их років-минулого століття вони регулярно проходили по черзі в різних країнах Європи: Англії, Чехії, Польщі, Турції, Бельгії та інші. Остання 9-та Європейська вугільна конференція пройшла в м. Дармштадті в рамках Міжнародного геологічного форуму під гаслом "Геологія на варті майбутнього", присвяченому 100-річчю Спілки геологів Німеччини.

Давно назріла потреба в її модернізації в українській та англійській версіях з векторною оцифровкою та оновленням прикладених карт з доповненням комплекта карт морфології вугільних пластів та їх глибинного метаморфізму 25-ти річної давнини. Ці документи мають бути доведені з допомогою High Tech до використання в режимі мобільних додатків. Підготовлена ГІС геологічного блоку знань у вигляді кластерів для кожної громади буде якісно новою основою стратегічного й оперативного планування, моніторингу прозорості та раціонального використання надр, а також для розробки територіальних схем комплексної охорони природи (ТерКСОПів) для кілька сотень громад.

Це надзвичайно важливо в умовах наростаючої екологічної загрози, яка є майже катастрофічної для території воєнних дій. Доступна з допомогою High Tech усім громадянам інформація про стан надр та оточуючого середовища є необхідною умовою інноваційного постіндустріального сталого розвитку Харківського, Дніпровського, Донецького та Луганського регіонів.

УДК 553.411.071+553.462(477.63)

ЗОЛОТО-МОЛІБДЕНОВІ РОДОВИЩА І РУДОПРОЯВИ В ЗЕЛЕНОКАМ'ЯНИХ ПОЯСАХ СЕРЕДНЬОГО ПРИДНІПРОВ'Я: ПЕРСПЕКТИВИ КОМПЛЕКСНОГО ВИВЧЕННЯ ТА ОСВОЄННЯ

В. В. Сукач[1], Л. О. Рязанцева[2], Ю. Є. Хомич[3]

1 – д-р геол. наук, старший науковий співробітник, ІГМР ім. М. П. Семененка НАН України, Київ, Україна, svital@ukr.net, 2 – провідний геолог, КП "Південукргеологія", Дніпро, Україна, 3 – ІГМР ім. М.П. Семененка НАН України, Київ, Україна

Родовища та рудопрояви золота й молібдену в зеленокам'яних структурах (поясах) Середньопридніпровського мегаблока Українського щита традиційно досліджували та оцінювали окремо по кожному виду корисних копалин. Водночас головні прояви молібдену просторово зближені або суміщені із мінералізацією золота. Проте питання виділення своєрідного комплексного золото-молібденового типу родовищ не отримали належної уваги. Пропонується подальше геологічне вивчення розглянутих родовищ і рудопроявів (Сергіївське, Балка Золота, Ганнівка та ін.) виконувати в контексті комплексного характеру золото-молібденового зруденіння. Застосування такого підходу припускає проведення ймовірних геологорозвідувальних і видобувних робіт на єдиній геолого-технічній базі, що матиме відчутний економічний ефект і відтак суттєво підвищить інвестиційну привабливість того чи іншого об'єкта.

GOLD-MOLYBDENUM DEPOSITS AND OCCURRENCES IN GREENSTONE BELTS OF THE MIDDLE DNIPRO: PROSPECTS OF COMPLEX STUDY AND EXPLORATION

V. V. Sukach[1], L. O. Riazantseva [2], Yu. E. Homych[3]

1 – Doctor of Geological Sciences, Senior Scientist, M. P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NASU, Kyiv, Ukraine, svital@ukr.net; 2 – Leading Geologist, State Enterprise "Pivdenukrgeology", Dnipro, Ukraine; 3 – post-graduate student, M. P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NASU, Kyiv, Ukraine

Gold and molybdenum deposits and occurrences in Greenstone Structures (Belts) of the Middle Dnipro megablok of of the Ukrainian Shield were investigated and estimated traditionally on every type of minerals separately. At the same time the main molybdenum deposits are spatially contiguous or combined with mineralization of gold. However the question of complex study of peculiar gold-molybdenum type deposits got the adequate attention. The proposition is to execute the further geological investigation of well-known deposits and occurrences (Sergiivka, Balka Zolota, Gannivka etc) in the context of complexity of gold-molybdenum mineralization. Application of this method assumes conduct of expected prospecting survey and exploration on the one geological technical base that will have an appreciable economic effect and, consequently, substantially promote the investment attractiveness of one or other object.

Вступ. Найперспективніші родовища та рудопрояви золота і молібдену в межах Середньопридніпровського мегаблока УЩ приурочені до архейських зеленокам'яних структур (поясів). Щодо мінералізації золота, то їх рудний потенціал може порівнюватися з відомими зеленокам'яними провінціями Канади, Австралії, Південної Африки, Індії, які в сумі дають ¾ світового видобутку золота. На сьогодні в Середньопридніпровському мегаблоці (СПМ) відома низка потенційно промислових об'єктів золота: Сергіївське, Балка Широка, Балка Золота та ін.

Зруденіння молібдену значно поступається золоту. За різними оцінками частка молібденових родовищ докембрійського віку загалом становить у середньому 4 % від загальної їхньої кількості. За винятком відкритого у 80-х роках XX століття великого родовища Лобаш у Карелії [2], усі вони належать до дрібних і середніх за запасами. Серед них експлуатувалось лише кілька молібденових об'єктів Канади, Норвегії і Фінляндії [6]. У межах СПМ виявлено понад 30 проявів мінералізації молібдену [1, 4]. Найважливіші з-поміж них: рудопрояви Східно-Сергіївський, Солонянський у Сурській зеленокам'яній структурі (ЗКС) і Ганнівський у Криворізькій структурі, який приурочений до нижньої частини її розрізу – новокриворізької світи, належність якої до типових зеленокам'яних утворень на сьогодні також доведено.

Постановка проблеми. У просторовому розміщенні зазначених рудопроявів і родовищ золота і молібдену відмічається їх просторове суміщення. Так, на східному фланзі родовища Сергіївське розміщений рудопрояв молібдену Східно-Сергіївський і зона їхнього перекриття представлена золото-молібденовим типом руд. Така ж ситуація спостерігається і на родовищі Балка Золота, зі сходу до якого примикає Солонянський рудопрояв молібдену. Мінеральні асоціації золота з молібденом за даними геологозйомочних робіт наявні також у рудопроявах і пунктах мінералізації Чортомлицької ЗСК (Чкалівська перспективна площа). Незважаючи на віддалене розміщення зруденіння золота Жовтянської ділянки та Ганнівського рудопрояву молібдену, їх також можна розглядати як елементи своєрідної рудно-металогенічної зональності, що проявилась у межах Криворізько-Кременчуцької зони. Незважаючи на це, в процесі геологорозвідувальних та супутніх наукових робіт всі золоторудні та молібденові об'єкти досліджувалися та оцінювалися окремо по

кожному виду корисних копалин і питання комплексного вивчення родовищ золото-молібденового типу не отримало належної уваги.

Мета роботи: аналіз і узагальнення матеріалів по родовищах і рудопроявах золота (Сергіївське, Балка Золота, Жовтянський та ін.) і молібдену (Східно-Сергіївський, Солонянський, Ганнівський та ін.) та постановка питання про вирізнення їх в ранзі єдиних комплексних золото-молібденових об'єктів.

Результати досліджень. Зруденіння золота у Середньому Придніпров'ї у порівнянні з мінералізацією молібдену вивчено краще. Родовища і рудопрояви золота описані в десятках виробничих звітах та сотнях опублікованих робіт. Тому акцентуємо увагу на мінералізації молібдену. Більшість із виявлених проявів приурочені до крайових частин ЗКС і локалізуються безпосередньо в зеленокам'яних утвореннях (рисунок). Найголовніші серед них – це рудопрояви Східно-Сергіївський, Солонянський, Ганнівський. Примітно, що два перших локалізовані в межах Солонянського рудного поля, яке розміщене в південній частині Сурської ЗКС.

Рисунок. Схема розміщення головних проявів молібденової та золото-молібденової мінералізації в Середньопридніпровському мегаблоці УЩ

1 – Східно-Сергіївський, 2 – Солонянський, 3 – Ганнівський, 4 – Миколаївський, 5 – Первозванівський, 6 – Кудашівський, 7 – Олександрівський, 8 – Токівський, 9 – Олексіївський, 10 – Чкалівський

Східно-Сергіївський рудопрояв виявлений у 1974 році І. О. Гаєвим. Структурно він контролюється Сергіївським субвулканічним тілом кислого складу та вузлом перетину субширотного Північно-Сергіївського та субмеридіального Східно-Сергіївського розломів. Структурно рудопрояв є східним флангом Сергіївського родовища золота.

Ділянка рудопрояву складена породами аполлонівсько-сергіївської вулкано-плутонічної асоціації (ВПА) основного складу та пізнішими кислими субвулканічними породами. Аполлонівсько-сергіївська ВПА представлена здебільшого метабазальтами, у меншій мірі – комагматичними їм субвулканічними метадолеритами та метагабродолеритами. Породи кислого складу – це порфірові метадацити, рідше метаріодацити, метатоналіт-порфіри та порфіроподібні метатоналіти. Вони складають Сергіївське субвулканічне тіло субширотного простирання, яке падає на північ під кутами від 50 до 65°. Молібденове зруденіння локалізоване у ендо- та екзоконтактній частинах цього субвулканічного тіла.

На родовищі за результатами опробування оконтурено близько 20-ти рудних тіл. Це лінійно видовжені прожилково-вкраплені зони потужністю до 100–150 м. Для них характерна складна мережа малопотужних (від часток мм до 1–3 см і більше) кварцових прожилків, які хаотично перетинаються. Це дає підставу, у поєднанні з даними про речовинний склад руд, відносити зруденіння до лінійно-штокверкового морфологічного типу. Рудна мінералізація представлена тонко-, дрібно-, рідше – крупнолускуватим молібденітом та пов'язана з кварцовими й карбонат-кварцовими жилами і прожилками, а також розсіяною вкрапленою халькопірит-

піритовою мінералізацією у змінених вмісних породах (пропілітизованих метабазальтах, березитизованих метадацитах і метатоналіт-порфірах). Найчастіше мінералізація молібденіту тяжіє до зон контактів цих порід і локалізована в утвореннях кислого або ксенолітах базитового складу. Середній вміст молібдену у рудних інтервалах потужністю від перших десятків до перших сотень метрів змінюється у межах від 0,018 до 0,025 %. Подекуди відмічаються збагачені до 2,63 % Mo метрові інтервали. Вік молібденіту (сверд. 3221, гл. 189 м) за даними Re-Os датування складає 3128±13 млн р. [5].

Перспективні ресурси молібдену за категорією P_2 оцінюються у 25–30 тис. т за середнього його вмісту в рудах 0,025–0,03 %. Молібденіт вміщує домішки ренію та ізотоп осмію 187, які за значущих рівнів вмісту можуть позитивно вплинути на рудний потенціал об'єкту.

Солонянський рудопрояв молібдену виявлений у процесі глибинного геологічного картування масштабу 1:50 000 (І. О. Гаєв та ін., 1973). Він розташований 4,5 км на північний схід від Східно-Сергіївського рудопрояву і приурочений до штокоподібних тіл метатоналіт-порфірів, порфіроподібних метатоналітів та субвулканічного тіла порфірових метадацитів. Рудовміщуючими є зони розсланцювання, катаклазу та метасоматичних змін, що приурочені до контактних частин Східно-Солонянського тіла порфірових метадацитів і насичені прожилками кварцового, пірит-анкерит-кварцового, карбонат-кварцового складу. Молібденіт здебільшого розвивається у зальбандах цих прожилків у вигляді лінзоподібних, гніздоподібних тонколускових агрегатів, які утворюють переривчасті облямівки; рідше спостерігається вкрапленість лусочок у прожилковій масі. Молібденітова мінералізація локалізується як у березитизованих кислих породах, так і у біотитизованих, місцями амфіболітизованих пропілитах. У прожилках та навколопрожилковому просторі, окрім молібденіту, також присутні пірит та халькопірит.

Виходячи із потужності штокверкових рудних зон 1,4 м, їхнього простягання по падінню 220 м і середнього вмісту молібдену у них 0,053 % (при бортовому вмісті 0,04 %) прогнозні ресурси металу по категоріям P_2+P_3 оцінюються у 24,0 тис. т, із них по категорії P_2 – 14,6 тис. т.

Ганнівський рудопрояв відкритий у 1960-ті роки. Він знаходиться у районі однойменного родовища залізистих кварцитів та просторово локалізується у Східно-Ганнівській смузі Криворізької структури [1]. На північ від нього розташований Жовтянський рудопрояв золота. Молібденоносна зона витягнута у субмеридіональному напрямку на дев'ять кілометрів, локалізована на контакті гранітоїдів демуринського комплексу з породами новокриворізької світи (амфіболіти, амфіболові та амфібол-біотитові сланці). Мінералізація молібдену зосереджена, переважно, у змінених амфіболітах; значно рідше – у плагіоклаз-мікроклінових грейзенізованих гранітах та мігматитах. Молібденове зруденіння виявлене у наступних породах: змінених актиноліт-роговообманкових амфіболітах; амфіболітових сланцях; двослюдяних сланцях з реліктами роговообманкових амфіболітів; слюдитах, які оконтурюють жили пегматоїдних гранітів; жилах та зальбандах жил кварцового, плагіоклазового і кварц-плагіоклазового складу; біотитових сланцях, розвинених на контакті роговообманкових амфіболітів та мусковіт-кварцових грейзенів; кордієрит-амфіболових породах.

Разом запаси і ресурси молібдену на Ганнівському рудопрояві становлять близько 22 тис. т за середнього вмісту 0,076 %.

Типові комплексні золото-молібденові родовища-аналоги. Серед найбільш відомих родовищ молібдену архейського віку варто виділити Лобаш у Карелії, Ля-Корн і Прейсак на Канадському щиті, Кнабен у Норвегії, Мятясвара та рудопрояви Аутаяуре, Раутіо, Перхо, Вітасарі, Варпаранта у Фінляндії та ін. [6]. Родовище Лобаш (разом з Лобаш-1) відноситься до великих за масштабом, проте до сьогоднішнього дня не розробляється. В останні роки активно обговорюється можливість одночасного видобутку молібденових і золотих руд, що може спонукати до початку його освоєння. Всі інші об'єкти є дрібними або середніми за запасами, деякі із них експлуатуються або були у розробці. Проте значущих концентрацій золота у їх межах не виявлено.

Цікавим з точки зору комплексності зруденіння є золото-молібденове родовище Мессегай в архейській зеленокам'яній провінції Абітібі на Канадському щиті [3]. Разом з тим, на відміну від золото-молібденових проявів Середнього Придніпров'я, руди локалізуються виключно у гранітоїдах, збагачені міддю і, відтак, відносяться до порфіритового генетичного типу. Родовище розміщується в межах плутону Ташеро, який складений тоналітами і прориває зеленокам'яні товщі метавулканітів переважно андезито-базальтового складу. Тоналіти, в свою чергу, січуться видовженою в субмеридіональному напрямку інтрузією Лауней, представленою гранітами і гранодіоритами. Мінералізація золота і молібдену локалізована в центральній частині плутону Ташеро і приурочується до контактів гранітів і гранодіоритів інтрузії Лауней з тоналітами плутону Ташеро.

В якості аналога архейських золото-молідбенових родовищ і рудопроявів Середньопридніпровського мегаблока УЩ доцільно розглядати близьке за віком, складом вміщуючого породного комплекса, структурною позицією й особливостями мінералізації родовище Лобаш (разом з Лобаш-1) у північно-західній частині Біломорського району Карелії [2]. Власне молібденове зруденіння відноситься до ендогенних гідротермальних штокверкових родовищ молібденової формації. Просторово й генетично пов'язане з неродованою Лобашською інтрузією порфіроподібних гранітів і сполучених з нею порфіроподібних плагіогрантів і плагіограніт-порфірів. 1,5 км до північного сходу розташоване золоторудне родовище Лобаш-1. Запаси молібдену в штокверкових рудах родовища становить близько 155 тис. т за вмісту 0,060 % Mo. Супутні компоненти в молібденовому концентраті: Bi (>300 г/т), Nb (>330 г/т), Re (15–55 г/т), Os (~1 г/т).

Висновки. У межах зеленокам'яних структур Середньопридніпровського мегаблока УЩ головні прояви молібдену просторово зближені або суміщені із золоторудними родовищами, серед яких добре відомі Сергіївське і Балка Золота. Проте, в процесі виробничих та наукових досліджень вони вивчалися та оцінювалися окремо по кожному виду корисних копалин. Пропонується подальше геологічне вивчення цих об'єктів проводити в контексті своєрідного комплексного золото-молібденового зруденіння. Такий підхід, ураховуючи розгортання геологорозвідувальних та гірничих робіт на єдиній для молібденових і золотих руд науково-технічній базі, безсумнівно матиме хорошу економічну ефективність, що в кінцевому підсумку суттєво підвищить інвестиційну привабливість того чи іншого об'єкта та сприятиме початку його промислового освоєння.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Веліканов Ю. Ф., Веліканова О. Ю.* Мінералізація молібдену в породах Кривбасу//Геохім. та рудоутв. – 2014. – Вип. 34. – С. 50–59.

2. *Тытык В. М., Фролов П. В.* Молибденовое месторождение Лобаш – крупный перспективный объект в республике Карелия//Труды Карельского научного центра РАН. – 2014. – № 1. – С. 56–62.

3. *Jebrak M., Doucet P.* Geology and gold–molybdenum porphyry mineralisation of the Archean Taschereau–Launay plutons, Abitibi, Quebec//Precambrian Research. 115 (2002). – P. 329–348.

4. *Syomka V. A.* Genetic types of molybdenum mineralization in the Ukrainian Shield Precambrian/International Symposium. – Kyiv, Ukraine, September, 13–26, 2002. – 95 p.

5. *Stein H. J., Sunblad K., Markey R. J.* et al. 187 Re – 187 Os agees for molibdenites from the Maiske and Sergeevske Au deposits//Geophys. Journ. – 1988. – No 4. – P. 114–117.

6. *Weihed P., Eilu P., Larsen R. B.* et al. Metallic mineral deposits in the Nordic countries//Episodes. – Vol. 31. – No 1. – P. 125–132.

УДК 553.98

ГІДРОФОБІЗАЦІЯ ПОРІД ПРИВИБІЙНОЇ ЗОНИ ПЛАСТА ЯК МЕТОД ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВИДОБУТКУ ГАЗОКОНДЕНСАТУ

Н. В.Сіра[1], О. Г. Голуб[2], Ю. А. Сіра[3]
1 – канд. геол. наук, начальник комплексної аналітичної лабораторії ДП "Укрнаукагеоцентр", м. Полтава, Україна, poltavargp@ukr.net, 2 – головний інженер, директор департаменту з розробки родовищ та дослідження свердловин, ДП "Укрнаукагеоцентр", м. Полтава, Україна, poltavargp@ukr.net, 3 – геолог, ДП "Укрнаукагеоцентр", м. Полтава, Україна, poltavargp@ukr.net
Досліджено вплив розчину ДБФ у конденсаті на гідрофобізацію порід. Установлено, що його застосування значно зменшує фазову проникність води і сприяє фільтрації рідких вуглеводнів у піщаному колекторі. Промислові дослідження підтвердили ефективність проведеної інтенсифікації з використанням гідрофобізуючої композиції.

HYDROPHOBIZATION OF ROCKS IN THE BOTTOMHOLE FORMATION ZONE AS A METHOD OF INTENSIFICATION OF GAS CONDENSATE PRODUCTION

N. V. Sira[1], O. G. Holub[2], Yu. A. Sira[3]
1 – Candidate of Geological sciences, Head of integrated analytical laboratory SE "Ukrnaukageocenter", Poltava, Ukraine, poltavargp@ukr.net, 2 – Chief engineer, director of the department for field development and well surveying, SE "Ukrnaukageocenter", Poltava, Ukraine, poltavargp@ukr.net, 3 – geologist, SE "Ukrnaukageocenter", Poltava, Ukraine, poltavargp@ukr.net
The influence of DBF solution in condensation on hydrophobicity of rocks is investigated. It has been established that its application significantly reduces the phase permeability of water and promotes the filtration of liquid hydrocarbons in a sandy collector. Industrial studies have confirmed the effectiveness of the intensification carried out using a hydrophobic composition.

Вступ. Геолого-економічна ситуація, яка склалася в Україні, потребує збільшення ефективності і рентабельності розробки покладів вуглеводнів. На теперішній час розробка більшості родовищ вступила в завершальний період видобутку, який характеризується як погіршенням фільтраційно-ємкісних властивостей колекторів через зниження пластового тиску, так і формуванням у привибійній зоні пласта (ПЗП) свердловини кольматуючої області, утвореної сумішшю конденсату і води. Вирішити цю проблему можливо шляхом видалення води з привибійної зони пласта через регулювання змочуваності колектора.

Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій. Більшість (88–92 %) піщаних пластів-колекторів ДДЗ є гідрофільними [1]. У процесі буріння, глушіння свердловин, розкриття продуктивних пластів, вода, яка відфільтровується із промивальних рідин, відтісняє вуглеводні з привибійної зони в глибину пласта і утримується в порах капілярними силами, що, в свою чергу, утруднює освоєння свердловини. Ця вода затримується в порах колектору і кількісно визначається відомим рівнянням Лапласа і залежить від кута змочуваності поверхні розділення фаз на межі з твердим тілом. Якщо поверхню пор породи колектору обробити гідрофобізуючими речовинами, то зміниться їх змочуваність і порода набуде водовідштовхувальних властивостей. Тобто фазова проникність для води знижується, а для вуглеводневої фази – збільшується. Таким чином, у пласті вода буде витіснятися вуглеводневими рідинами із дрібних пор у більші, з яких її в подальшому при експлуатації свердловин можна легко видалити [2].

В останні роки з'явилась велика кількість технологій обмеження водопритоку на основі гідрофобізації привибійної зони видобувних свердловин, що призводить до інтенсифікації видобутку вуглеводнів [3–6].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. У нинішній ситуації важливим є упровадження у виробництво різноманітних методів інтенсифікації припливу вуглеводнів. Одним із таких є гідрофобізація ПЗП. Однак, одним із найважливіших елементів використання нових технологій у промислових масштабах, є лабораторні випробування, де остаточно формуються основні вимоги до гідрофобізуючої композиції і умов її застосування, удосконалюються і уточнюються всі елементи технології.

Постановка завдання. Оскільки одним із головних моментів при проведенні обробки привибійної зони видобувних свердловин є адаптація гідрофобізуючої композиції для кожної вибраної свердловини, основне завдання роботи полягало у лабораторних дослідженнях впливу реагенту на керновий матеріал окремого пласта конкретного родовища, запропоновано порядок проведення промислових робіт і технічне забезпечення, необхідне для реалізації технології гідрофобізації. Дано опис методу та проведено аналіз отриманих результатів.

Основний матеріал і результати. Основним критерієм підбору видобувних свердловин для обробки їх привибійної зони гідрофобізуючими композиціями є ознаки зниження чи відсутності припливу конденсату внаслідок проникнення в продуктивні пласти води і формуванні у присвердловинній області зони підвищеної водонасиченості.

Для оцінки впливу на керновий матеріал гідрофобних композицій у ДП “Укрнаукагеоцентр” НАК “Надра України” на установці для дослідження проникності керну в пластових умовах було проведено ряд експериментальних досліджень з виміру абсолютної і відносної фазової проникності конденсату і води при спільній стаціонарній фільтрації в породі, до і після її обробки 1 % розчином ДБФ у конденсаті. Цей реагент вибрано через його доступність, оскільки він випускається у промислових масштабах в Україні і є безпечними з точки зору санітарних норм.

ДБФ – ди-н-бутиловий ефір ортофталевої кислоти ($C_{16}H_{22}O_4$), молекулярна маса – 273,35, густина – 1,045–1,049 г/см^3. ДБФ представляє собою безбарвну маслянисту рідину з температурою кипіння 340 °С і температурою спалахнення не нижче 168 °С. Практично не розчиняється у воді, дуже добре розчиняється в етанолі, ацетоні, бензині, а також в більшості органічних розчинників, у чому числі конденсаті.

Для лабораторних досліджень використовувався керн пісковиків верхньо-кам'яновугільних відкладів продуктивного горизонту гжельського ярусу, який відібрано на одній із свердловин газоконденсатного родовища, що знаходиться в південній прибортовій частині ДДЗ.

Відкрита пористість пісковиків з даного інтервалу складає 9–17 %, а проникність коливається в межах від 10 до $32 \cdot 10^{-15}$ м^2. Породи, які досліджувались, є гідрофільними, у зв'язку з чим їх залишкова водонасиченість досить висока і дорівнює 26 % і вище.

Дослідження впливу композиції хімічного реагенту на фільтраційні властивості керну проводилося на установці з дослідження проникності керну в пластових умовах, яка сконструйована в ДП “Укрнаукагеоцентр” і атестована згідно нормативних вимог. Вона дозволяє виконувати заміри фазової проникності на зразках керну діаметром 30 мм і має можливість стискати зразок з однаковим зусиллям, як в радіальному так і в осьовому напрямку, щоб здійснити на зразок гідростатичне навантаження, яке близьке до природних умов залягання порід, які вивчаються ($P_{обж}$=34 МПа, Т=85 °С).

Методика досліджень змін фільтраційних характеристик порід колекторів, під впливом досліджуваних розчинів, на розробленій установці полягає в наступному:

1. На першому етапі досліджень визначали абсолютну проникність відібраного зразка породи, шляхом прокачування азоту.
2. На наступному етапі імітували водонасичення зразка, для чого через нього фільтрували 5–6 об’ємів пор моделі пластової води.
3. Через водонасичений пластовою водою зразок породи прокачували 5–6 об’єму пор гасу, для витіснення води.
4. Наступним етапом, створювали залишкову насиченість керну вуглеводнями. Для цього, через зразок породи під тиском, подавали пластову воду. Об’єм прокачування становив не менше 5–8 об’ємів порового простору зразка.
5. Потім через зразок керна прокачували мінімум три порові об’єми композиції ДБФ і залишали для реакції на 4 години.
6. Після витримки через зразок прокачували 5–6 об’ємів пор пластової води та гасу. За результатами досліджень розраховували зміну фазової проникності керну.

У результаті проведених досліджень визначено, що фазова проникність для води у пісковиках зменшилась у 2,3 рази, а для конденсату – збільшилась у 1,8 рази.

Як показали дані дослідження, при русі рідини, що містить в собі незмочувальну фазу (воду) і змочувальну (конденсат), ефект гідрофобізації призведе до того, що за рахунок капілярного просочення конденсат заповнить весь діапазон пор в породі, збільшивши тим самим площу фільтрації для змочувальної фази. Збільшені капілярні сили для конденсату при русі незмочувальної фази (води) перешкоджатимуть прориву фронту води від границі гідрофобізованої зони до свердловини.

У разі виникнення водної блокади, яка може виникнути через неодноразові глушіння свердловини, гідрофобізація привибійної зони пласта при гідрофільному колекторі призведе до того, що вода, яка знаходиться там, ставши незмочувальною фазою, легко видалиться потоком конденсату, а конденсат заповнить поровий простір, що звільнився.

Апробація гідрофобізуючої здатності композиції на основі ДБФ проведена у процесі промислової розробки продуктивного горизонту гжельського ярусу на одній із свердловин газоконденсатного родовища, що знаходиться в південній прибортовій частині ДДЗ, фільтраційно-ємкісні властивості керну якої були попередньо досліджені.

Свердловина розкрила продуктивні газоконденсатні поклади в інтервалі глибин 3640-3749 м. Початковий пластовий тиск становив 40,86 МПа, пластова температура – 85,0 °С, тиск початку конденсації – 13,62 МПа. Поточний пластовий тиск на початок досліджень був 13,06 МПа, тобто в пласті вже почалися ретроградні зміни, які, окрім того, супроводжувалися накопиченням води у привибійній зоні пласта.

Суть обробки зводилась до закачування і продавки у ПЗП видобувної свердловини гідрофобізуючої композиції, витримкою її у часі для закріплення на поверхні пористого середовища і наступної продувки свердловини азотом або сухим газом з УКПГ.

Додатковий видобуток газу визначався за різницею між величиною початкового (до проведення обробки) дебіту газу і річним дебітом газу, обрахованим за результатами роботи свердловини після її обробки

гідрофобізуючою композицією. Для оцінки технологічної ефективності обробки будувався графік динаміки показників експлуатації свердловини (рисунку), що виражається графічно у відхиленні лінії фактичного видобутку газу у відношенні до прогнозної лінії видобутку. Сумарний додатковий видобуток газу по свердловині склав 5,12 млн м^3, а загальна тривалість ефекту гідрофібізації тривала 18 місяців. Наведений графік оцінки ефективності проведеної обробки, який представлений на рисунку свідчить про ефективність проведених промислових робіт.

Існує багато технологій обмеження водопритоку та інтенсифікації видобутку газового конденсату за допомогою гідрофобізуючих реагентів. Нами була запропонована наступна схема робіт для обробки свердловин за технологією гідрофобізації:

1. Приготування 1 % розчину ДБФ у конденсаті в бункерах агрегату АЦН-320.
2. Глушіння свердловини через затрубний простір вуглеводневою рідиною (рідина на основі оберненої емульсії, яка містить дисперсійне середовище (дизельне паливо), емульгуючий компонент (розгазована важка асфальто-смолиста нафта) і дисперсну фазу (прісна вода)) [7].
3. Закачування у насосно-компресорні труби за допомогою агрегату АЦН-320 при відкритій затрубній засувці гідрофобної суміші.
4. Продавка розчину гідрофобізатору в ПЗП рідиною глушіння на вуглеводневій основі до башмака НКТ.
5. Закривання затрубної засувки, продовження нагнітання в трубний простір рідини глушіння для того, щоб продавити гідрофобізуючу композицію в пласт.
6. Взаємодія гідрофобізуючої композиції з породою протягом 3–4 години.
7. Освоєння свердловини сухим газом або азотом спочатку на факельний амбар, а потім підключення свердловини до системи збору продукції.

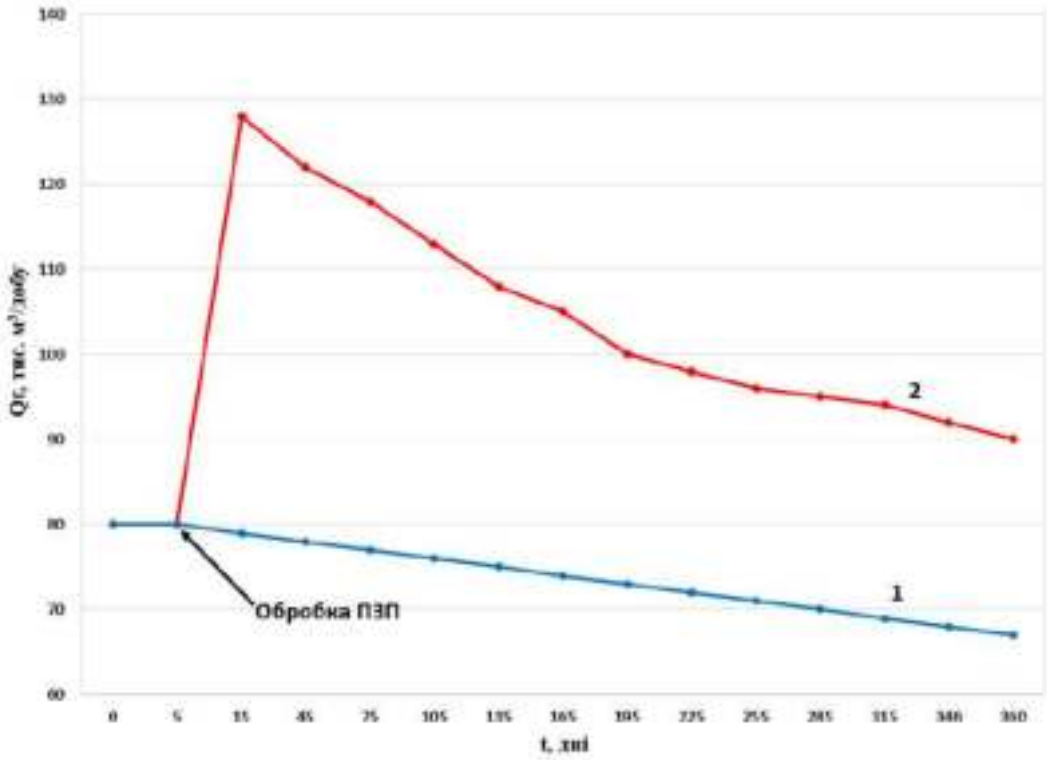


Рисунок. Дебіт свердловини після обробки пласта гідрофобним реагентом (2) і прогнозний видобуток без обробки (1)

Необхідні об’єми і густини рідин глушіння, гідрофобізуючих композицій розраховують виходячи з глибини та інтервалу перфорації, який необхідно обробити, тиску закачки, діаметрів обсадної колони.

Запропонована нами промислова технологія обробки ПЗП гідрофобізуючою вуглеводневою композицією на основі ДБФ, яка відповідає вимогам техніки безпеки та охорони надр і навколишнього середовища, є ефективною та економічно доцільною.

Висновки. Лабораторними та промисловими дослідженнями, включаючи ті які проведені в ДП “Укрнаукагеоцентр”, підтверджено ефективність застосування гідрофобізуючих композицій на основі конденсату для обробки продуктивних конденсатогазових пластів з метою зменшення фільтрації води та збільшення фазової проникності пісковиків для конденсату, що, в свою чергу, подовжує час експлуатації свердловин і сприяє збільшенню їх продуктивності. Економічний ефект від проведення таких обробок може

сягати 50–100 млн грн. Базуючись на практичному досвіді з проведення таких робіт, доведено доцільність та необхідність попереднього експериментального дослідження оцінки впливу гідрофобізуючих композицій на фільтраційно-ємнісні властивості порід-колекторів на установці з дослідження проникності керну в пластових умовах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Геологічний звіт по темі “Класифікація колекторів родовищ України”. – Полтава: УкрДГРІ, 1996.
2. *Газизов А. Ш.* Гидрофобизация пород ПЗП как метод увеличения дебитов скважин и уменьшения обводненности добываемой жидкости/А. Ш. Газизов, Р. Г. Ханнанов, А. А. Газизов//Электронный научный журнал “Нефтегазовое дело”. – Уфа: УГНТУ, 2005. – Вып. 1. – С. 20–22.
3. *Старковский А. В*. Гидрофобизация призабойной зоны пласта как метод повышения нефтеотдачи/А. В. Старковский, Т. С. Рогова//Нефтяное хозяйство.– 2003. – Вып. 12. – С. 36–38.
4. *Петров И. А.* Комплексный подход к обработке призабойной зоны пласта как способ интенсификации добычи/И. А. Петров, М. А. Азаматов, П. М. Дрофа//Георесурсы. – Казань: КФУ, 2014. – Вып. 1 (33). – С. 7–10.
5. *Зезекало І. Г.* Хіміко-технологічні проблеми підвищення надійності видобування вуглеводнів шляхом застосування аміаку і його похідних :дисертація на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук/І. Г. Зезекало. – Київ, 1996. – С. 272–276.
6. *Дивоняк Ю. І.* Гідрофобізація порового простору порід-колекторів – один із методів підвищення продуктивності свердловин/Ю. І. Дивоняк, І. Г. Зезекало, О. О. Іванків//Зб. наук. праць. – Київ: УкрДГРІ, 2009. – № 3–4. – С. 142–147.
7. Пат. 2152972 Российская Федерация. Состав и способ приготовления жидкости для глушения скважин/Позднышев Г. Н., Манырин В. Н., Досов А. Н., Манырин В. Н., Савельев А. Г.

УДК [561:581.33]:551.791(477)

АНАЛОГИ ГЕЛАЗІЮ В КОНТИНЕНТАЛЬНОМУ ВЕРХНЬОКАЙНОЗОЙСЬКОМУ РОЗРІЗІ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ НИЖНЬОЇ ГРАНИЦІ КВАРТЕРА

О. А. Сіренко[1]

1 – д-р геол. наук, старший науковий співробітник, Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, o_sirenko@ukr.net

Розглянуто актуальне питання сучасного етапу досліджень четвертинних відкладів стосовно пониження границі квартера в міжнародній стратиграфічній шкалі (МСШ) і наведено палінологічні та палеопедологічні матеріали до характеристики сіверського й берегівського горизонтів континентального розрізу України, що корелюються з гелазькою МСШ. Унесено пропозиції до вирішення питання стосовно проведення границі неоген-квартер у загальній стратиграфічній шкалі України.

ANALOGUES OF GELASIAN IN THE CONTINENTAL UPPER CENOZOIC SECTION OF UKRAINE IN THE CONTEXT OF SOLVING THE PROBLEM OF THE LOWER BOUNDARY OF THE QUATERNARY

O. Sirenko[1]

1 – doctor of geological sciences, senior scientist, Institute of Geological Sciences, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, o_sirenko@ukr.net

The topical issue of the current stage of Quaternary sediments research is considered of the lowering of the border of the Quarter in the International Stratigraphic Scale (ISS). Palynological and paleopedological materials are presented to characterize the Siversky and Beregovoe horizons of the continental section of Ukraine that are correlated with the Gelasian (ISS). Proposals have been made to resolve the issue of the Neogene-Quarter boundary in the General stratigraphic scale of Ukraine.

До комплекту Держгеолкарти-200 в якості обов'язкового компоненту включена геологічна карта четвертинних відкладів, тому важливим завданням сучасного етапу досліджень є створення регіональних та місцевих стратиграфічних схем нового покоління з урахуванням змін у Міжнародній стратиграфічній шкалі (МСШ) неогену та квартера. Згідно з рішенням Міжнародного союзу геологічних наук від 2009 р. нижня границя квартера в МСШ понижена до рівня 2,58 млн років. Не дивлячись на те, що до стратиграфічних схем четвертинних відкладів суміжних з Україною регіонів Білорусі та Росії внесено відповідні зміни стосовно пониження границі квартера, дискусії відносно правомірності цього питання не припиняються до сих пір. Деякі російські дослідники вважають, що при стратиграфічному розчленуванні та картуванні четвертинних відкладів на території Росії пониження границі квартера до рівня 2,58 млн років повністю обґрунтовано [1] і зазначений рівень є важливим клімато-біомагнітостратиграфічним та тектонічним рубежем і важливим критерієм для міжрегіональних кореляцій, такої ж думки дотримуються і білоруські дослідники [2]. Інші фахівці [8] за результатами детального аналізу всіх позитивних та негативних аспектів рішення НСК Росії стосовно пониження нижньої границі квартера у Російській загальній стратиграфічній шкалі, дійшли висновку про передчасність такого рішення. У стратиграфічних схемах четвертинних відкладів України 1993 р. та Схемі четвертинних відкладів, представлений у Стратиграфічному кодексі України [7] поки границя квартера прийнята на рівні 1,8 млн років. У доповіді будуть детально розглянуті стратиграфічні схеми четвертинних відкладів України, Білорусі та Росії у контексті вирішення питання про пониження границі квартера.

У зв'язку з зазначеними аспектами першочерговим завданням сучасного етапу вивчення четвертинних відкладів України є комплексні дослідження порід, які сформувались на протязі 2,58–1,8 млн років (гелазький ярус МСШ). Актуальність досліджень відкладів зазначеного інтервалу зумовлена також тим, що саме наприкінці пізнього пліоцену та на початку раннього плейстоцену (2,58–1,8 млн років) закладалось коріння сучасної рослинності, формувались обриси сучасних рослинних зон, а також обриси сучасного рельєфу і в цілому ландшафтів.

Одним з провідних серед біостратиграфічних методів при вивченні різнофаціальних верхньокайнозойських відкладів України є спорово-пилковий аналіз, що дозволяє не тільки уточнювати стратиграфічне розчленування та кореляцію різнофаціальних порід, але і виконувати палеогеографічні реконструкції, у тому числі відтворювати динаміку рослинності та показники палеоклімату.

Відклади, корелятні гелазьким в Україні, простежені у межах практично всіх тектонічних структур: Українського щита (УЩ), Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), Донецької складчастої споруди, Причорноморської западини, Волино-Подільської плити. У більшій частині зазначених регіонів представлені континентальні субаеральні відклади сіверського та берегівського горизонтів і лише в південних районах (Причорноморська западина, південні схили УЩ) фрагментарно розвинуті лагунно-морські відклади куяльницького регіоярусу. Породи інтервалу, що розглядається простежуються як у відслоненнях, так і у свердловинах.

Результати палеомагнітних досліджень сіверських порід ДДЗ [6], отримані Л. І. Вигилянською та О. Н. Третяком свідчать про те, що за магнітною характеристикою вони вже відносяться до ортозони Матуяма та намагнічені від'ємно. Подібні магнітні характеристики мають і породи середньої та верхньої частин розрізу куяльницьких відкладів Приазов'я [3].

Матеріалом представленого повідомлення слугували результати детальних палінологічних та палеопедологічних досліджень сіверських і берегівських відкладів та перекриваючих їх порід березанського кліматоліту еоплейстоцену Донецької складчастої споруди, південної та центральної частин УЩ і ДДЗ [4, 5].

Наводимо стислу літологічну та палінологічну характеристики вивчених відкладів.

У повних розрізах сіверський горизонт представлений глинами палево-бурими, палево-світлокоричневими, коричневато-палевими, карбонатними гідрослюдисто-монтморилонітового складу, потужністю 0,2–2,5 м (нижня частина розрізу); грунтами буроколірними, бурувато-коричневими, гідрослюдисто-монтморилонітового складу без чітко вираженої структури, загальною потужністю 0,5–4,5 м (середня частина розрізу); глинами та важкими суглинками коричнево-бурими, карбонатними, у розрізах Донбасу часто з гіпсом, гідрослюдистого складу, потужністю 0,4–1,6 м (верхня частина розрізу). У найбільш повних розрізах Донбасу у складі сіверського горизонту зафіксовано до п'яти ґрунтів. Варто зазначити, що така будова сіверського горизонту простежується лише в найбільш повних розрізах. У деяких розрізах (переважно в межах УЩ) відмічені лише сіверські глини, або глини і один ґрунт. У ряді розрізів ДДЗ сіверські глини редуковані, а середньосіверські ґрунти залягають на ґрунтах богданівського педокомплексу, що значно ускладнює стратиграфічне розчленування описаних порід.

Спорово-пилковий комплекс (СПК) сіверського горизонту відрізняється таксономічною різноманітністю пилку трав'янистих рослин і постійною присутністю у складі спектрів пилку водних та прибережно-водних рослин. Установлено три підкомплекси. *Перший і третій* характеризують глини нижньої та верхньої частин горизонту. В їх складі, у залежності від геоморфологічних умов розташування розрізів, домінує або пилок *Pinus* sp. sect. *Eupitys* Spach., або – пилкові зерна трав'янистих рослин. Відрізняється збідненим таксономічним складом пилку листяних, особливо широколистяних порід та відсутністю пилкових зерен термофільних рослин. *Другий* – відповідає грунтам, які часто зустрічаються у середній частині горизонту, лісового або лісостепового типу. Порівняно до першого та третього, у його складі значно зростає роль та таксономічне різноманіття пилку, широколистяних і термофільних рослин: *Quercus* spp., *Carpinus* cf. *betulus* L., *Ostrya* cf. *carpinofolia* Scop., *Tilia* cf. *cordata* Mill., *Juglans* cf. *cinerea* L., зрідка *Fagus* sp. та *Pterocarya* sp. Слід зазначити, що спектри з верхніх грунтів відрізняються найбільш різноманітним таксономічним складом пилку всіх груп рослин не тільки порівняно до першого підкомплексу, але і до спектрів богданівського СПК.

За палінологічними даними сіверський горизонт континентального пліоценового розрізу ДДЗ, УЩ і Донбасу корелюється з середньою та верхньою частинами розрізу куяльницьких відкладів Приазов'я.

Берегівський педогоризонт складається з трьох грунтів (раннього і пізнього оптимумів та заключної стадії педогенезу) темно-коричневих, коричневих та бурувато-коричневих, на знижених елементах рельєфу – з чітким сіруватим відтінком, на підвищених – з червонуватим відтінком, грунти мають призмовидно-горіхувату структуру, з одним або двома малопотужними прошарками палево-бурих глин, що розділяють окремі грунти педогоризонту, гідрослюдистого складу, загальна потужність − 0,9–3,7 м.

Характерною особливістю СПК берегівського педогоризонту є високий процент вмісту пилку листяних порід (5,6–16,1 %), а серед цієї групи – пилку теплолюбних та вологолюбних рослин, а також значне їх видове різноманіття. Частіше за все зустрічається пилок *Alnus* spp., *Betula* spp., *Quercus* spp., *Fagus* spp., *Tilia* cf. *cordata* Mill., *Tilia* cf. *platyphyllos* Scop., *Tilia* sp., *Ulmus* cf. *laevis* Pall., *Ulmus* sp., *Carpinus* cf. *betulus* L., *Corylus* sp. З термофільних рослин домінують пилкові зерна *Juglans* spp. та Moraceae, зрідка відмічені *Nyssa* sp., *Rhus* sp., *Pterocarya* sp., Araliaceae (більш характерні для відкладів Донбасу). Пилок хвойних належить переважно *Pinus* sp. *sect. Eupitus* Spach., з невеликим умістом *Pinus* sp. subg. *Haploxylon* (1,2–3,5 %). Особливістю комплексу є також помітне різноманіття пилку різнотрав'я та присутність пилкових зерен прибережно-водних рослин. У складі комплексу встановлено три підкомплекси. *Перший* − характеризує самий нижній грунт педогоризонту і відзначається незначним переважанням у його складі пилку деревних рослин, присутністю пилку *Picea* spp., найбільш високим умістом спор (Polypodiaceae, *Sphagnum* sp., *Lycopodium* sp.). У складі *другого* підкомплексу, який відповідає середньому ґрунту педогоризонту, дещо переважає пилок трав'янистих рослин (50,4–57,1 %). Характерною його рисою є найбільший уміст пилку широколистяних і теплолюбних рослин (4,0–7,0 %). *Третій* підкомплекс характеризує верхній ґрунт педогоризонту і відрізняється дещо збідненим таксономічним складом пилку, особливо з групи термофільних та широколистяних порід, зменшенням ролі спорових.

До теперішнього часу аналогів описаного СПК, серед комплексів з лагунно-морських відкладів не було встановлено. З великою часткою обережності, берегівський комплекс можливо зіставити з встановленим автором вперше для території України СПК [5], що характеризує породи самої верхньої частини розрізу лиманно-морських куяльницьких відкладів Причорноморської западини (розріз біля с. Крижанівка Одеської обл.). Комплекси, що порівнюються об'єднує високий відсотковий уміст пилку термофільних рослин, різноманітність таксономічного складу пилку листяних рослин та присутність пилкових зерен *Fagus* spp., характерних для берегівського СПК.

Таким чином, всі наведені матеріали свідчать про те, що кожний описаний СПК з порід, аналогів гелазію має свої характерні особливості та відрізняється один від одного за екологічною структурою.

Аналіз палінологічних матеріалів свідчить проте, що на рівні 2,58 млн років (ранньосіверський час) у межах території України зафіксовано рівень помітного збіднення рослинності, а у південних районах – зміни лісостепового ландшафту степовим. Але ці зміни зумовлені передусім посиленням аридизації клімату (на півдні регіону) та відносним похолоданням, яке не було довготривалим та не призвело у подальшому до зникнення термофільних елементів, які знову з'явились у складі рослинних угруповань середньосіверського (середньокуяльницького часу), а пізніше берегівського часу та за різноманітністю широколистяних та термофільних рослин часто перевищували лісові угруповання богданівського (ранньокуяльницького часу). Зміни ж таксономічного складу флор та значне їх збіднення за рахунок американо-східно-азійських та східно-азійських родів відповідають рівню 1,8 млн років (березанський час) та найбільш яскраво проявились у південних та південно-східних регіонах України. Проте зазначимо, що за палеопедологічними даними берегівський педогоризонт складається з трьох ґрунтів, що вже характерно для плейстоценових педокомплексів, натомість усі педогоризонти пліоцену у повних розрізах включають до шести викопних ґрунтів. Тому, на нашу думку, було б правомірно не приєднувати відклади, корелятні гелазьким до еоплейстоцену, або не включати їх до нижнього плейстоцену, як це зроблено в Білорусі [2], а підтримати пропозицію російських дослідників [9] стосовно внесення до Загальної стратиграфічної шкали підвідділу палеоплейстоцен, що відповідає гелазію МСШ.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Борисов Б. А.* Об изменении уровня нижней границы четвертичной системы и уточнении возраста границ ее основных подразделений//Региональная геология и металлогения. – 2010. – № 41. – С. 26–28.
2. *Санько А. Ф.* Концепция общей стратиграфической шкалы четвертичной системы Беларуси в связи с изменением нижней границы плейстоцена//Вестник БГУ. Серия 2, Химия. Биология. География. − 2016. – № 1. – С. 56–62.
3. *Семененко В. Н.* Стратиграфическая корреляция верхнего миоцена-плиоцена Восточного Паратетиса и Тетиса. – К.: Наукова думка, 1987. – 232 с.
4. *Сиренко Е. А.* Континентальные верхнемиоценовые-плиоценовые отложения Северной Украины//Геологія та рудоносність України. – Т. 2. – Вип. 1. – С. 107–126.
5. *Сиренко Е. А.* Палиностратиграфия континентальных верхнеплиоценовых-нижненеоплейстоценовых отложений южной части Восточно-Европейской платформы. – К: Наукова думка, 2017. − 167 с.
6. *Сиренко Н. А., Возгрин Б. Д., Третяк А. Н., Вигилянская Л. И., Сиренко Е. А.* Палеопедологическое, детальное литолого-стратиграфическое расчленение разрезов верхнекайнозойских отложений и корреляция их по площади крупномасштабной геологической съемки на междуречье Ворсклы и Северского Донца (листы: М-86-95, 108-Б, М-37-96-В, 97-А): Отчет ин-та географии АН Украины. – К:, 1993. Сиренко Н. А., Возгрин Б. Д., Третяк А. Н., Вигилянская Л. И., Сиренко Е. А. – 200 с.
7. Стратиграфічний кодекс України/П. Ф. Гожик – відп. редактор. – К.: Національний стратиграфічний комітет України, 2012. – 66 с.
8. *Тесаков А. С.* Четвертичная система – проблема нижней границы и выделения ярусных подразделений//Стратиграфия в начале XXI века – тенденции и новые идеи. – Москва: ГЕОС, 2013. – С. 21–25.
9. *Тесаков А. С., Шик С. М., Величко А. А., Гладенков Ю. Б., Лаврушин Ю. А., Янина Т. А.* Предложения по структуре четвертичной системы Общей стратиграфической шкалы России//Стратиграфические и палеогеографические проблемы неогена и квартера России (новые материалы и методы). М-лы Всероссийского научного совещания. Москва, 3–4 апреля 2014 г. – Москва: ГЕОС, 2015. – С. 54–56.

УДК 553::332.12(477)

КОНСАЛТИНГ – АКТУАЛЬНИЙ НАПРЯМ СПІВПРАЦІ З НАДРОКОРИСТУВАЧАМИ

Ж. Б. Тимофеєва[1], Ю. М. Веклич[2]
1 – ТОВ "Геопроф", Київ, Україна, zhdanchik_1345@ukr.net 2 – старший науковий співробітник, УкрДГРІ, Київ, Україна, veklych_um@ukr.net
У статті розглянутоі аспекти правового, наукового та загальноконсультативного супроводу надрокористування, звернуто особливу увагу на важливість співпраці з органами самоврядування та самоуправління різних рівнів.

CONSULTING – THE ACTUAL DIRECTION OF COOPERATION WITH SUBSOIL USERS

Zh. Tymofeieva[1], Yu.Veklych[2],
1 – Limited liability company (LTD "Geoprofi"), Kyiv, Ukraine, zhdanchik_1345@ukr.net, 2 – Ukrainian State Geological Research Institute (UkrSGRI), Kyiv, Ukraine, veklych_um@ukr.net
The paper deals with the aspects of legal, scientific and general advisory maintenance of subsoil use, special attention is paid to the importance of cooperation with the authorities and self-government.

Обговорення історії та подальших перспектив правового, наукового q загальноконсультативного супроводу надрокористування в Україні дало змогу виявити деякі позитивні напрями з цієї проблематики. Практичний досвід авторів зі взаємодії з надрокористувачами (зокрема, виконання робіт з моніторингу та наукового супроводження надрокористування (МНСН), геологічної експертизи для підготовки висновків на продовження терміну дії спеціальних дозволів, робіт з повторної геолого-економічної оцінки родовищ корисних копалин, а також консультування надрокористувачів з питань інших напрямів підвищення ефективності підприємств) засвідчив загалом позитивне ставлення щодо доцільності МНСН, щоправда, за умови добровільних засад такої співпраці.

У більшості розвинених країн подібна до МНСН діяльність досить поширена, зокрема як різнов консалтингу (англ. consulting) – діяльність з консультування керівництва підприємств з широкого кола питань у сфері фінансової, комерційної, юридичної, технологічної, технічної, експертної діяльності. Консалтинг є надзвичайно поширеною та популярною формою діяльності у світовій соціально-економічній сфері, яка надає змогу суттєво підвищувати економічну ефективність надрокористувачів різної форми власності. По суті, МНСН можна до певної міри розглядати як одну з форм консалтингу – супроводження надрокористувачів з для підвищення їхньої ефективності у сфері надрокористування.

Відповідно до Положення про проведення моніторингу та наукового супроводження надрокористування [1] передбачався загалом важливий для надрокористувача спектр робіт і послуг, а саме: системне спостереження за геологічним вивченням або розробкою родовища, пропозиції щодо ефективного та правильного виконання користувачем надр умов спеціального дозволу та угоди про умови користування надрами, оцінка стану, моделювання та прогнозування змін геологічного й навколишнього природного середовища, консультативно-методичне забезпечення всіх етапів, стадій і видів робіт, передбачених Програмою робіт, розробка науково обґрунтованих рекомендацій щодо їхньої оптимізації та надання допомоги в дотриманні вимог законодавчих і нормативно-правових актів, методичних рекомендацій, інструкцій, стандартів, технічних регламентів, інших загальнодержавних та галузевих нормативних документів тощо.

Здавалося б, такий супровід мав би бути корисним для Надрокористувача, проте примусовий характер упровадження таких робіт звів нанівець його позитивні наміри. Окремі перспективи супроводження надрокористувачів у тому чи іншому ракурсі розглянуто на минулих галузевих форумах ("Геомоніторинг 2014", "Геофорум-2016" та ін., зокрема [2, 3]), а досвід такої сфери діяльності в інших країнах підтверджує неминучість подальшого розвитку цієї сфери діяльності і в Україні.

За результатами аналізу виробничо-структурно-соціальних аспектів аналогічних робіт у різних країнах з'ясовано, що лише в державних установах геологічної сфери від 30 % до 75 % їхнього фінансування надходить внаслідок виконання замовлень підприємств та установ недержавного сектору. У приватних же консалтингових підприємствах відсоток недержавних замовлень може сягати 100 %. При цьому важливо, що чимала частина таких коштів до підприємств обох форм підпорядкування надходить і від недержавних органів місцевого самоврядування та самоуправління різних рівнів. Спектр робіт і послуг з консалтингу та виробничого й наукового супроводження "геологічного змісту" таких установ і підприємств, окрім звичних для України напрямів (нормативно-правового супроводження, дослідження геологічного, екологічного тощо змісту), охоплює найрізноманітніші напрями виробничого, соціального та іншого спрямування. Очевидно, що саме такий напрям розвитку у сфері супроводу надрокористування має стати орієнтиром для дальшого формування взаємовідносин між різними учасниками сфери надрокористування.

Останні роки в Україні спостерігається невпинне зростання соціального значення органів місцевого самоврядування та самоуправління, до сфери впливу яких належить не тільки надрокористування, але й безліч

інших складників соціуму. Зростання ролі цих органів у суспільстві, зокрема і в галузі надрокористування, зумовило потребу розширення спектра послуг у сфері супроводження надрокористування.

Досвід спілкування з надрокористувачами з одного боку, а також керівниками та активістами місцевого самоврядування й самоуправління та керівниками місцевої влади з іншого, запевняє в наявності зацікавленості в наданні послуг та супроводження найрізноманітнішого змісту – від добре відомих нормативно-правового та геологічного змісту до таких, певним чином, дотичних до геологічної галузі соціальних напрямів, як туристичний, музейний, рекреаційний, освітній тощо. Звісно, така сфера діяльності потребує залучення для втілення таких різнобічних напрямів фахівців найвищої кваліфікації, реорганізації виробничих взаємовідносин (переходу до "командного" типу керування), впровадження три- та багатосторонніх форм взаємодії (наприклад, між суб'єктами "консультативне підприємство" – "надрокористувач" – "орган місцевого самоврядування"– ...) тощо.

Висновки. Формування в Україні нових форм соціальних відносин у сфері господарювання та надрокористування завдяки зростанню ролі органів місцевого керування та самоврядування зумовило потребу в нових формах три- та багатосторонніх соціально-економічних взаємовигідних відносин між надрокористувачами, органами місцевого керування і самоврядування, консультативними підприємствами, науковими установами, фахівцями окремих наукових напрямів тощо. Звичайно, ефективне втілення в життя таких форм взаємодії може відбуватися лише на взаємовигідних засадах всіх суб'єктів у сфері надрокористування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Наказ "Про затвердження Положення про проведення моніторингу та наукового супроводження надрокористування" від 11.03.2013 № 96. – http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0500-13#n13.
2. *Веклич Ю. М.* Перспективи моніторингу та наукового супроводу надрокористування в Україні//Тези доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції "Актуальні питання моніторингу і наукового супроводження надрокористування та геологічної експертизи "Геомоніторинг-2014", 7–13 вересня 2014 р. Одеса. С. 22–24. http://geonews.com.ua/userfiles/files/veklych_2014.pdf
3. *Рудько Г. І., Гошовський С. В., Голуб П. С., Хоменко С. А., Нецький О. В., Бухтіяров С. М., Сімаченко Г. В.* Наукове супроводження геологічних об'єктів з метою оптимізації використання ресурсів надр (моніторинг надрокористування)/за ред. Г. І. Рудька. – Чернівці, 2015. – 592 с. http://elar.nung.edu.ua/handle/123456789/5129

УДК 550

ТИПИ ГЕОЛОГІЧНИХ ГРАНИЦЬ: ПРИНЦИПИ, КРИТЕРІЇ Й ОЗНАКИ КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ЇХНІЙ ГЕОТУРИСТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ

Я. М. Тузяк, канд. геол. наук, Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна, yarynatuzyak@gmail.com

На підставі аналізу сучасних концепцій і наукових підходів у галузі стратиграфії (геології) запропоновано модель класифікації геологічних границь – хроностратиграфічні, стратиграфічні і фізичні. Уперше розглянуто принципи, критерії й ознаки визначення їхніх типів. До головних принципів належать: зміна складу та умов утворення субстрату, характер контактів, зміна евстатичного рівня Світового океану, поширення по площі і у розрізах, характер конфігурації границь, етапи формування. Головними критеріями є: речовинно-генетичний, структурно-тектонічний, евстатичний, просторово-часовий, геометрія і стадійність границь. Головні ознаки охоплюють: літолого-седиментологічні, генетичні, характер залягання (згідне, незгідне), трансгресивність чи регресивність границь, часовий (хроностратиграфічні, біостратиграфічні, ізохронні, діахронні) та просторовий (глобальні (ТГСГ/GSSP), регіональні (маркувальні горизонти), локальні) аспекти, прості, складні (комбіновані), одностадійні, багатостадійні. З'ясований геотуристичний потенціал геологічних границь. Обґрунтовано їхнє наукове, прикладне і культурно-освітнє значення.

TYPES OF GEOLOGICAL BOUNDARIES: PRINCIPLES, CRITERIA AND SIGNS OF CLASSIFICATION AND THEIR GEOTOURIST POTENTIAL

Ya. M. Tuzyak, PhD, Ivan Franko National University of Lviv, Faculty of Geology, Hrushevskogo Str. 4, 79005 Lviv, Ukraine, yarynatuzyak@gmail.com

On the basis of the analysis of modern concepts and scientific approaches in the field of a stratigraphy (geology) the model of classification of geological boundaries – hronostratigraphical, stratigraphical and physical is offered. The principles, criteria and signs of definition of their types are for the first time considered. The main principles are change of structure and formation conditions of substratum, the contacts nature, change of eustatic global sea level, distribution on the area and in cuts, character of boundaries configuration, formation stages. The main criteria are material and genetic, structural and tectonic, eustatic, scope and age, geometry and staging of boundaries. The main signs are litho-sedimentological, genetic, the bedding nature (concordant, discordant), transgression or regression of boundaries, age (hronostratigraphical, biostratigraphical, synchronous, diakhronous) and scope (global (GSSP), regional (the marking horizons), local) aspects, simple, difficult (combined), single-stage, multistage. Geotourist potential of geological borders is determined. Their scientific, applied and cultural and educational value is proved.

Вступ. На сучасному етапі внаслідок накопичення нового фактичного матеріалу, систематизації зібраного і його переінтерпретації на новій стратиграфічній основі, розвитку нових наукових напрямів і підходів [12, 13] (зокрема, концепцій "золотих цвяхів", секвенс стратиграфії, системного підходу під час виділення й оконтурення складно побудованих системних геологічних тіл різного ієрархічного рівня підпорядкування, геотуризму та ін.), а також уточнення понятійно-термінологічного апарату й теоретично-методичних засад стратиграфії не менш важливою є проблема виділення, обґрунтування й класифікації геологічних границь. Насамперед це зумовлено надійністю й детальністю геологічних побудов і презентацією в геотуристичному аспекті. Сьогодні внаслідок активного розвитку геотуризму в Україні серед "спектра" геологічних пам'яток природи [3] найменш представленими є геологічні границі. Вони заслуговують уваги, оскільки відображають природні процеси і явища (космічні (імпактні), тектонічні, евстатичні, біотичні та ін.) різного рівня, які зафіксовані в осадовому чохлі літосфери, а їхня популяризація сприятиме не лише розвитку світогляду громадськості, але й економічному розвитку та екологічному збереженню території.

Отже, виділення й обґрунтування типів геологічних границь має наукове, прикладне та культурно-освітнє значення. Наукове полягає у виявленні і фіксуванні природних подій глобальних, регіональних, локальних змін, відображених в осадовому чохлі земної кори, різними геологічними методами та з'ясуванні їхнього походження. Прикладне – використовує ці події під час геологічного картування й удосконалення та оновлення МХСШ (ЗХСШ), побудови моделей осадових басейнів, створення електронних баз даних. Культурно-освітнє – сприяє розвитку світогляду громадськості та збереженню національної геологічної спадщини для наступних поколінь, а також для подальшого комплексного дослідження із залученням різних методів та методик.

Мета статті полягала у вивченні природи походження різних типів геологічних границь, виділенні й обґрунтуванні ознак їхньої ідентифікації, визначенні критеріїв і принципів для розробки моделі класифікації та з'ясуванні значення їхнього геотуристичного потенціалу.

Для досягнення поставленої *мети* були вирішені такі *завдання*:

1. Ревізія вітчизняної і зарубіжної наукової, нормативно-правової і довідкової літератури із зазначеної проблеми.
2. З'ясування наукового, прикладного й культурно-освітнього значення геологічних границь.
3. Уточнення визначення поняття "геологічна границя".

4. Обґрунтування потреби класифікації геологічних границь.
5. Аналіз концепцій і наукових підходів щодо створення моделі класифікації геологічних границь.
6. Виділення ознак ідентифікації й визначення критеріїв і принципів класифікації.
7. З'ясування геотуристичного потенціалу геологічних границь.

Результати досліджень. Огляд вітчизняних і закордонних геологічних (стратиграфічних) літературних джерел [1, 2, 8, 12, 13], зокрема нормативно-правових і довідкових видань (СКУ, 2012 [6]; МСК [11]; МСС, 2002 [5]) не виявив єдиних уявлень дослідників щодо принципів класифікації геологічних границь. У більшості праць наведено визначення геологічної (стратиграфічної) границі і лише окремі містять термінологічні поняття, які характеризують геологічні границі з позицій різних підходів. Наприклад, одні їх поділяють на седиментаційні, денудаційні, диз'юнктивні [2]; інші – на літолого-стратиграфічні, диз'юнктивні, ін'єктивні [8]. У навчально-методичному посібнику "Стратиграфія" [4] зазначено про стратиграфічні й фаціальні межі та наведено їхні визначення. У СКУ [6] наведено визначення "ТГСГ/GSSP", "границі стратиграфічного підрозділу", "датованого рівня" та порядок і вимоги щодо опису лімітотипу. Подібне трапляється і в закордонних виданнях [5, 11], за винятком тих, що стосуються концепції секвенс стратиграфії [12, 13].

Відповідно до сучасних наукових тенденцій розвитку стратиграфії (геології) та зазначених наукових концепцій і підходів сьогодні геологічні границі можна розглядати з трьох позицій – хроностратиграфічні, стратиграфічні й фізичні (рис. 1). Хроностратиграфічні – це поверхні (точки), які розділяють хроностратони глобального рівня і відповідають критеріям МХСШ, а саме: встановленню та обґрунтуванню ТГСГ/GSSP [13]. Стратиграфічні – поверхні, що обмежують геологічні тіла/стратони, виділені різними стратиграфічними методами на регіональному і місцевому рівнях. Фізичні – поверхні складної конфігурації, які обмежують геологічні тіла різного ієрархічного підпорядкування – фацій, формацій, секвенсів тощо.

У фаховій геологічній літературі є безліч визначень терміна "геологічна (стратиграфічна) границя" та його трактувань [2, 8 та ін.], в які дослідники вкладають різний зміст і поняття, що також зумовило різні погляди на їхню класифікацію. Ми намагалися синтезувати знання про геологічні (стратиграфічні) границі і запропонувати власне тлумачення поняття "геологічна границя" створивши модель їхньої класифікації.

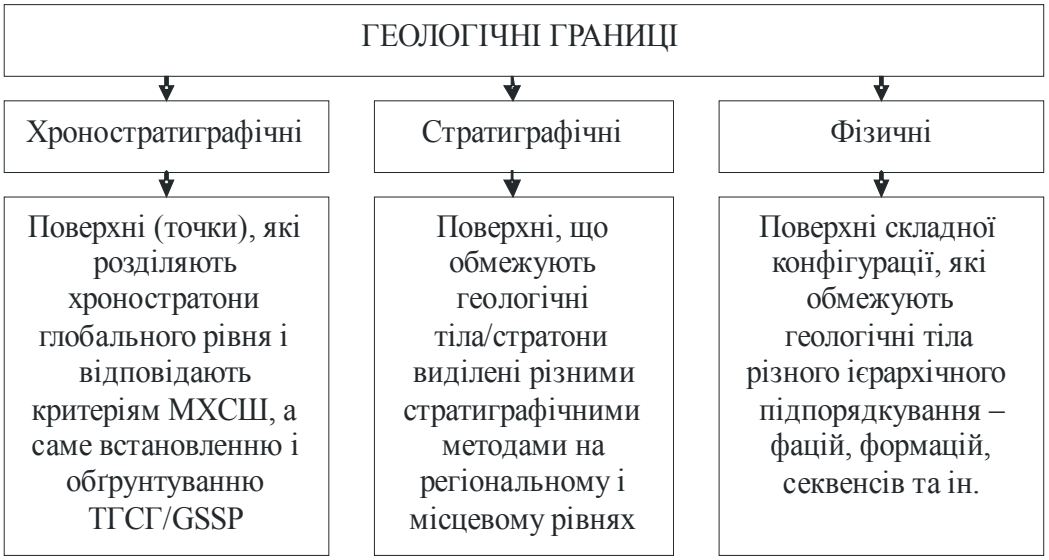


Рис. 1. Типи геологічних границь з позиції концепцій "золотих цвяхів", секвенс стратиграфії, системного підходу

На нашу думку, геологічна границя – це будь-яка поверхня (лінія, точка), яка на примежових ділянках розділяє субстратну речовину різного віку та походження (генезису) – фізичного, хімічного, біохімічного, біотичного, або границя, яку визначають за зміною властивостей геологічної речовини (субстрату), і представлятиме геологічну границю. Такі границі зумовлені природним розподілом речовини в просторі та часі і їхнє існування не залежить від наших побудов:

З огляду на низку принципів, критеріїв та ознак геологічні границі можуть бути класифіковані за такою схемою (рис. 2):

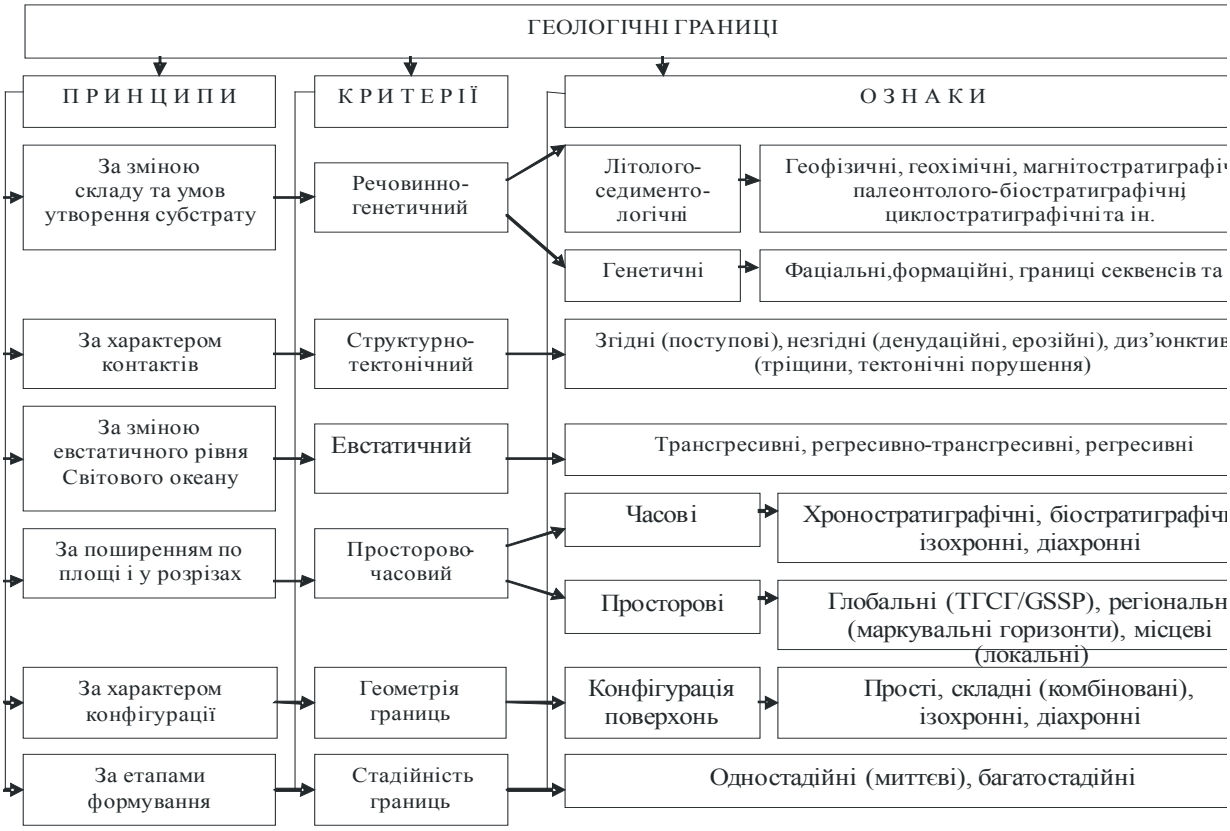


Рис. 2. Модель класифікації геологічних границь

1) за зміною складу та умов утворення субстрату – речовинно-генетичний критерій – літолого-седиментологічні ознаки (за різними методами можуть бути геофізичні, геохімічні, магнітостратиграфічні, палеонтолого-біостратиграфічні, циклостратиграфічні та ін.), за генетичними ознаками – фаціальні, формаційні, границі секвенсів та ін.;

2) за характером контактів – структурно-тектонічний критерій – згідні (поступові), незгідні (денудаційні, ерозійні), диз'юнктивні (тріщини, тектонічні порушення);

3) за зміною евстатичного рівня Світового океану – трансгресивні, регресивні, регресивно-трансгресивні (комбіновані);

4) за характером поширення по площі і в розрізах – просторово-часовий критерій – хроностратиграфічні, біостратиграфічні, ізохронні (синхронні), діахронні (часова ознака), глобальні (ТГСГ/GSSP) [3, 9, 10], регіональні (маркувальні горизонти) [3], місцеві (локальні) [3] (просторова ознака);

5) за характером конфігурації – критерій геометрії границь – прості, складні (комбіновані), ізохронні, діахронні (для оконтурення геологічних тіл різного ієрархічного рівня підпорядкування);

6) за етапами утворення – критерій стадійності – одностадійні (миттєві), багатостадійні.

Крім того, одна й та сама геологічна границя може бути ідентифікована за декількома видами критеріїв або межі виділені за різними критеріями можуть не збігатися. На місцевості геологічні (стратиграфічні) межі характеризуються ознаками, які дають змогу діагностувати їхню природу, зокрема згідне (поступове) залягання, перерви в осадонакопиченні, визначати відносний геологічний вік порід, структурно-тектонічний тип межі тощо.

Висновки. 1. Запропоновано модель класифікації геологічних границь. Відповідно до сучасних наукових тенденцій розвитку стратиграфії (геології) геологічні границі поділяють на хроностратиграфічні, стратиграфічні, фізичні.

2. Класифікаційна модель ґрунтується на комплексуванні принципів, критеріїв і ознак, що покладені в основу виділення типів геологічних границь.

3. Уточнено наукове визначення терміна "геологічна границя".

4. Визначені наукове, прикладне і культурно-освітнє значення геологічних границь.

5. З'ясований геотуристичний потенціал геологічних границь. З огляду на бурхливий розвиток геотуризму в Україні, що простежується в останнє десятиліття, більшість тенденцій світового туризму залишається непомітною (нерозкритою) у нашій країні. Це неабияк стосується геологічних границь, які отримали визнання за кордоном декілька десятиліть тому. Зокрема, це стосується хроностратиграфічних границь або Точок Глобального Стратотипу Границі (ТГСГ/GSSP). Крім того, введення геологічних границь як об'єктів геотуризму та складників елементів геопарків у статус національного надбання (національної геологічної спадщини) сприятиме: 1) збереженню природної краси унікальних територій; 2) зменшенню

техногенного навантаження на природне середовище; 3) підвищенню грамотного ставлення населення та інших суб'єктів природокористування, зокрема під час експлуатації природного середовища, а також збільшенню обсягів знань у школярів та громадського населення і досвіду спілкування з природою; 4) підвищенню ефективної діяльності держструктур в галузі контролю й профілактики за екологічними правопорушеннями; 5) створенню й систематичному поповненню бази даних про стан природного середовища, екологічних порушень суб'єктами природокористування. Зростання попиту на геотуризм зумовлює створення і розвиток особливо охоронних природних територій, насамперед заповідників, національних і природних парків (геопарків). На сучасному етапі саме ці території є головними об'єктами геотуризму (екотуризму) в Україні.

У процесі палеонтолого-стратиграфічних досліджень у межах західних регіонів України було виявлено низку геологічних границь, які можуть бути ідентифіковані за комплексом критеріїв та ознак і розглядатися як межі комплексного характеру (рис. 3–5).

Рис. 3. Трансгресивна базальна верства сеноманського віку. С. Худиківці [10]

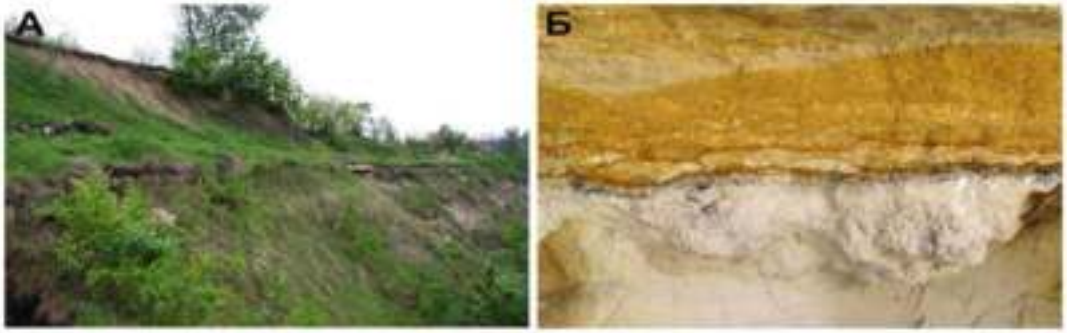


Рис. 4 А. Контакт крейди, неогену і антропогену. М. Львів. Б – Трансгресивна межа в міоценових відкладах. с. Великі Глібовичі [7, 9]

Рис. 5. Верства бентонітової глини з підстильним шаром сапропелю: А, Б – с. Нова Скварява, В – с. Глинські [7, 9]

ЛІТЕРАТУРА

1. *Барабошкин Е. Ю.* Перерывы в геологической летописи: проблемы и способы решения/Е. Ю. Барабошкин//Науки о Земле. Соросовский образовательный журнал. – Т. 7. – № 1. – 2001. – С. 57–63.
2. Геологическая съемка и картографирование. Полевая практика: Учебное пособие для студентов по специальности Т 20.01.00 "Геология и разведка полезных ископаемых"/В. Н. Губин, А. К. Карабанов, А. М. Ковхуто. – Мн.: БГУ, 2000.– 108с.
3. Геологічні пам'ятки України: У 4 т./В. П. Безвинний, С. В. Білецький, О. Б. Бобров та ін.; [за ред. В. І. Калініна, Д. С. Гурського, І. В. Антакової]. – К.: ДІА, 2006. – Т. 1. – 320 с. – Т. 2. – 320 с.
4. *Лещух Р. Й., Іваніна А. В.* Стратиграфія: Навч.-метод. посібник/Р. Й. Лещух, А. В. Іваніна. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2002. – 93 с.
5. Международный стратиграфический справочник: Сокращенная версия. – М.: Геос, 2002. – 38 с.
6. Стратиграфічний кодекс України/Відп. ред. П. Ф. Гожик. – 2-е вид. – К.: 2012. – 66 с.
7. *Тузяк Я. М., Бакаєва С. Г.* Літолого-седиментологічні критерії проведення лімітотипів неогену (міоцену) Волино-Поділля (Східне Розточчя. Опілля): новий погляд на стратиграфію//Стратотипові та опорні розрізи фанерозойських відкладів України: сучасний стан палеонтологічної вивченості та перспективи подальших досліджень: Матеріали XXXVI сесії Палеонтологічного товариства НАН України (Львів, 24–26 вересня 2015 р.). – К., 2015. – С. 68–70.
8. *Шахтыров В. Г., Палымский Б. Ф.* Введение в общую геологию. – Изд-во Казанского ун-та., 2017. – 36 с.
9. *Bakayeva S., Tuzyak Ya.* The Serravallian-Tortonian boundary at Eastern Roztochya (Western Ukraine): criteria for definition//STRATI-2015. 2nd International Congress on Stratigraphy 19–23 July 2015, Graz, Austria/Abstracts/Berichte des Institutes für Erdwissenschaften Karl-Franzens-Universität Graz. – Band 21. – 26 p.
10. *Bakayeva S., Tuzyak Ya.* Foraminiferal assemblage from the Cretaceous basal phosphorite layer of Podillya (Western Ukraine)//17th Czech-Slovak-Polish Palaeontological Conference Kraków, 20–21 October 2016. Abstract Volume. – 19 p.
11. International chronostratigraphic chart v 2016/04. International Commission on Stratigraphy. 2016. http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2016-04.jpg
12. *MacEachern J. A., Dashtgard S. E., Knaust D., Catuneanu O., Bann K. L., Pemberton S. G.* Chapter 6. Sequence Stratigraphy. *In:* Knaust D. and Bromley R.G. (Eds.) Trace Fossils as Indicators of Sedimentary Environments//Developments in Sedimentology. – Vol. 64. – 2012. – P. 157–194.
13. The Geologic Time Scale 2012 [Text]/F. M. Gradstein, J. G. Ogg, M. D. Schmitz, G. M. Ogg (eds.). Amsterdam et al.: Elsevier, 2012. – Vol. 1, 2. XVIII+1144 p.

УДК 552.14.004.942

ПРОГНОЗНЫЕ ПАЛЕОРЕКОНСТРУКТИВНЫЕ РЕТРОСПЕКТИВНО-СТАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РОССЫПЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МИНЕРАЛОВ УКРАИНЫ

Д. П. Хрущов[1], О. О. Ремезова[2], М. С. Ковальчук[3], О. П. Лобасов[4], О. А. Ганжа[5], Т. В. Охоліна[6], С. П. Василенко[7], Ю. В. Крошко[8], О. В. Яременко[9],

1 – д-р геол.-минерал. наук, профессор, Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, khrushchov@hotmail.com, 2 – д-р геол. наук, доцент, Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, elena.titania2305@gmail.com, 3 – д-р геол. наук, профессор, Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, kms1964@ukr.net, 4 – канд. геол. наук, Киев, Украина, al@rambler.ru, 5 – канд. геол. наук, Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, oag2909@gmail.com, 6 – канд. геол. наук, Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, svilya@ukr.net, 7 – канд. геол. наук, Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, svetlyk@gmail.com, 8 – канд. геол. наук, Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, ykrosh.79@ukr.net, 9 – младший научный сотрудник, Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина, olya___89@ukr.net

На основе методологических принципов прогнозного палеореконструктивного ретроспективно-статического моделирования разработана комплексная инновационная технология информационного обеспечения поисков, разведки и эксплуатации россыпных месторождений тяжелых минералов титана, циркония, золота, а также касситерита с редкоземельным оруденением и др. Технология характеризуется многомасштабностью, предполагающей региональный, зональный и локальный уровни моделирования, предназначающиеся соответственно для обеспечения прогнозирования и поисков, разведки и эксплуатации месторождений. Приводятся примеры прогноза перспективных объектов в масштабе россыпных зон, районов и полей, а также цифровых структурно-литологических моделей перспективных геологических объектов локального масштаба (месторождений), представляющих информационную основу для их освоения. Результативность представляемой технологии подтверждена рядом внедрений на объектах в пределах Украинской рассыпной провинции. Обозначены перспективы дальнейшего развития методологии данного направления геологического моделирования в форме разработки комплексных эколого-геологических моделей, предназначенных для информационного обеспечения всех этапов освоения месторождения, включая закрытие объекта, а также экстенсивного развития этого направления в вовлечении новых объектов россыпей тяжелых минералов и, наконец, распространение модифицирования полученного опыта на целевое моделирование других типов рудных месторождений осадочной оболочки.

THE PROGNOSTIC PALEORECONSTRUCTIVE RETROSPECTIVE-STATIC MODELS OF THE HEAVY MINERALS PLACERS OF UKRAINE

D. P. Khrushchov[1], O. O. Remezova[2], M. S. Kovalchuk[3], O. P. Lobasov[4], O. A. Ganzha[5], T. V. Okholina [6], S. P. Vasylenko[7], Yu. V. Kroshko[8], O. V. Yaremenko[9]

1 – Dr. of geol.-min. sciences, Prof., Institute of geological sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, khrushchov@hotmail.com, 2 – Dr. of geol. sciences, assoc. prof, Institute of geological sciences of the NAS of Ukraine, elena.titania2305@gmail.com, 3 – Dr. of geol. sciences, Prof, Institute of geological sciences of the NAS of Ukraine, kms1964@ukr.net, 4 – Cand. of sciences, freelance geologist, Kyiv, Ukraine, al@rambler.ru, 5 – Cand. of geol. sciences, Institute of geological sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, oag2909@gmail.com, 6 – Cand. of geol. sciences, Institute of geological sciences of the NAS of Ukraine, svilya@ukr.net, 7 – Cand. of geol. sciences, Institute of geological sciences of the NAS of Ukraine, svetlyk@gmail.com, 8 – Cand. of geol. sciences, Institute of geological sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, ykrosh.79@ukr.net, 9 – research assistant, Institute of geological sciences of the NAS of Ukraine, Institute of geological sciences of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, olya___89@ukr.net

On the basis of methodological principles of the prognostic paleoreconstructive retrospective-static modeling the complex innovative technology of the data providing for searches, exploration and exploitation of heavy minerals placers (titanium, zirconium, gold and also cassiterite with rare-earths mineralization) is elaborated. The technology is characterized by multiscale which involves regional, zonal and local level of modeling, intending for providing of prognosis and searches, exploration and exploitation of deposits. The examples of prospective objects prognosis in the scale of placer zones, districts and fields, and also digital structure-lithological models of prospective geological objects of local scale (deposits) as the informational basis of their development are shown. The potency of the presented technology is confirmed by row of introductions on he objects within the limits of Ukrainian placer province. The prospects for further development of methodology for this line of geological modeling in the form of complex ecological-geological models elaboration, assigned for the informational providing of all stages of deposits development including of closing of object and also for extensive development of this line in involving of new objects of heavy minerals and finally for spreading, modification of receiving experience on the target modeling for another types of ore deposits of sedimentary sphere are marked.

Введение. Актуальность выполнения научной разработки охватывает два аспекта: необходимость разработки методологических принципов и соответствующих методик и технологий информационного обеспечения исследований и работ в сфере обращения с геологической средой вообще, и россыпными

месторождениями, в частности, – с одной стороны, и потребность развития сырьевой базы титана, циркония, олова, редких и рассеянных элементов, а также золота (в связи с вызовами ведущих и перспективных отраслей национальной экономики) – с другой. Целью данной публикации является представление принципов, результатов разработки и внедрения, а также перспектив дальнейшего развития прогнозного палеореконструктивного ретроспективно-статического моделирования, как инновационного методического инструмента (технологии) информационного обеспечения исследований и работ, направленных на прогнозирование и освоение рассыпных месторождений различных вещественных типов. В связи с этой целью освещаются следующие вопросы: методология разработки прогнозных палеореконструктивных ретроспективно-статических моделей (ППРРСМ) и цифровых структурно-литологических моделей (ЦСЛМ); примеры ППРРСМ; примеры ЦСЛМ перспективных объектов (месторождений), внедрения; обеспечение перспектив развития данного направления моделирования.

Состояние проблемы. В мировой практике геологического моделирования, связанного с задачами освоения рассыпных месторождений, заслуживают учета два аспекта: традиционные методологии и методы, базирующиеся на модифицировании приёмов формационного анализа, и разработки современных методов компьютерного (в т. ч. цифрового) моделирования перспективных геологических объектов. Первый из них охватывает значительный объем классических и новейших трудов (Н. А. Шило, Ю. А. Билибин, Н. Г. Патык-Вара, А. Г. Лаломов, К. Мак-Квин, Дж. Кларк, Х. Дин и др.). В основу математического и компьютерного моделирования положены труды В. И. Аронова, В. И. Вистелиуса, Ф. А. Грейбила, У. Крамбейна и др. Примерами эффективного моделирования на уровне современных компьютерных технологий приводятся в публикациях Б. Костича, Г. Граммера, К. Мак-Лехлена и др. Разработан ряд результативных компьютерных программ, применяемых для 3D моделей геологических объектов. Среди отечественных разработок такой программой является K-MINE и др. Известны программы зарубежного производства – Commodor и ряд других (Австралия, Германия, Канада и др.). В целом можно считать что приведенные выше подходы и методы компьютеризации достаточно результативны с точки зрения поставленных задач. Тем не менее, критический анализ позволил установить методологическое несовершенство применяемых принципов структуризации, что подтверждает преимущество предлагаемых нами методик структуризации и соответственно формализации геологических тел (на примерах осадочных формаций). С точки зрения программирования нами используется популярная среда Arc-View; при учете её ограниченных (по сравнению с новейшими дорогими программами) возможностей. Эта среда в нашей модификации обеспечивает показательное решение поставленных задач.

Методология, методы. Теоретической основой предлагаемого направления геологического моделирования является диалектическое объединение разномасштабных (от региональной до локальной масштабности) формационных исследований и цифрового структурно-литологического моделирования, сформулированный в форме принципа ППРРСМ (см. выше), применимого, по крайней мере, для терригенных (в частности россыпевмещающих) формационных подразделений. Методика ППРРСМ базируется на модифицированных приемах традиционного формационного анализа и цифрового структурно-литологического моделирования (Хрущов, Ковальчук, Ремезова и др., 2017 и др.). В методику введено понятие формационно-вещественной системы россыпеобразования (ФВСР), охватывающей россыпеобразующие формации, промежуточные коллекторы и россыпь, как единицы целевой структуризации россыпевмещающего формационного (или стратиграфического) подразделения. Разработка схем ФВСР имеет цель создание основы для зонального и локального прогнозирования россыпей. ЦСЛМ предназначены для информационного обеспечения разведки и эксплуатации перспективных объектов (месторождений).

Содержание работы, *полученные результаты*. Рассматриваются пять примеров ППРРСМ различной степени полноты и детальности. Эти модели относятся к геологическим объектам, находящимся в пределах Украинской провинции Восточноевропейской россыпной мегапровинции. Из них четыре относятся к миоцену (территории Тарасовского месторождения и прилегающих площадей, Самотканской группы месторождений, Краснокутского месторождения и прилегающих площадей, Иршанской группы месторождений) и один – к нижнемеловым отложениям (территория Лебедин-Бакалеевской палеодолины). Четыре первых объекта относятся к образованиям Субпаратетиса и прилегающих массивов суши, последний – к отложениям континентального седиментационного бассейна нижнемелового возраста. На основании этих моделей выделены соответствующие ФВСР, в пределах которых установлены прогнозируемые перспективные объекты и более или менее детально разведанные объекты промышленных масштабов (месторождения). Построены ЦСЛМ для месторождений, находящихся в различных стадиях освоения (предварительная разведка, детальная разведка, эксплуатация). В их числе: титано-циркониевые месторождения – Тарасовское, Злобичское, Мотроновско-Анновское, Бирзуловское; Пержанское касситерит-колумбитовое месторождение; золотоносные россыпи и коры выветривания – Солонянское рудное поле, Балка Широкая, Юрьевское. В докладе демонстрируются наиболее информационные производные (“визуализации”) ЦСЛМ и соответствующие комментарии к ним.

Заключение. Демонстрируются результаты применения методолого-методического аппарата прогнозного палеореконструктивного ретроспективно-статического моделирования терригенных образований, доведенного до функционального уровня технологии информационного обеспечения исследований и работ, направленных на прогнозирование, поиски, разведку и эксплуатацию месторождений тяжелых минералов (титана, циркония, золота), касситерита с сопровождающей редкометалльной минерализацией. Эффективность технологии подтверждена рядом внедрений. Перспективы дальнейшего развития этого инновационного

направления геологического моделирования представляются авторами в ряде инновационных аспектов. Экстенсивный аспект заключается в расширении перечня объектов Украинской рассыпной провинции и переносе этого опыта на другие провинции и геологические регионы. Начато моделирование других типов формационных подразделений, вмещающих рудные и нерудные полезные ископаемые. Перспективным новым направлением является разработка комплексных эколого-геологических моделей, предназначенных для информационного обеспечения эксплуатации месторождений со сложными эколого-горно-геологическими условиями, а также для обращения с территориями нарушенной геологической среды (геоэкологических катастроф).

УДК 552.14.004.942

РЕГІОНАЛЬНЕ ЦИФРОВЕ СТРУКТУРНО-ЛІТОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОСАДОВИХ ФОРМАЦІЙ

Д. П. Хрущов[1], О. О. Ремезова[2], М. С. Ковальчук[3], М. В. Гейченко[4], О. П. Лобасов[5]
1 – д-р геол-мінерал. наук, професор, Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, khrushchov@hotmail.com, 2 – д-р геол. наук, Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, elena.titania2305@gmail.com, 3 – д-р геол. наук, професор, Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна, kms1964@ukr.net, 4 – канд. геол. наук, Експертна рада Спілки геологів України, Київ, Україна, geich@ukr.net, 5 – канд. геол. наук, вільний геолог, Київ, Україна, _al@rambler.ru

Зміст запропонованої роботи полягає в побудові розподілених комп'ютерних цифрових структурно-літологічних моделей осадової оболонки державної території України на регіональному підході. Цифрова структурно-літологічна модель – об'ємне комп'ютерне відображення геологічного об'єкта, яке охоплює його структурні та якісні характеристики. Представляються методологічні принципи, методи, існуючі напрацювання та приклади моделей для обґрунтування реалізації проекту. Практична задача моделювання – створення суцільної геоінформаційної основи для представлення всебічного гносеологічного образу об'єкта та інформаційного забезпечення всіх напрямів та видів геологічної діяльності з різнобічного використання та охорони (включаючи геологічні ризики) геологічного середовища. Очікуваний результат – отримання цілісних регіональних цифрових структурно-літологічних моделей осадової оболонки на державно-територіальному рівні. Запропонована наукова розробка є частиною концептуального складового проекту, об'єктом якого повинні бути як осадова оболонка, так і магматичні та метаморфічні утворення, тобто очікується розробка цифрової структурно-літолого-петрографічної моделі земної кори загалом.

THE REGIONAL DIGITAL STRUCTURE-LITHOLOGICAL MODELLING OF SEDIMENTARY FORMATIONS

D. P. Khrushchov[1], O. O. Remezova[2], M. S. Kovalchuk[3], M. V. Geichenko[4], O. P. Lobasov[5]
1 – Doctor of geological-mineralogical sciences, professor, Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine, khrushchov@hotmail.com, 2 – Doctor of geological sciences, Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine, elena.titania2305@gmail.com,
3 – Doctor of geological sciences, professor. Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine, kms1964@ukr.net, 4 – Candidate of geological sciences, Expert advice of the Union of Geologists of Ukraine, Kiev, Ukraine, geich@ukr.net, 5 – Candidate of geological sciences, Freelance geologist, IT specialist, Kiev, Ukraine, Lobasov_al@rambler.ru

The content of the project is the elaboration of comprehensive computer digital structural lithological model of sedimentary cover for the state territory of Ukraine basing on formational principle. Digital structural-lithological model (DSLM) – it is three-demensional computer representation of a geological object, comprising it's structural and qualitative characteristics. Methodological principles, methods, available developments and modeling patterns are reflected to prove the feasibility of the project realization. Practical goal of modeling is the creation of integral geoinformatic foundation for multilateral cognitive image of an object and for information provision of all directories and kinds of human geological activity (R&D) on multyilateral use and protection (including geological hazards) of geological environment. The result expected is obtaining of single united system of regional DSLM on state territorial level. The project proposed represents a part of conceptual compound project, the object of which has to comprise both sedimentary cover and magmatic, metamorphic formations. The expected result of such a project is the developing of the integral digital structural-lithological-petrological model of Earth crust as a whole.

Вступ

Зміст і актуальність цієї наукової розробки полягає у необхідності впровадження у геологічну діяльність інноваційної уніфікованої багатоцільової системи інформаційного забезпечення всіх видів досліджень і робіт щодо поводження з геологічним середовищем (ГС) осадової оболонки з очікуваним результатом істотної оптимізації організаційно-управлінських форм цієї галузі.

Метою такого проекту є створення суцільної розподіленої цифрової структурно-літологічної моделі (ЦСЛМ) осадової оболонки території держави, створюваної на регіональному принципі, призначеної для інформаційного забезпечення всіх напрямків і видів геологічної діяльності, пов'язаних з різноцільовим використанням надр і охороною ГС.

Об'єктом розробки є осадова оболонка земної кори, структуризована по геологічних регіонах (осадово-породних басейнах) України. Ідея розробки полягає у трансформуванні технологій і досвіду побудови ЦСЛМ у регіональному, зональному і локальному масштабах для розроблення ЦСЛМ повного об'єму осадово-породних басейнів (ОПБ), як геологічних регіонів.

Основні передумови і наявні напрацювання, що визначають реалістичність постановки проблеми для умов України(і більшості розвинутих країн): наявність методологічної бази, методичних засобів і комп'ютерних технологій побудови ЦСЛМ; наявність принципових схем формаційної структури по всіх осадових регіонах України; достатня геологічна вивченість осадової оболонки території; переконливі

результати прикладів традиційного і цифрового структурно-літологічного моделювання (наводиться пояснення цих пунктів).

Світові тенденції аналогій. Цифрове моделювання геологічних об'єктів на сьогодні є одним з перспективних напрямів у сфері інформаційного забезпечення геологічних робіт. Основні тенденції стану і розвитку цього напрямку відображуються програмами форумів Європейського конгресу регіональної геокартографії та інформаційних систем (EUROGEO). У програмах останніх конгресів відмічається поява прикладів об'ємного моделювання глибинних зон регіональної масштабності – осадово-породних басейнів, окремих стратиграфічних підрозділів (Іспанія, Німеччина, Греція та інші), і навіть всієї території країни (Нідерланди). Особливу аналогію становить проект міжнародної програми геонаук (МПГК), ЮНЕСКО "Єдина геологія" (IGCPproject № 624 "Onegeology"). Метою проекту є створення цифрової геологічної карти світу (базовий масштаб 1:1 000 000). Близьку аналогію являє собою концепція російських геологічних центрів (ВСЕГЕІ) та ін. "Единая распределенная компютерная модель геологического строения России" (2017 р.). Метою цієї розробки по суті є комп'ютерне геологічне картографування.

Методологія і методи. Основна об'єктна одиниця моделювання – геологічна формація, як базовий таксономічний елемент регіональних тектоно-формаційних комплексів. Формація – це історико-генетична асоціація гірських порід, що закономірно утворились у певній геотектонічній структурі на певному геодинамічному етапі її розвитку. Предметом регіонального моделювання є структурні й якісні характеристики формацій та їх підрозділів.

Кінцева мета регіонального моделювання – розроблення ЦСЛМ осадової товщі ОПБ, тобто формаційних комплексів, що їх виповнюють, у межах території держави. У рамках цієї мети виділяються три масштабно-ієрархічні рівні задач, що мають різний функціональний зміст: регіональний, зональний і локальний (у наближенні відповідають дрібно-середньо-крупно масштабним рівням). Моделі регіонального рівня є переважно загально інформаційними, зонального і локального рівнів – цільовими.

Методологія цифрового структурно-літологічного моделювання в цілому базується на об'єднанні трьох традиційних методологічних напрямів: основ класичного формаційного аналізу, принципів структуризації осадових тіл з використанням системного підходу (у авторському розвитку) і комп'ютерних технологій у цільовій модифікації. Методика моделювання базується на цільовому розвитку загальних принципів статичного моделювання геологічних об'єктів осадочних формацій з використанням авторських прийомів структуризації геологічних об'єктів і модифікованих технологій комп'ютерної обробки.

Позначено структуру і зміст програми заходів з реалізації відповідного проекту з визначенням основних напрямів робіт, задач, етапності, всебічного забезпечення й очікуваних результатів.

Очікувані результати виконання проекту – створення інноваційної системи багатоцільового інформаційного забезпечення всіх напрямків геологічної діяльності з використання і охорони ГС.

За нашою задумкою, представлений проект має бути складовою комплексного проекту "Регіональна цифрова структурно-речовинна модель земної кори України", мета якого – побудова відповідної супермоделі як суцільного комп'ютерного (цифрового) образу всієї земної кори, що охоплює кристалічний фундамент та осадову оболонку в межах державної території. Очікуваний результат реалізації такого проекту – створення інноваційної системи багатоцільового інформаційного забезпечення всіх напрямів геологічної діяльності щодо використання та охорони ГС, а також поглибленого його пізнання на рівні сучасних інформаційних технологій.

УДК (553.981:548.562):620.91](100)

ЩОДО ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКЛАДІВ МЕТАНОГІДРАТІВ У АКВАТОРІЇ ЧОРНОГО МОРЯ

П. М. Чепіль[1], А. М. Коваль[2], А. П. Тищенко[3], П. М. Кузьменко[4], О. А. Кичка[5]
1 – канд. геол.-мінерал. наук, старший науковий співробітник, лауреат Державної премії в галузі науки і техніки України, Національна акціонерна компанія "Нафтогаз України", Київ, Україна, PChepil@naftogaz.com, 2 – канд. геол. наук, старший науковий співробітник, Національна акціонерна компанія "Нафтогаз України", Київ, Україна, KovalA@naftogaz.com, 3 – канд. геол. наук, ДП "Науканафтогаз", Вишневе, Україна, Tyshchenko@naukanaftogaz.kiev.ua, 4 – канд. геол. наук, ДП "Науканафтогаз", Вишневе, Україна, Kuzmenko@naukanaftogaz.kiev.ua, 5 – ДП "Науканафтогаз", Вишневе, Україна, Kitchka@naukanaftogaz.kiev.ua

Розглянуто геологічні аспекти, технологічні й екологічні проблеми експлуатації підводних газових гідратів. Визначено перспективи виявлення метаногідратів у Чорному морі. Запропоновано застосування комплексу методів оброблення даних 2D сейсморозвідки для прогнозування родовищ метаногідратів.

TOWARDS THE FORECAST OF METHANE HYDRATE ACCUMULATIONS IN THE BLACK SEA

P. M. Chepil[1], A. M. Koval[2], A. P. Tyshchenko[3], P. M. Kuzmenko[4], O. A. Kychka[5]
1 – Candidate geological mine Sciences, Laureate of the State Prize of Ukraine in the Science and Technology, National Joint-Stock Company "Naftogaz of Ukraine", Kiev, Ukraine, PChepil@naftogaz.com, 2 – Candidate of geological sciences, senior researcher, National Joint Stock Company "Naftogaz Ukrainy", Kiev, Ukraine, KovalA@naftogaz.com, 3 – Candidate geol. Sciences, SE "Naukanaftogaz", Vyshneve, Ukraine, Tyshchenko@naukanaftogaz.kiev.ua, 4 – Candidate geol. Sciences, SE "Naukanaftogaz", Vyshneve, Ukraine, kuzmenko@naukanaftogaz.kiev.ua, 5 – SE "Naukanaftogaz", Vyshneve, Ukraine, Kitchka@naukanaftogaz.kiev.ua

The paper discusses geological aspects of submarine gas hydrate accumulations origin and exploration. Prospects for detecting methane hydrates accumulations in the northwestern part of the Black Sea basin are featured. An advanced technique to process 2D seismic data to facilitate exploration for methane hydrate accumulation is proposed.

Тема освоєння ресурсів вуглеводнів неконвенційних типів стала в останні роки дуже актуальною, зокрема завдячуючи інтенсивному видобутку сланцевого газу в США, запаси якого, як вважається є в декілька разів більшими ніж запаси традиційного природного газу [1]. Не меншими ніж для сланцевого газу вважаються ресурси метану газогідратів Світового океану. Вони вже у найближчому майбутньому можуть також стати одним з основних джерел забезпечення невпинно зростаючих енергетичних потреб людства.

Теорія утворення метаногідратів та їхнього скупчення в придонних шарах порід за певних термодинамічних умов достатньо добре розроблена [2, 3]. Однак, існує ціла низка геологічних, технологічних та екологічних проблем, які потребують наукового вивчення і практичного розв'язання, щоб наблизити промисловий та екологічно безпечний видобуток газогідратів. І саме, невирішеність технологічних питань та фактор украй екологічно вразливого водного середовища відтерміновують початок практичних робіт з освоєння його метаногідратного потенціалу.

Водночас, вирішення останніх проблем залежить від геологічних особливостей та умов залягання скупчень газогідратів, вивчення яких у будь-якому випадку є першочерговим.

Якщо не враховувати супутню експлуатацію метаногідратних шапок, яка відбувалась спільно з вільним газом на гігантських родовищах Мессояхському та Прудхо-Бей, практичним початком видобування власне газогідратів варто вважати випробування газогідратного покладу термоциклічним методом, що було виконане у 2002 році в свердловині Маллік у дельті р. Маккензі в канадській частині Бофортоморського басейну. У подальшому на арктичному схилі Аляски були проведені дослідні випробування в свердловині Маунт Елберт у 2007 р. та свердловині Ігнік Сікумі – 1 у 2012 р., які тестували можливість комбінованого видобутку газогідратів за допомогою нагнітання вуглекислоти в гідратоносний колектор та заміщення метану в ньому на вуглекислий газ з подальшим зниженням тиску та видобуванням метану [4].

2013 рік ознаменувався успішним видобуванням метану із океанських газогідратів на схилі субдукційного Східно-Нанкайського океанського жолобу, яке здійснила державна видобувна корпорація Японії JOGMEC. Буріння виконувалося згідно з державною програмою, яка була започаткована в Японії 2001 року. Перша пілотна видобувна свердловина розташована на відстані 70 км від берега. Перед цим на схід від о. Хонсю було пробурено 6 параметричних свердловин, які дозволили вивчити літологію та гідратонасиченість перспективного розрізу, з'ясувати геотехнічні умови облаштування підводного устя в умовах малостійкого підводного схилу, відпрацювати оптимальну конструкцію свердловин, розробити надійну ізоляцію продуктивних горизонтів та раціональний комплекс ГДС для впевненого виділення гідратонасичених шарів.

В Україні перспективи виявлення газогідратів та видобутку з них метану пов'язуються з акваторією

Чорного моря, яке характеризується чи не найбільш потужною метановою дегазацією з поміж інших замкнених морів [3, 5] і є одним з найбільш перспективних світових басейнів для видобутку метаногідратів. Як відомо, саме тут вперше були задокументовані метаногідрати на морському дні. Всі країни Чорноморського басейну – Україна, Болгарія, Туреччина, Румунія, Росія та Грузія, а також міжнародні дослідницькі групи вивчають гідратоносність Чорного моря.

За допомогою відбору зразків гідратонасичених ґрунтів під час дослідницьких рейсів, сейсмічних, сейсмоакустичних та геохімічних зйомок у Чорному морі [6–11] закартовано декілька потужних полів (родовищ) підводних метаногідратів, що становлять практичний інтерес.

У надрах Чорного моря прослідковується наступна газова зональність: поза бровкою континентального схилу існує циркумчорноморська зона позагідратного наскрізного газового транзиту та зон кластерного вторгнення/міграції газу у придонні відклади (т. з. “chimneys”), яка живить підводні газові гейзери (“gas seeps”) та простежується до глибин приблизно 750 м [6, 8]; далі на глибину розташована зона острівної гідратонасиченості, що змінюється зоною суцільної гідратоносності (з потужними багапластовими покладами в теригенних колекторах на розломних шляхах висхідної міграції газу та поширенням границі BSR – bottom simulating reflector) у зоні підводного схилу та континентального підніжжя Чорного моря. Нарешті, центральну глибоководну частину займає зона практично невивченої малопотужної покривної гідратонасиченості у глинисто-намулових басейнових відкладах, де шлірові та вкраплені прояви метаногідрату не утворюють неперервного пласту, відтак і BSR не простежується [4].

Оцінки геологічних ресурсів метаногідратів в українському секторі Чорного моря суттєво відрізняються – від 15 до 60 трлн м^3 у перерахунку на метан, що відображує різні методичні підходи різних дослідників до підрахунку запасів цієї ще маловивченої сировини, тож ця проблематика потребує подальшого поглибленого дослідження.

Стосовно сейсмічної границі BSR, яка є індикатором виділення газогідратоносних товщ, варто зазначити наступне. В 1970-х роках була виявлена присутність відповідної сейсмічної відбиваючої границі в декількох середовищах, багатих на газогідрати. Її положення збіглося з термодинамічно визначеною глибиною підошви зони стабільності газогідратів (GHSZ). Ці нові результати широко використовувались у сейсмічних даних для масивних газогідратних покладів. Дану відбиваючу границю можна легко розпізнати, оскільки вона паралельна до морського дна і має зворотну полярність. BSR зазвичай перетинає стратиграфічні горизонти на сейсмічних профілях, тому що його положення визначається скоріше різницею акустичних імпедансів між відкладами, насиченими газогідратами (над BSR, у зоні GHSZ) та газонасиченими відкладами під ним.

Тим не менш, BSR не завжди проявляється або спостерігається в сейсмічних профілях, розташованих у багатих на газогідрати підводних надрах. Наприклад, газогідрати були знайдені в ряді випадків без наявності BSR. Це свідчить про те, що інші параметри, такі як розподіл газогідратів по зоні їх стабільності GHSZ, загальна кількість та структура газогідратів, розподіл газу нижче GHSZ тощо, впливають на процес формування BSR. У деяких місцях з добре помітним BSR на сейсмічних розрізах, керн мав низьку насиченість газогідратами [11]. Таким чином BSR, як непрямий доказ присутності газогідрату, може бути використаний лише як один з критеріїв виділення газогідратоносної товщі в комплексі з іншими прямими і непрямими ознаками.

Є чимало прикладів виділення BSR у межах зони суцільної гідратоносності Чорного моря. За його наявності в межах західної частини Чорного моря впевнено окреслюються 4 прогнозних гідратоносні ділянки (рис. 1).

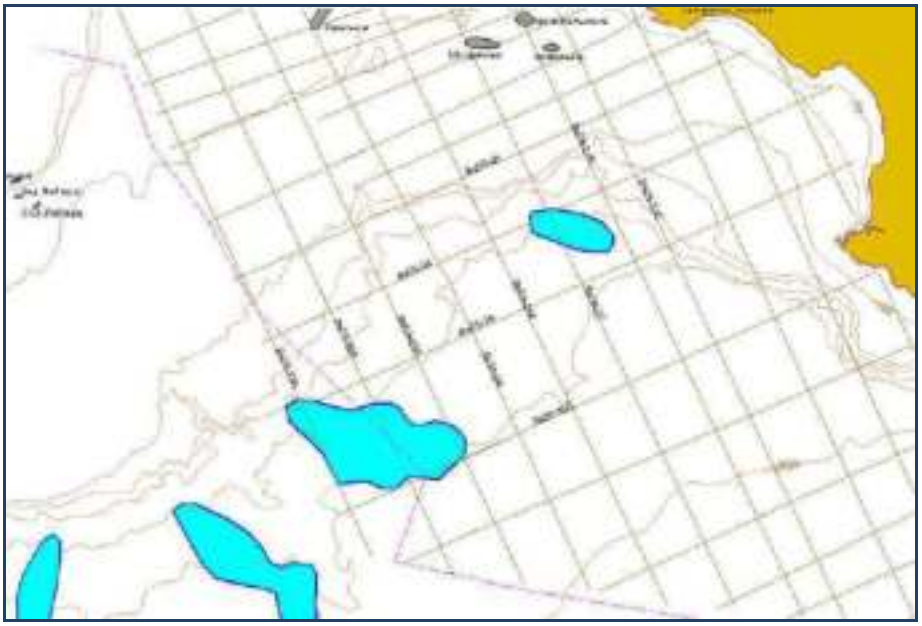


Рис. 1. Ділянки поширення покладів метаногідратів (блакитні поля), прогнозованих на континентальному схилі північно-західної частини Чорного моря [3]

Проведені дослідно-методичні дослідження довели ефективність використання даних регіональної 2D сейсморозвідки, отриманих методом МСГТ, для простеження аномалій, пов'язаних з метаногідратами. В результаті проведеної обробки даних та застосування інтерпретаційних технологій, у саме аналізу сейсмічних атрибутів (миттєва амплітуда – Envelope), по ряду сейсмопрофілів було простежено BSR (рис. 2, 3) і виділено прогнозний метаногідратний поклад (рис. 3).

Вирішення проблеми картування потенційно газогідратоносних об'єктів на основі матеріалів сейсморозвідки 2D вимагало застосування спеціалізованої динамічної обробки даних з метою отримання додаткової інформації про особливості геологічного середовища.

Рис. 2. Виділення BSR за аномаліями миттєвої амплітуди (Envelope) на 2D сейсмічному профілі BS05-26

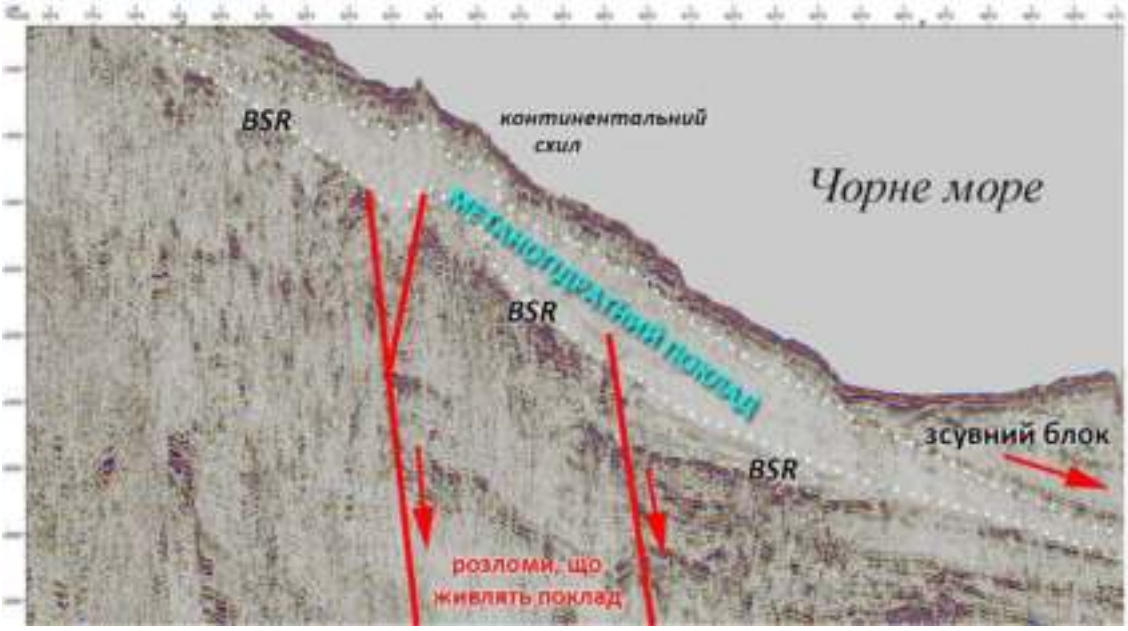


Рис. 3. Приклад виділення покладу метаногідратів на континентальному схилі північно-західної частини Чорного моря (сейсмопрофіль BS-05-26, часовий розріз) [4]

Розв'язання відповідної задачі потребувало виконання всіх процедур обробки в режимі контролювання "істинних" амплітуд сейсмічних коливань для всього часового інтервалу їхньої реєстрації. Під "істинними" амплітудами розуміємо такі, що в процесі обробки отримали мінімальні спотворення динамічних особливостей сейсмічного запису. Отриманий сейсмічний розріз апріорі має відображати адекватний розподіл коефіцієнтів відбиття, як по літералі, так і в напрямку збільшення часу реєстрації.

Для систематизації послідовності застосування процедур та визначення значень їх параметрів розроблено спеціальний граф обробки сейсмічної інформації, який передбачає: формування геометрії спостережень з внесенням інформації в заголовки вхідних сейсмограм та отримання апріорного часового розрізу спільної середнинної точки; корекція за сферичне розходження фронту хвиль та непружне поглинання; послаблення різноманітного типу завад, шумів і короткохвильових реверберацій та багатократних відбиттів на вхідних сейсмограмах, відсортованих по загальних пунктах збудження; зменшення впливу низькошвидкісних хвиль-завад; редагування залишкових швидкостей підсумовування, формування фінального часового розрізу; підвищення роздільної здатності та співвідношення сигнал/завада на фінальному часовому розрізі; отримання

мігрованого зображення в часовому масштабі; отримання мігрованого зображення в глибинному масштабі.

За результатами такої обробки в комплексі із застосуванням сучасних інтерпретаційних методик параметричного аналізу на дослідному полігоні вдалося:

– виявити аномалії хвильового поля, які просторово відповідають прогнозному газогідратоносному об'єкту;

– визначити особливості виділення меж газогідратоносного об'єкту;

– установити на якісному рівні сейсмічні параметри виділення газогідратоносного об'єкту.

У процесі обробки основну увагу було сконцентровано на збереженні динамічних особливостей сейсмічного запису та отриманні хвильового поля з високою роздільною здатністю, особливо в інтервалі верхньої (піддонної) частини розрізу зі сприятливими для утворення метаногідратів умовами. В доповнення до представлених вище методів обробки-інтерпретації, ефективними під час пошуків метаногідратів у межах акваторії Чорного моря є застосування технології аналізу сейсмічних даних до підсумовування, а саме: AVO-аналіз, пружні інверсії до підсумовування. Отримані в такий спосіб часові та глибинні сейсмічні розрізи, дають додаткову інформацію про будову верхньої (піддонної) частини розрізу, дозволяють визначити морфологію прогнозних газогідратоносних об'єктів та оцінити в першому наближенні їхні ресурси.

Виходячи з вищенаведеного і зважаючи на певні досягнення в прогнозуванні покладів газогідратів у межах акваторії Чорного моря, можна говорити про підстави для планування відповідних робіт і в умовах українського сектору акваторії Чорного моря.

Подальші практичні кроки в освоєнні ресурсів метаногідратів в українському секторі Чорного моря вимагають геолого-економічної оцінки реалізації ресурсного потенціалу на основі знань про їхні властивості, просторову локалізацію та геологічні ресурси у підводних надрах, відпрацювання екологічно безпечних технологічних процесів їх промислового видобування та коригування відповідних законодавчих актів з надрокористування. Ці заходи повинні створити необхідну економічну привабливість для інвесторів, зацікавлених в участі в освоєнні ресурсів метаногідратних покладів, щоби прискорити їх ринкове освоєння з відповідним державним регулюванням цього процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Нетрадиційні джерела вуглеводнів України. Книга І. Нетрадиційні джерела вуглеводнів: огляд проблеми/Куровець І. М., Михайлов В. А., Зейкан О. Ю., Крупський Ю. З., Гладун В. В., Чепіль П. М., Гулій В. М., Куровець С. С., Грицик І. І., Наумко І. М. – К.: Ніка-Центр, 2014. – 222 с.

2. *Макогон Ю. Ф.* Газогидраты. История изучения и перспективы освоения//Геология и полезные ископаемые Мирового океана, 2010. – № 2. – С. 5–21.

3. *Шнюков Е. Ф.* Газогидраты метана в Чёрном море//Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2005. – № 2. – С. 41–52.

4. *Кичка О. А., Коваль А. М., Тищенко А. П., Довжок Т. Є., Коровниченко Є. Є.* До проблеми освоєння метаногідратного потенціалу Чорного моря//Нафтогазова галузь України, 2013. № 5. – С. 37–41.

5. Нетрадиційні джерела вуглеводнів України. Книга VII. Метан вугільних родовищ, газогідрати, імпактні структури і накладені западини УЩ/Михайлов В. А., Зейкан О. Ю., Коваль А. М., Загнітко В. М., Гуров Є. П., Шнюков Є. Ф., Наумко І. М., Чепіль П. М., Кожушок О. Д., Радченко В. В., Вижва С. А. – К.: Ніка-Центр, 2013. – 356 с.

6. *Коболев В. П., Верпаховская А. О.* Скопления газовых гидратов в палеодельте Днепра как объект сейсмических исследований//Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2014. – № 1. – С. 81–93.

7. *Vasilev A.* First Bulgarian Gas Hydrates: Assessment from Probable BSRs//Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2010. – № 2. – С. 22–26.

8. *Bohrmann G.* and cruise particpants. Origin and distribution of methane and methane hydrates in the Black Sea. Meteor R/V Cruise No. 84, Leg 2, February 26 – April 02, 2011// METEOR-Berichte, 2012. – 61 p.

9. *Popescu I.* et al. Seismic expression of gas and gas hydrates across the western Black Sea//Geo-Marine Letters, 2007. – Vol. 27. – Iss. 2–4. – P. 173–183.

10. *Zander T., Haeckel M., Berndt C., Chi W. C., Klaucke I., Bialas J., Klaeschen D., Koch S., Atgın O.* On the origin of multiple BSRs in the Danube deep-sea fan, Black Sea//Earth and Planetary Science Letter, 2017. – Vol. 462. – P. 15–25.

11. *Kastner M.* 2001. Gas hydrates in convergent margins: formation, occurrence, geochemistry, and global significance. Natural gas hydrates: occurrence, distribution, and detection. – Paull C. K., Dillon W. P., Eds. – American Geophysical Union. – P. 67–86.

УДК 550.8

ПЕРСПЕКТИВИ ПОШУКІВ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ НА ВОЛИНО-ПОДІЛЛІ

В. П. Чепіль, ПАТ "Укргазвидобування", м. Київ, Україна, volodymyr.chepil@ugv.com.ua

Обґрунтовано сприятливі геологічні передумови формування покладів вуглеводнів у відкладах силурійських сланців та кембрійських ущільнених пісковиків. Визначено кількісні значення головних чинників формування та прогнозування їхньої газоносності. Оцінено прогнозні ресурси вуглеводнів. Виділено першочергові перспективні ділянки.

SEARCH PROSPECTS OF UNCONVENTIONAL HYDROCARBON SOURCES OF VOLYN-PODILLYA

V. P. Chepil, PJSC "Ukrgasvydobuvannya", Kyiv, Ukraine, volodymyr.chepil@ugv.com.ua

The favorable geological preconditions of formation of hydrocarbon deposits in Silurian shale sediments and Cambrian compacted sandstones are substantiated.The quantitative values of the main formation factors and prediction of their gas content are determined. The estimation of predicted resources of hydrocarbons is accomplished. The top priority areas are highlighted.

На основі аналізу світового та вітчизняного досвіду успішного освоєння нетрадиційних вуглеводневих джерел виконані комплексні дослідження, які дозволили встановити чіткі уявлення про їх природу, особливості генерації, міграції та накопичення в осадових товщах Волино-Поділля, де в попередні роки такі цілеспрямовані геологорозвідувальні роботи не проводились.

Перспективи нафтогазоносності силурійських товщ.

Встановлені кількісні чинники прогнозу вуглеводнів та співставлення їх з відомими родовищами Північної Америки однозначно свідчать, про високі перспективи газоносності чорносланцевих товщ палеозою (Крупський Ю. З., Чепіль В. П. та ін., 2013). Серед них найбільші перспективи нами пов'язуються з силурійськими чорносланцевими відкладами, де газ міг генеруватися в потужних їх товщах (150–250 м), які сприяли і його збереженню. Це дозволило вперше однозначно розглядати чорносланцеву товщу силуру (Львівсько-Коломийська структурно-фаціальна зона (СФЗ) як єдине потенційне родовище газу, де існували найсприятливіші умови для акумулювання достатньої кількості органічної речовини (до 2,27 %) та перетворення її у газ (стадії катагенезу МК2 – АК1). Зона його розвитку охоплює територію протяжністю у 320 км з північного заходу на південний схід і площею близько 16 тис. км^2. Вона підтверджена більше як 30 свердловинами і приурочена до центральної частини Львівського палеозойського прогину та північно-східної частини Передкарпатського прогину. Східна межа поширення зони приблизно збігається з Устилуг-Рогатинською зоною розломів.

Геологічні прогнозні ресурси газу чорносланцевих порід силуру Волино-Поділля оцінені за методикою геологічної служби США для слабовивчених територій (через газовміст вагової одиниці породи родовища-аналога, в якості якого прийнято Хайнсвілл) у 12 трлн м^3, а мінімальні видобувні при коефіцієнті вилучення 0,15 близько 1,8 трлн м^3 (Куровець І., Крупський Ю., Чепіль В., 2015).

Львівсько-Коломийська СФЗ розвитку силурійських сланцевих відкладів з найвищим умістом ОР – 0,9–2,27 % вперше прогнозується нами як єдине потенційне родовище газу. В межах цієї зони для подальшого вивчення виділено Рава-Русько-Крехівську та Східно-Ліщинську ділянки. Вони вибирались з умовою наявності у їх межах пробурених свердловин, де отримано максимум геолого-геофізичної інформації. Брались до уваги також виділені ділянки екологічної небезпеки.

Рава-Русько-Крехівська ділянка розташована в межах північного заходу Волино-Поділля. У межах ділянки пробурені дві глибокі свердловини: опорна Рава-Руська 1 та параметрична Крехів 1. За даними свердловини Рава-Руська 1 розкрита товщина силурійських сланців перевищує 1 720 м, яка вибірково пройдена з відбором керну (більше 375 м). За отриманими нами лабораторними даними на 75 зразках найбільший уміст ОР (0,5–1,1 %, у деяких зразках до 1,53 %) мають відклади лудловського ярусу силуру в інтервалі глибин 2 100–2 650 м. Мінімальна перспективна товщина сланців більше 80 м. Перспективність ділянки підтверджена газопроявами при бурінні свердловини Крехів 1 у силурійських аргілітах. За газокаротажними показниками аномальний уміст вуглеводневого газу в розчині складав до 70 %. Прогнозні видобувні ресурси газу нами оцінено в 146 млрд м^3.

Східно-Ліщинська ділянка теж є складовою охарактеризованої вище Львівсько-Коломийської СФЗ та розташована південно-східніше Рава-Русько-Крехівської ділянки у зоні менш глибокого регіонального занурення силурійської сланцевої товщі. На ділянці пробурена параметрична свердловина Ліщинська 1, яка розкрила типовий розріз глибоководних морських теригенних відкладів силуру зі значними обсягами відібраного керну, що дозволило сформувати представницьку колекцію (51 зразок) та провести цілеспрямовані структурно-текстурні, мінералого-петрографічні, петрофізичні та геохімічні дослідження. Абсолютна пористість аргілітів 0,2–4,1 % при середній 1,5 % (45 зразків), відкрита пористість 0,33–4,15 %, проникність – менше 0,01 мД. Мінімальна перспективна товщина сланців (з умістом органічної речовини >1 %) більше 130 м.

За результатами термічного аналізу 21 проби кернів встановлено вміст органічної речовини від 0,75 до 2,27 % при середньому 1,22 %, що свідчить про достатній вміст для генерації газу у силурійських відкладах на стадіях катагенезу МК2-АК1. У складі летких компонентів з флюїдних включень у мінералах і закритих пор аргілітів досліджених інтервалів за розрізом свердловини Ліщинська 1 домінує метан (до 100 об. %). Встановлено також відсутність пари води, що свідчить про маловодність розрізу сланцевої товщі, яка є важливим чинником формування вуглеводневих систем. Прогнозні видобувні ресурси газу ділянки оцінені в 98 млрд м^3.

Перспективи нафтогазоносності кембрійських ущільнених пісковиків. На підставі визначених кількісних значень чинників прогнозування скупчень газу в ущільнених породах нами доведено, що найбільш перспективним стратиграфічним комплексом для пошуку газу в щільних породах на Волино-Поділлі є відклади кембрію. Перспективи газоносності пов'язуються саме із зоною розповсюдження порід з незадовільними ємнісно-фільтраційними властивостями (середня пористість <5–6 %, середня проникність – 0,5 мД, стадії катагенезу МК3 – АК1), яка в свою чергу приурочена до гідрохімічної зони застійного водообміну, та займає південно-західну частину СЄП (Чепіль В., 2015). Прогнозні видобувні ресурси газу зони Крупським Ю. оцінені у 340 млрд м^3. Загальна площа перспективної зони складає більше 6 тис. км^2.

У межах перспективної зони газоносності ущільнених кембрійських пісковиків виділена першочергова Князівсько-Перемишлянська ділянка площею у 1 250 км^2 з прогнозними видобувними ресурсами газу біля 200 млрд м^3. Високі перспективи цієї ділянки підтверджуються також інтенсивними газопроявами при бурінні кембрійських ущільнених колекторів у свердловинах Перемишлянських 1, 3, Велико-Мостівської 30, розташованих у її межах.

Нетрадиційні джерела є важкодобувними та високозатратними. Однак, значні ресурси вуглеводнів і швидко прогресуючі технології освоєння роблять їх досить привабливими та рентабельними. Оскільки названі нетрадиційні джерела характеризуються близькими гірничо-геологічними умовами залягання і потребують сучасних і практично однакових технологій розкриття та видобування, то переваги першочерговості їх освоєння зв'язано в першу чергу з величиною прогнозних видобувних ресурсів. Виходячи з цього, більш пріоритетними для освоєння є чорносланцеві відклади силуру. Кембрійські ущільнені пісковики можуть розглядатися як самостійний, так і супутній напрямок робіт при освоєнні традиційних джерел та вуглеводневих ресурсів силурійських сланців, оскільки площі їх поширення в структурних планах, в основному, перекриваються.

За аналізом тектонічних порушень та інших природних каналів дегазації і міграції та оцінкою їх проникності у природних умовах нами виділено екологічно небезпечні ділянки (І. Багрій, В. Чепіль, 2015). Вибір об'єктів для освоєння ресурсів нетрадиційних вуглеводнів пропонується проводити з обов'язковим врахуванням цих ділянок.

Результати досліджень і реалізація практичних рекомендацій сприятимуть успішному та ефективному вирішенню проблеми комплексного освоєння всіх типів вуглеводневих джерел Волино-Поділля, що стане суттєвим внеском у нарощування видобутку вуглеводневої сировини в Україні.

УДК 66.061.34 : 579.66

ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ ФОСФОРИТІВ

В. Ю. Черненко[1], С. Б. Шехунова[2], О. Е. Чигиринець[3], І. М. Астрелін[4], С. М. Стадніченко[5], В. В. Пермяков[6]
1 – канд. мед. наук, доцент, Національний технічний університет "КПІ ім. Ігоря Сікорського", м. Київ, Україна, cdv.doc@gmail.com; 2 – д-р геол. наук, чл.-кор. НАН України, Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна, shekhun@gmail.com; 3 – канд. техн. наук, д-р хім. наук, проф., Національний технічний університет "КПІ ім. Ігоря Сікорського", м. Київ, Україна; 4 – д-р техн. наук, проф., Національний технічний університет "КПІ ім. Ігоря Сікорського", м. Київ, Україна; 5 – канд. геол. наук, Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна, stadnik_sm@ukr.net; 6 – канд. техн. наук, Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна, permyakov@nas.gov.ua

Описано нову інноваційну технологію переробки фосфатної мінеральної сировини, яка ґрунтується на використанні екологічно чистих вилугувальних агентів мікробного походження – органічних кислот (таких, як лактатна, цитратна, оксалатна та інших). Принципова відмова від традиційних міцних мінеральних кислот (сульфатної, фосфатної) дає змогу на багато зменшити навантаження довкілля токсичними агентами та значно розширити асортимент продуктів вилуговування. Окрім мінеральних добрив – кальцію фосфату однозаміщеного ($Ca(H_2PO_4)_2$) та фосфатної кислоти (H_3PO_4), що є традиційними продуктами фосфатно-тукової промисловості, з'являються нові супутні похідні солі лактатної, цитратної та інших органічних кислот, які можна використовувати як харчові домішки, імуномоделювальних засобів або нових поліелементних добрив. На прикладі переробки жовнових кварц-глауконітових карбонатфторапатитів Жванівського родовища (Україна) розглянуто економічну доцільність використання нової технології.

INNOVATIVE TECHNOLOGY OF PHOSPHORITES PROCESSING

V. Yu. Chernenko[1], S. B. Shekhunova[2], O. E. Chygyrynets[3], I. M. Astrelin[4], S. M. Stadnichenko[5], V. V. Permyakov[6]
1 – National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine; 2 – Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, shekhun@gmail.com; 3 – National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine; 4 – National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine; 5 – Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, stadnik_sm@ukr.net; 6 – Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, permyakov@nas.gov.ua

A new innovative technology for the processing of phosphate mineral raw materials, based on the use of environmentally sound leaching agents of microbial origin – organic acids (such as lactate, citrate, oxalate and others) is described. The principal rejection of traditional strong mineral acids (sulfuric, phosphoric) can significantly reduce the environmental load by toxic agents and greatly expand the range of leachates. In addition to mineral fertilizers – calcium phosphate monosubstituted and phosphoric acid, which are traditional products of the phosphate fertilizer industry, new concomitant derivatives of lactate, citrate and other organic acids appear, which can be used as food additives, immunomodulating agents or new poly element fertilizers. The economic expediency of the new technology using is considered on the example of processing of nodular quartz-glauconite carbonate-fluorapatite (Zhvanivske deposit, Ukraine).

Вступ. Нині промислового видобутку фосфатної сировини в Україні немає, оскільки розвідана сировина не може конкурувати з родовищами фосфатів усесвітньо відомих країн – постачальників фосфоритових та апатитових руд – Алжиру, Бразилії Єгипту, Марокко, ПАР, Казахстану, Китаю, Росії тощо [1]. За даними Державної служби геології та надр України існує проблема забезпечення сільського господарства фосфатними добривами. У країні створено великий комплекс з виробництва фосфорних та фосфоровмісних добрив (Сумське ВО "Хімпром", Вінницьке ВО "Хімпром", Кримська ДАК "Титан", Костянтинівський хімзавод та ін.) потужністю 1 850 тис. т добрив на рік (у перерахунку на 100 % P_2O_5). За часів СРСР комплекс був орієнтований на переробку кольських апатитів і у 80-х роках випускав 1,6–1,7 млн т фосфорних добрив (у перерахунку 100 % P_2O_5) з асортиментом (8–10 найменувань) різновидів. Після 1991 р. постачання апатитів з Росії різко скоротилося, а обсяги виробництва добрив зменшилися до 200 і менше тисяч тонн за сучасної потреби України у фосфатній сировині 2,3–2,8 млн т щорічно [2]. Державним балансом запасів мінеральної сировини України враховані промислові запаси (категорії $A+B+C_1$) лише семи головних вітчизняних родовищ фосфорних і фосфатовмісних руд, які становлять 2 255 млн т руди з умістом 73 млн т P_2O_5, що дає змогу зробити висновок про спроможність власної промисловості зменшити залежність аграрно-промислового комплексу України від імпорту.

Наприклад, техніко-економічні розрахунки консорціуму "Укрфосфорити" стосовно розробки Жванівського родовища (Хмельницька обл.) жовнових кварц-глауконітових карбонат-фторапатитів, свідчать, що загальний запас останніх становить приблизно 27 500 тис. т руди і за річної продуктивності 550 тис. т руди термін забезпечення запасами становитиме понад 50 років. Водночас вихід фосфоритового борошна з вмістом 8 % P_2O_5 може становити 400 тис. т, а відпускна ціна за 1 т з рентабельністю підприємства 30 % – 10 дол. США. За таких обставин, розрахункова самоокупність підприємства становитиме чотири з половиною роки [3].

Мета дослідження. Розробка нової інноваційної технології, яка ґрунтується на принципово новій концепції переробки фосфатної сировини. Згідно з дослідженнями, виконаними на базі хіміко-бактеріологічної лабораторії кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології хіміко-технологічного факультету Національного технічного університету "КПІ ім. Ігоря Сікорського", отримано переконливі результати, що свідчать про принципову потребу інтегрування біотехнологічних (мікробіологічних) прийомів у технологію промислової переробки мінеральної сировини [4, 5].

Одним з головних аргументів нової концепції стали мікроорганізми, які було виявлено в зразках мінералів з різних родовищ України. Було ідентифіковано кілька видів мікроорганізмів (ендемічних штамів) – роду ***Clostridium sp.*** (збудники масляно-кислого бродіння), нокардіоформні актиноміцети (типові ґрунтові мікрогриби) (рис. 1), а також ряд бактерій і коків, які потребують подальшої ідентифікації. Про знахідки у фосфоритах мікроорганізмів, тільки фосфатизованих, повідомляли Ю. Н. Занін та А. Г. Замирайлова (2011) [6]. Проте, як було визначено під час подальших досліджень, головним чинником, що зумовлює виживання мікроорганізмів в умовах рудних тіл є саме органічні кислоти, які вони продукують у водному середовищі й забезпечують вилуговування (розчинення) з мінералів поживних елементів (фосфору, калію, натрію, магнію, мангану, феруму тощо), потрібних для життєдіяльності. Відома ціла низка мікроорганізмів, спроможна виживати навіть у найагресивніших умовах довкілля, що синтезує органічні кислоти – розчинники мінералів: лимонну (***Aspergillus niger***), масляну (***Clostridium spp.***), мурашину та оксалатну (***Oxalobacter formigenes***) тощо.

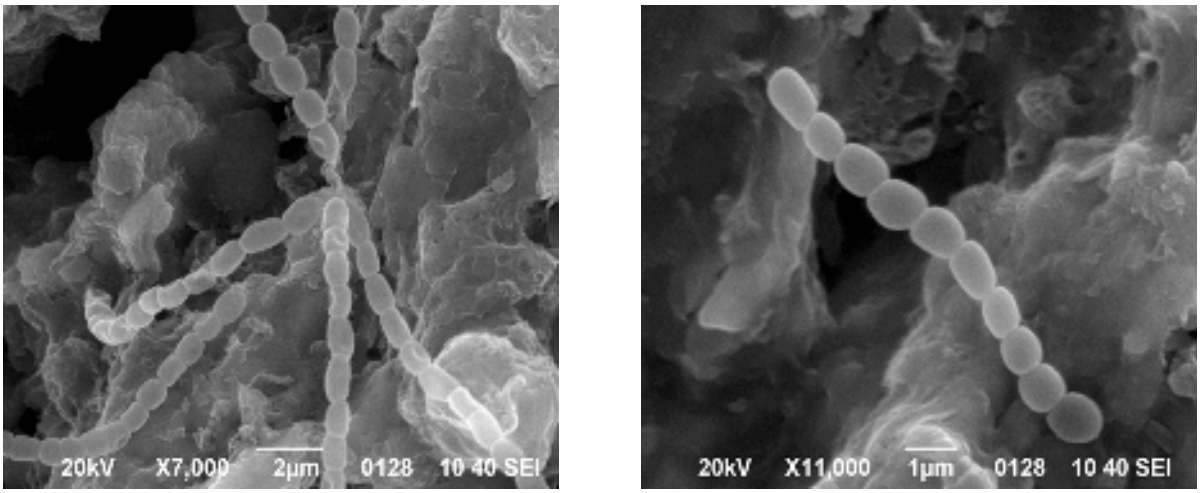


Рис. 1. Нефосфатизовані нокардіоформні актиноміцети на поверхні фосфатумісних карбонат-фторапатиту (ріст "de novo"). Зразки з відслонення вендських аргілітів, Антонів Яр. Лабораторія фізичних методів досліджень ІГН НАН України: електронна сканувальна мікроскопія, режим вторинних електронів

Результати дослідження. Використання органічних кислот, очищених від мікроорганізмів, підтвердили доцільність нового підходу до вилуговування цілого ряду промислово важливих мінералів. Наприклад, використання лактатної кислоти (синтезується молочно-кислими бактеріями ***Lactobacillus bulgaricus*** або ***L. plantarum***) у концентрації 0,5–1,0 М для збагачення карбонат-фторапатитів дає змогу отримати на 120 % більше корисних мінеральних компонентів (водорозчинних), ніж при використанні сульфатної (H_2SO_4) або фосфатної (H_3PO_4) кислоти, традиційних під час виробництва фосфорних мінеральних добрив за класичною схемою:

$$Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2 \cdot CaCO_3 + 4H_2SO_4 = Ca(H_2PO_4)_2 + 4CaSO_4 \downarrow + 2HF \uparrow + CO_2 \uparrow + H_2O \quad (1)$$

або

$$Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2 \cdot CaCO_3 + 6H_3PO_4 \rightarrow 4Ca(H_2PO_4)_2 + CaF_2 \downarrow + CO_2 \uparrow + H_2O. \quad (2)$$

Аналізуючи продукти реакції (1), привертає увагу співвідношення корисного продукту – простого суперфосфату ($Ca(H_2PO_4)_2$) та побічного продукту – фосфогіпсу ($CaSO_4 \downarrow$), що утворює нерозчинний осад у водному розчині. Цього разу на один моль корисного продукту припадає чотири молі шкідливої похідної солі сульфатної кислоти, якої за часи функціонування вітчизняної фосфатно-тукової промисловості (Костянтинівський хімзавод, Сумське ВО "Хімпром", Одеський суперфосфатний завод, Рівненське ВО "Азот", Придніпровський хімзавод, Роздільське ВО "Сірка", Вінницьке ВО "Хімпром", Шосткінське ВО "Свема") накопичилося у хвостосховищах приблизно 2 млрд т [1].

У разі використання фосфатної кислоти (H_3PO_4) як вилугувального чинника (реакція 2) продуктом реакції є також суперфосфат ($Ca(H_2PO_4)_2$), проте собівартість такого добрива досить суперечлива, оскільки для переробки одного моля карбонат-фторапатиту потрібно витратити шість молів фосфатної кислоти.

Крім того, у фосфатній сировині містяться кальцію фторид (CaF_2) та силіцію (IV) оксид (SiO_2), які в разі використання сульфатної кислоти (реакція 1) реагують з останньою, утворюючи досить токсичні газуваті сполуки – фтористоводневу кислоту (реакція 3), тетрафторид силіціуму (реакція 4) та гексафторкремнієву кислоту (реакція 5):

$$CaF_2 + H_2SO_4 \xrightarrow{T} CaSO_4 \downarrow + 2HF \uparrow, \quad (3)$$

$$4HF \uparrow + SiO_2 \xrightarrow{T} 2H_2O + SiF_4 \uparrow, \quad (4)$$

$$SiF_4 \uparrow + 2HF \uparrow \xrightarrow{T} H_2SiF_6. \quad (5)$$

Переробка та нейтралізація наведених сполук створює додаткові технологічні ускладнення та зумовлює високу собівартість цільового продукту (фосфатних добрив).

У разі переробки фосфатної сировини органічними кислотами принциповими вимогами є попереднє визначення мінерального складу й оцінка вмісту карбонатів.

Новизна дослідження. Усі полікарбонатні руди підлягають обов'язковому попередньому збагаченню – декарбонізації з використанням "слабких" кислот, таких як оцтова (CH_3COOH), етилоцтова (масляна – $CH_3CH_2CH_2COOH$) та лактатна

($CH_3CH(OH)COOH$). За своєю природою органічні кислоти – типові протогенні розчинники (донори протонів H^+) і в реакціях декарбонізації "надають" власні протони на утворення двоосновної карбонатної кислоти (H_2CO_3). Остання – нестійка сполука і у водному розчині легко гідролізує з утворенням молекули води (H_2O) та газуватого карбону (IV) оксиду ($CO_2 \uparrow$). Водночас відбуваються активні реакції між карбонатами та відповідними кислотами з утворенням принципово нових продуктів. На прикладі взаємодії карбонатного складника фосфоритів з лактатною кислотою можна навести процеси утворення водорозчинних солей – лактатів відповідних катіонів:

$$Me(CO_3) + 2CH_3CH(OH)COOH \rightarrow Me(CH_3CH(OH)COO)_2 + CO_2 \uparrow + H_2O, \quad (6)$$

де Me - $Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}, Mn^{2+}$ тощо.

Отримані продукти реакції – нетоксичні, безпечні для довкілля і можна використовувати як мінеральні добрива та поживні середовища для вирощування, наприклад, огірків, томатів або зеленої цибулі на гідропонних системах. Крім того, лактати кальцію, магнію, феруму та мангану можна використовувати як кормові домішки під час виробництва комбікормів для домашнього й промислового використання.

Характерною особливістю реакцій декарбонізації, які відбуваються за участю "слабких" органічних кислот є абсолютна селективність їхньої взаємодії лише з карбонатумісними мінералами, такими як кальцит ($CaCO_3$), магнезит ($MgCO_3$), сидерит

($FeCO_3$), доломіт ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$), родохрозит ($MnCO_3$) тощо. З мінералами інших груп (апатитами, сульфідами, алюмосилікатами, оксидами) "слабкі" кислоти не взаємодіють. Така селективність зумовлена фізико-хімічними властивостями як самих мінералів, так і органічних кислот. Оскільки карбонати – солі найслабшої неорганічної кислоти – карбонатної (H_2CO_3), тому відбувається реакція витіснення карбонат-йону (CO_3^{2-}) з кристалічної ґратки мінералу аніонами міцніших кислот (наприклад, ацетат-йоном

(CH_3COO^-), лактат-йоном ($CH_3CH(OH)COO^-$) або йонами будь-якої з кислот, міцніших за карбонатну), а також реакції з утворенням водорозчинних солей відповідних аніонів з реакційно здатними катіонами карбонатів: $Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn^{2+}$ та ін.

Одночасно з процесом декарбонізації відбувається збагачення фосфоритної сировини, де ступінь збагачення залежить від попереднього вмісту карбонатів, оскільки останні майже цілком (≈98 %) розчиняються, а продукти у вигляді водного розчину видаляються за межі реактора. Після декарбонізації нерозчинні рештки піддаються обробці міцнішими органічними кислотами, спроможними розчиняти мінерали групи апатиту – фторапатит ($Ca_{10}(PO_4)_6F_2$), гідроксиапатит ($Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$), хлорапатит ($Ca_{10}(PO_4)_6Cl_2$),

карбонат-фторапатит (франколіт – $Ca_{10}(PO_4, CO_3)_6 F_2$), далліт ($Ca_{10}(PO_4, CO_3)_6 (OH)_2$) та ін. [7]. Останні два мінерали досить поширені в покладах Жванівського родовища [8].

Одна з найсильніших органічних кислот – оксалатна. Її константа іонізації у водному розчині (показник йонної сили кислоти) становить $K_{i_{C_2H_2O_4}} = 5{,}6 \cdot 10^{-2}$, що перевищує аналогічний показник фосфатної кислоти ($K_{i_{H_3PO_4}} = 8 \cdot 10^{-3}$) в сім разів і свідчить про спроможність оксалатної кислоти вилуговувати з апатитів фосфатний складник у вигляді фосфатної кислоти:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 3HOOC - COOH \xrightarrow{T,\ 463{,}15K} 3Ca(COO)_2 + 2H_3PO_4 . \quad (7)$$

Аналогічні реакції відбуваються також у разі використання цитратної кислоти як вилугувального агента:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2C_6H_8O_7 \xrightarrow{T,\ 426{,}15K} Ca_3(C_6H_5O_7)_2 + 2H_3PO_4 , \quad (8)$$

$$Ca_3(PO_4)_2 + 4H_3PO_4 \xrightarrow{T,426{,}15K} 3Ca(H_2PO_4)_2 .$$

Висновки. Отримані результати свідчать, що нова інноваційна технологія переробки фосфатної сировини, яка ґрунтується на використанні лише органічних кислот (лактатної, оксалатної, цитратної тощо), може конкурувати з традиційною технологією та її можна розглядати як альтернативну, екологічно чисту технологію виробництва мінеральних добрив – кальцію фосфату однозаміщеного (суперфосфату) – Е341(I), фосфатної кислоти (Е338) та низки харчових домішок – кальцію лактату (Е327), кальцію цитрату (Е333), лактатів феруму (II) (Е585) та магнію (Е329).

ЛІТЕРАТУРА

1. *Гурський Д. С.* Металічні і неметалічні корисні копалини України. Том II. Неметалічні корисні копалини/Д. С. Гурський, К. Ю. Єсипчук, В. І. Калінін та ін. – Київ – Львів: Видавництво “Центр Європи”, 2006. – С. 20–37.
2. Мінерально-сировинна база України. Неметалеві корисні копалини http://geo.gov.ua/storinka/nemetalevi-korysni-kopalyny
3. *Металіді В. С.* Сировинна база фосфатів України. Стан та перспективи розвитку/В. С. Металіді, І. В. Шепель//Мінеральні ресурси України. – 1998. – № 4. – С. 14–18.
4. *Черненко В. Ю.* Термодинамічне підґрунтя екологічно безпечної технології розчинення карбонатвмісної полімінеральної сировини біогенними чинниками/В. Ю. Черненко, І. М. Астрелін//Наукові вісті Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”. – 2010. – № 5(73). – С. 145–152.
5. *Черненко В. Ю.* Альтернативные методы переработки минералов – основа конкурентоспособности отечественных ГОКов/В. Ю. Черненко, И. М. Астрелин, С. Б. Шехунова, Е. В. Новикова//Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов: материалы Междунар. науч.- техн. конф., Минск, 22–23 ноября 2012 г.: в 2 ч. – Минск: БГТУ, 2012. – Ч. 1. – С. 140–144.
6. *Занин Ю. Н.* История становления учения о бактериальных – цианобактериальных формах в фосфоритах/Ю. Н. Занин, А. Г. Замирайлова//Геология и геофизика. – 2011. – Т. 52. – № 10. – С. 1440–1446.
7. *Фрей К.* Минералогический справочник/К. Фрей. – Л.: Недра, 1985. – 512 с.
8. *Сеньковский Ю. Н.* Фосфориты Запада Украины/Ю. Н. Сеньковский, В. В. Глушко, А. Ю. Сеньковский. – К.: Наукова думка, 1989. – 132 с.

УДК 553.3/.9:338

ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ЕКОНОМІЧНОГО АНАЛІЗУ ПІД ЧАС ДОСЛІДЖЕННЯ РИЗИКІВ ДІЯЛЬНОСТІ ГІРНИЧОДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ

А. Б. Шапран[1], О. В. Зур'ян[2], О. І. Качалова[3], Т. В. Величко[4] 1 – завідувач відділу, УкрДГРІ, м. Київ, Україна, shapran_ab@ukr.net, 2 – д-р філософії в галузі економіки, заступник директора з виробництва, економіки та загальних питань, УкрДГРІ, м. Київ, Україна, olegzurian@gmail.com, 3 – провідний економіст УкрДГРІ, м. Київ, Україна, e_kachalova@ukr.net, 4 – науковий співробітник, УкрДГРІ, м. Київ, Україна, tvel136@ukr.net

У доповіді зроблено спробу систематизувати практичний досвід науковців УкрДГРІ із залучення стандартних інструментів фінансово-економічного аналізу під час дослідження економічної стійкості запроектованих та діючих гірничодобувних підприємств. З великого різноманіття інструментів економічного аналізу автори застосували найпростіші у користуванні та такі, що не потребують громіздкого математичного апарату та складних графічних побудов. На прикладах з реальними даними проілюстровано застосування методів управлінського та інвестиційного аналізів для визначення ступеню ризиків і економічної стійкості гірничодобувних підприємств.

EXPERIENCE OF APPLICATION OF TOOLS OF THE ECONOMIC ANALYSIS AT RESEARCH OF RISKS OF ACTIVITY OF THE MINING ENTERPRISES

A. B. Shapran[1], O. V. Zurian[2], E. I. Kachalova[3], T. V. Velichko[4]
1 – Ukrainian State Geological Research Institute, shapran_ab@ukr.net, 2 – Ukrainian State Geological Research Institute, olegzurian@gmail.com, 3 – Ukrainian State Geological Research Institute, e_kachalova@ukr.net, 4 – Ukrainian State Geological Research Institute, tvel136@ukr.net

Attempt of systematization of experience of use of standard tools of the financial and economic analysis is made at research of economic stability of the mining enterprises. Tools and algorithms without the bulky mathematical means and complex graphic forms are applied. On real examples with application of the management and investment analysis methods of definition of a level of risk and economic stability of functioning of the mining enterprises are illustrated.

Окреслення проблеми

Фахівці, які займаються геолого-економічною оцінкою об'єктів надрокористування, зазвичай зосереджують зусилля на доведенні балансової належності підрахованих запасів корисної копалини за прийнятими кондиціями. Відомо, що без такої процедури затвердження промислових категорій запасів корисної копалини неможливе. Зазвичай поглиблене вивчення прийнятих вартісних показників та їхнього впливу на кінцевий результат прогнозування не потрібне.

Водночас підприємствам потрібна інформація про можливість оптимізації наявної економічної ситуації або означення застережень про можливі негативні економічні наслідки в разі зміни виробничих показників.

Отже, потреба виконання таких досліджень зумовлена, з одного боку, бажанням надрокористувача з'ясувати можливі економічні ризики в разі зміни обсягів видобутку та ціни на свою товарну продукцію в сучасних мінливих економічних умовах. З іншого боку, актуальність досліджень пов'язана з тим, що детального аналізу економічного ризику в попередніх ТЕО, виконаних за стандартними схемами, загалом не проводили або проводили формально.

Постановка завдання

Фінансово-економічна оцінка гірничодобувних підприємств ґрунтується на множині показників, частина котрих може неочікувано змінюватися, тоді як деякі інші не може бути визначено достеменно. Процедура, яка досліджує вплив таких змін або неточностей у визначенні вихідних даних на критеріальні показники роботи підприємства, має назву аналізу економічної стійкості виробництва.

Послідовність етапів економічного аналізу гірничодобувного підприємства наведено на рис. 1.

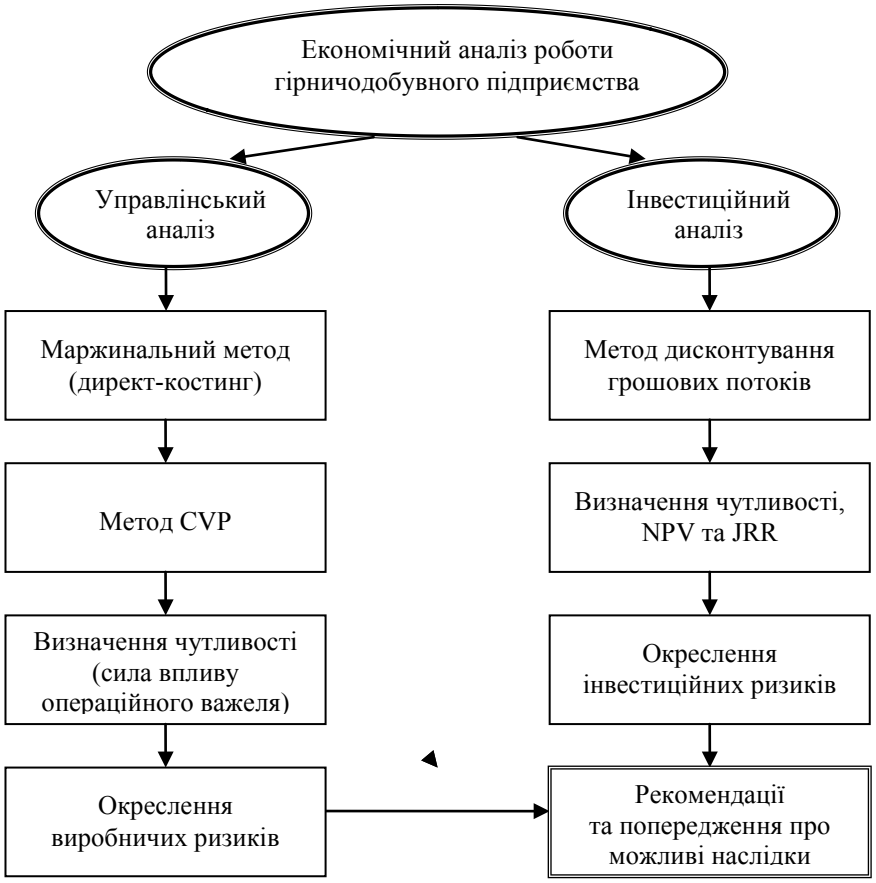


Рис. 1. Схема взаємозв'язку інструментів економічного аналізу

Згідно з поданою схемою, дослідження проводять за двома напрямами для статичної та динамічної груп вихідних даних і критеріїв оцінки. Окремо формулюють як вихідні параметри, так і розрахункові критерії для кожного напряму розрахунків.

Зі схеми випливає, що в результаті досліджень буде окреслено ризики гірничодобувного підприємства для різних змодельованих реально можливих ситуацій під час виробничої діяльності з видобування мінеральної сировини. Ґрунтуючись на аналізі цих ризиків, буде надано рекомендації надрокористувачеві щодо уникнення найнебезпечніших ситуацій у плануванні обсягів видобутку, вартісних показників, інвестиційної політики на найближчі роки прогнозування. Такі застереження, на нашу думку, дадуть змогу надрокористувачеві застосувати найбезпечніші сценарії в разі варіативного прогнозування добувної діяльності на реальний період прогнозування.

Вибір варіантів для моделювання

Моделювання проводиться статичним та динамічним методами для трьох варіантів з трьома класичними сценаріями: базовим, оптимістичним і песимістичним.

Перший варіант передбачає вивчення впливу зміни ціни 1 т товарної продукції на розрахункові критерії. Другий варіант виявляє вплив зміни собівартості на стійкість економічного стану підприємства, а третій вивчає зміну річної потужності підприємства з випуску товарної продукції.

Поваріантні вихідні дані для різних сценаріїв згуртовано в табл. 1.

Таблиця 1. Поваріантні вихідні дані для різних сценаріїв рішення прогнозних задач

Варіант	Показник	Сценарії			Зміни показника, %
		Песимістичний	Базовий	Оптимістичний	
I	Ціна, грн/т	674,5	710	745,5	5
II	Собівартість, грн/т	708,92	675,16	641,4	5
III	Річна потужність, тис. т	1 620	1 800	1 980	10

Результати економічного аналізу для конкретного вугільного родовища

Дослідження засобами управлінського аналізу

Особливістю управлінського аналізу є поєднання виробничого та фінансового обліку. Таким чином, з'являється можливість регулярного контролю або операційного аналізу показників за схемою "витрати – обсяг – прибуток", що англійською "cost – volume – profit" – CVP.

Ключову роль у схемі CVP відіграє “коефіцієнт беззбитковості” ($К_б$). Згаданий коефіцієнт виконує об’єднавчу функцію в системі операційного аналізу: за його участі розраховують постійні витрати ($В_{пос}$), беззбитковий оборот по підприємству ($Б_о$), розраховують точку беззбитковості в натуральному та вартісному виразі ($Т_б$), визначають прибуток (П) і рентабельність ($Р_п$), крім цього розраховують запас надійності ($З_н$) і силу впливу операційного важеля (СВОВ), англійською (DOL).

Ступінь впливу оперативного важеля виявляє залежність виробництва від обсягу постійних витрат та визначає, на скільки відсотків зміниться прибуток до оподаткування зі зміною обсягу виробництва (видобутку) на 1 %. Так, у нашому разі, зменшення валового доходу від реалізації лише на 10 % для песимістичного сценарію призведе до зменшення прибутку майже на 15 %, а за оптимістичного сценарію збільшення цього показника становитиме майже 13 %, для базового сценарію – майже 14 %.

Отже, наведений аналіз свідчить на користь вибору збільшення обсягу видобутку в разі постійних значень собівартості 1 т вугілля та його ціни, розрахованих для ІІІ-го варіанта базового сценарію.

Таблиця 2. Результати операційного аналізу діяльності шахти

Назва показників, критеріїв	Од. виміру	Схема розрахунку	Значення			Вимоги до критеріїв, інтервали допуст. значень
			Стандартний			
			песиміст.	базов.	оптиміст.	
1	2	3	4	5	6	7
1. Фактичний обсяг виготовлення товарної продукції	тис. т	факт	1620,0	1800,00	1980,0	
2. Собівартість 1 т товарної продукції	грн	ряд5/ряд1	675,2	675,2	675,2	
3. Ціна 1 т товарної продукції	грн	ряд 4/ряд 1	710,00	710,00	710,00	
4. Валовий дохід	тис. грн	ряд 3*ряд 1	1150200,0	1278000,0	1405800,0	
5. Загальні (валові) витрати	тис. грн	ряд 2*ряд 1 ряд 6+ряд 7	1093759,2	1215288,0	1336816,8	
6. Постійні витрати	тис. грн		810000,0	810000,0	810000,0	
7. Змінні витрати	тис. грн	ряд 6–ряд 5	283759,2	405288,0	526816,8	
8. Питомі постійні витрати на одиницю товарної продукції	грн/т	ряд 6/ряд 1	500,0	450,0	409,1	
9. Питомі змінні витрати на одиницю товарної продукції	грн/т	ряд 7/ряд 1	225,2	225,2	225,2	
10. Операційний прибуток до сплати податків	тис. грн	ряд 4–ряд 5	56440,8	62712,0	68983,2	
11. Маржинальний прибуток	тис. грн	ряд 4–ряд 7	866440,8	872712,0	878983,2	
12. Питомий маржинальний прибуток на одиницю товарної продукції	грн/т	ряд 3–ряд 9	484,8	484,8	484,8	
13. Коефіцієнт маржинального прибутку	од.	ряд 11/ряд 4	0,8	0,7	0,6	1>K>0
14. Мінімальний рентабельний обсяг продукції в “точці беззбитковості”	тис. т	ряд 6/ряд 12	1670,7	1670,65	1670,7	$Q_ф>Q_{min}>0$
15. Рівень беззбитковості	од.	ряд 14/ряд 1	1,0	0,9	0,8	0,8>R>0,5
16. Зона (межа) безпеки	тис. т	ряд 1–ряд 14	–50,7	129,3	309,3	
17. Відносний показник зони (межі) безпеки	%	ряд 16/ряд 1	–0,031	0,072	0,156	1>R>0
18. Коефіцієнт безпеки виробництва	од.	ряд 1/ряд 14	1,0	1,1	1,2	$2>К_{б.в}>1,8$
19. Коефіцієнт беззбитковості	од.	ряд 6/ряд 11	0,9	0,9	0,9	$1>К_{без}>0$
20. Коефіцієнт операційного важеля	од.	ряд 6/ряд 5	0,8	0,7	0,6	$К_{о.л}>0$
21. Сила впливу операційного важеля	од.	ряд 11/ряд 10	15,35	13,92	12,74	DOL>1

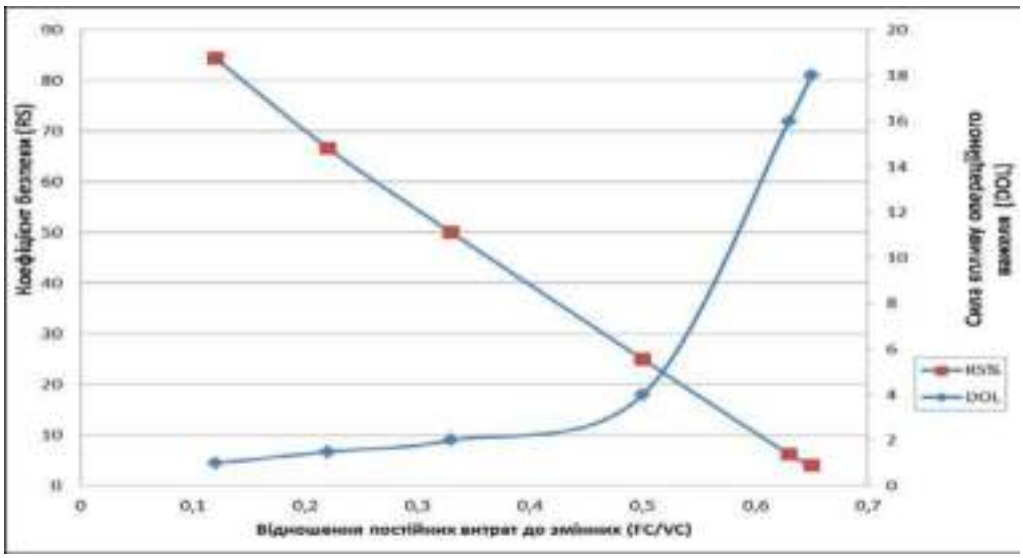


Рис. 2. Характер змін критеріїв економічної безпеки гірничодобувного підприємства відповідно до структури собівартості

Дослідження засобами інвестиційного аналізу

Отримані внаслідок моделювання дисконтованих грошових потоків дані можна інтерпретувати у вигляді “павукоподібних” променевих діаграм. Вони зручні для дослідження результатів моделювання тим, що дають змогу наочно виявити ступінь зміни того чи іншого розрахованого параметра залежно від зміни похідних даних варіанта моделювання (незалежного показника) (див. рис. 2).

Окреслення ризиків

У процесі аналізу результатів моделювання визначено чутливість розрахункових параметрів до зміни незалежних вихідних даних.

За процедурою аналізу визначено групу критеріїв, які досить відчутно реагують на зміну незалежних параметрів і, відповідно, групу параметрів, реакція яких на зміну цих параметрів є незначною.

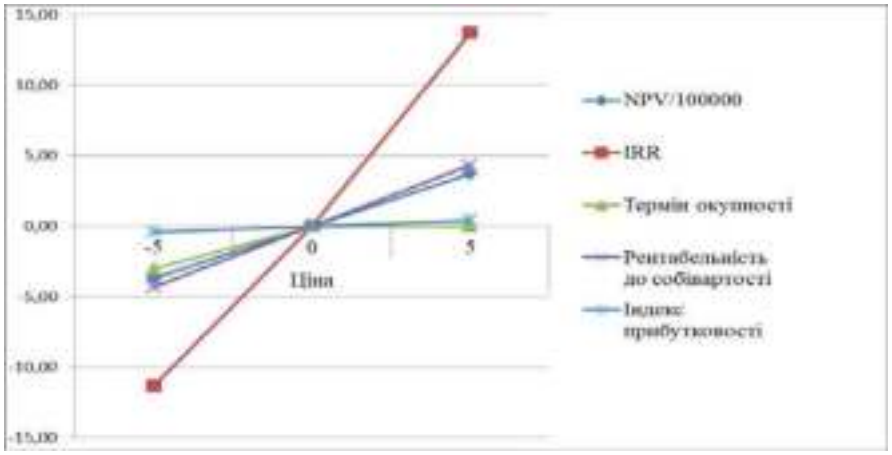


Рис. 3. Аналіз чутливості розрахункових параметрів до зміни незалежних показників

Застереження

Виконані дослідження дали змогу авторам виявити залежні параметри моделі, зокрема NPV та IRR, які найбільш різко реагують на навіть незначні зміни незалежних параметрів (такі як ціна, собівартість, річний обсяг видобутку).

Тому автори пропонують надрокористувачеві обережно ставитися до планування змін у ціновій політиці та річній потужності.

Виявлені співвідношення залежних і незалежних параметрів зведено в табл. 3.

Таблиця 3. Співвідношення змін незалежних параметрів, виявлених під час економічного моделювання

Показники		Зміни показників		Чутливість $K_{проп.}$%
незалежні (вихідні)	залежні (розрахункові)	+	–	
Річна потужність	NPV	3,7	3,7	23,5
	IRR	13,7	11,7	73,0
	Термін окупності	3,0	3,0	48,8

Як видно з таблиці, на зміну річної потужності на 10 % модель реагує змінами розрахункових параметрів від 23,5 до 73,0 %.

Рекомендації надрокористувачеві щодо оптимізації техніко-економічних показників роботи підприємства

1. Зважаючи на фактичну потужність з видобутку вугілля, що становить приблизно 1 000 тис. т на рік, і прогнозну – 1 800 тис. т, та з огляду на результати моделювання, рекомендуємо надрокористувачеві здійснити заходи щодо нарощування потужності до проектного рівня. Адже за наявного співвідношення ціни та собівартості зменшення потужності може призвести до збитків.

2. Розуміючи, що ціну на вугілля диктує ринок, рекомендуємо вжити заходів щодо збільшення відпускної ціни хоча б на 5 %, що відразу позначиться на збільшенні прибутку.

3. Дуже важливим важелем впливу на збільшення рентабельності виробництва є оптимізація собівартості. Йдеться не тільки про її зменшення, а й про зміну її структури. Якщо нині через суттєву амортизацію й підвищену зарплату, земельний та екологічний податки частка постійних витрат сягає майже 70 %, то, оптимізувавши названі складники собівартості, можна їх вивести до рівня 50 % і менше.

За структури витрат, де частка постійних витрат буде меншою чи дорівнюватиме змінним витратам, сила впливу операційного важеля буде менш відчутною (див. рис. 3).

Отже, на нашу думку, у разі використання комплексного підходу до вирішення проблеми оптимізації техніко-економічних показників роботи гірничодобувного підприємства за кожним з рекомендованих напрямів можна досягти позитивних результатів.

Підсумки

Виконані дослідження дали змогу лише окреслити коло найважливіших проблем в економіці надрокористування для конкретного родовища вугілля. Для цього об’єкта надрокористування ми створили економічну модель, яка дає змогу відтворювати в схематизованому вигляді взаємодію основних геолого-економічних чинників та їхній вплив на кінцевий результат експлуатації родовища аж до виснаження запасів вугілля.

Запропонований метод аналізу може застосовувати менеджмент гірничодобувних підприємств для обґрунтованого прийняття управлінських рішень стосовно напрямів розвитку виробництва.

УДК 553. 493 (477.62)

ПЕРСПЕКТИВЫ ФАНЕРОЗОЙСКИХ РЕДКОМЕТАЛЛЬНО-РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ РУДОПРОЯВЛЕНИЙ СОЧЛЕНЕНИЯ ДДВ И ВОСТОЧНОГО ПРИАЗОВЬЯ

Е. М. Шеремет[1], А. Н. Пономаренко[2], С. Н. Стрекозов[3], Л. Д. Сетая[4]
1 – д-р геол.-минерал. наук, профессор, evgsherem53@gmail.com, 2 – д-р геол.-минерал. наук, академик НАН Украины, pan.igmof@gmail.com, 3 – научный сотрудник, ssss2116@gmail.com, 4 – старший научный сотрудник; lasetaya@yandex.ru, Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н. П. Семененко НАН Украины, г. Киев, Украина, evgsherem53@gmail.com

Восточное Приазовье Украинского щита, являясь редкоземельной провинцией докембрийских рудопроявлений и месторождений, незаслуженно забыто в той части, что касается полезных ископаемых, связанных с фанерозойским магматизмом. Только в одном месте – в зоне сочленения ДДВ с Восточным Приазовьем – проявился фанерозойский магматизм. Как показали исследования периода 2001–2010 гг Приазовской комплексной геологосъемочной партии КП "Південукргеологія" в зоне сочленения ДДВ с Приазовским кристаллическим массивом выделяется фанерозойская редкоземельная (иттриевоземельная) рудная формация. Особенностью ее является то, что она проявилась по зонам разломов, заложенным в позднепалеозойский и позднемезозойский этапы и, на наш взгляд, сопряжена с геодинамическими процессами, происходившими в пределах соседней Скифской плиты и в складчатом Крымско-Кавказском поясе.

PERSPECTIVES OF FANEROZOIC RARE-METALS AND RARE-EARTH ORE OF THE CONJUNCTION OF DDV AND EASTERN PRIAZOVIA

A. N. Ponomarenko[1], Ye. M. Sheremet[2], S. N. Strekozov[3], L. D. Setaja[4]
1 – pan.igmof@gmail.com, 2 – evgsherem53@gmail.com, 3 – ssss2116@gmail.com, 4 – lasetaya@yandex.ru, Semenenko M. P. Institute of geochemistry, mineralogy and ore formation of the National Academy of sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine, evgsherem53@gmail.com

The eastern Priazovie of the Ukrainian shield, being a rare-earth province of precambrian ore occurrences and deposits, has been undeservedly forgotten insofar as concerns minerals associated with phanerozoic magmatism. Only in one place – in the zone of articulation of the DDV with the Eeastern Priazovie – phanerozoic magmatism appeared. As shown by the studies of the period 2001–2010 of the Priazovsky complex geological survey of the KP "Pivdenukrgeologiya", the phanerozoic rare-earth (yttrium-earth) ore formation is singled out in the junction zone of the DDV with the Azov crystalline massif. Its peculiarity is that it manifested itself along the fault zones, which was laid in the late paleozoic and late mesozoic stages and, in our opinion, is associated with geodynamic processes occurring within the neighboring Scyphian plate and in the folded Crimean-Caucasian belt.

Введение

Редкоземельные (иттриевоземельные) проявления обнаружены в районе Жеголево, в карьерах Восточный и Стыльский Докучаевского флюсо-доломитного комбината, в карьерах Новотроицкий, Северный, в районе Южного карьера Комсомольского рудоуправления, на Восточном участке Родниковского месторождения и др. [1]. В наиболее изученном Жеголевском рудопроявлении получены весьма обнадеживающие данные по содержанию редкоземельных элементов (REE). Редкоземельная рудная формация является одной из ряда формаций фанерозоя зоны сочленения. Другие формации:

– собственно магматические: кимберлитовая (алмазоносные и неалмазоносные трубки взрыва), Ti-V Покрово-Киреевское месторождение, флюоритовое Покрово-Киреевское месторождение;

– гидротермальная – киноварная (первичные ореолы рассеяния в пределах Доломитового, Западно-Доломитового, Комсомольского и Центрального Восточного рудников);

– полиметаллическая – руды Южно-Донбасской металлогенической зоны – Новотроицкий, Антоновский, Стыльский, Камышевахский и Комсомольский рудные узлы;

– золоторудная – золотоносная минерализация Докучаевского района (участок "Центральный"), Стыльский карьер (участок "Водораздельный"), балка Глубокая (участок "Балка Глубокая");

– полиметаллическая минерализация в юго-восточной части Приазовского блока в пределах Кальмиусской площади – одно рудопроявление Mo (Новоселовское), одно рудопроявление W (Вербовое), одно рудопроявление Pb (Кичиксу).

Поэтому масштабы редкоземельной минерализации могут быть довольно значительными, если увязывать ее с геодинамическими процессами позднепалеозойского и раннемезозойского возраста, происходившими на границах зоны сочленения ДДВ и Приазовского кристаллического массива в пределах соседней Скифской плиты и в складчатом Крымско-Кавказском поясе.

Характеристика редкоземельных проявлений

Интенсивное проявление тектономагматической активизации на разных этапах развития зоны сочленения крупных региональных структур – Приазовского кристаллического массива УЩ и Донецкого прогиба – обусловило широкое распространение минерализации различных генетических типов и разнообразного вещественного состава. В частности, здесь отмечено повышенное содержание редких и редкоземельных металлов, а также сопутствующих им элементов (F, Mo).

Среди гидротермальных аргиллитов нижнего карбона было установлено промышленно значимое содержание REE иттриевоземельной группы рудной формации почти на всей площади сочленения Донбасса с Приазовским блоком УЩ (объекты указаны во введении).

Рудопроявления приурочены к гидротермальным аргиллизитам в зонах тектонического меланжа среди карбонатных пород карбона. Мощность зон составляет первые десятки метров, установленная длина по простиранию достигает первых километров. Содержание $\sum TR_2O_3$ в рудных зонах – от сотых до десятых долей процента, достигая в единичных случаях 1,03 %. REE относятся к иттриевой группе.

По данным аналитических исследований в аргиллизитах и меланжированных углеродистых известняках Родниковского месторождения флюсового сырья установлено промышленно значимое содержание $\sum TR_2O_3$ – от 0,01 до 0,28 % и W – от 0,01 до 0,47 %. В Раздольненском рудном узле, в скважинах 1 и 2 (карьеры Южный и № 9) в аргиллизитах установлено промышленно значимое содержание $\sum TR_2O_3$, достигающее 0,20 и 0,12 %. В Жеголевском рудопроявлении содержание $\sum TR_2O_3$ по 43 пробам составило от 0,5 до 1,03 %. В отобранных 26 пробах аргиллизитов по данным маршрутных пересечений и бороздового опробования по всей площади распространения тектонического меланжа, исследованных плазменным спектральным анализом в лаборатории ИГЭПД, содержание $\sum TR_2O_3$ колеблется от 0,34 до 2,23 %. Ниже приводится описание Жеголевского рудопроявления (наиболее перспективного и хорошо изученного), позволяющее понять сущность редкоземельного рудоообразования в аргиллизитах.

Жеголевское редкоземельное рудопроявление площадью 4,2 км^{2}расположено в 2,5–4,0 км южнее г. Комсомольское Старобешевского района Донецкой области в Южно-Донбасской металлогенической зоне.

Продуктивной зоной, контролирующей рудовмещающие аргиллизиты, является зона тектонического меланжа – широкие продольные полосы почти полностью дезинтегрированных пород с глыбами-кластолитами и небольшими неизмененными массивами различных пород карбона, девона и протерозоя. В разрезе такие полосы представляют собой мощные зоны брекчирования в сместителях послойных и субпослойных надвигов северного и северо-восточного падения. Длина зон меланжа в надвигах – от первых километров до десятков километров при субширотном простирании и ширине до 0,5–3,5 км и больше. Мощность рудных тел колеблется от 1,1 до 41,0 м. Распространение аргиллизитов в разрезе терригенно-карбонатных пород рудопроявления очень неравномерное: коэффициент рудоносности (отношение мощности рудных тел к мощности продуктивной зоны) по каждой скважине изменяется от 0 до 1. Основным породообразующим минералом является каолинит, в небольшом количестве отмечены сульфиды (в основном пирит), кварц и др. Среднее значение $\sum TR_2O_3$ по аргиллизитам составляет 0,144 %, максимальное достигает 1,03 %. Руды рядовые: бедные руды (0,05–0,1 %) составляют 24 % от общего объема, рядовые (0,1–0,25 %) – 49 %, богатые (0,25–0,5 %) – 17 %, очень богатые (более 0,5 %) – 10 %. По данным селективного химического анализа REE, выполненного в лаборатории Крымского отделения УкрГГРИ (г. Симферополь), содержание REE цериевой (легкой) группы составляет 66,77 %, REE иттриевой (средней, тяжелой и собственно иттрий) группы – 33,23 %. Технологические исследования после гравитационной обработки малообъемной лабораторно-технологической пробы аргиллизита показали отсутствие какой-либо минеральной формы нахождения в нем REE. Было установлено, что REE рассеяны в тонкозернистом аргиллизите в адсорбированном (ионном) виде и легко выщелачиваются при гидрометаллургическом переделе.

Подсчитанные ресурсы Жеголевского рудопроявления REE относятся к прогнозным запасам категории P_3. Учитывая переводной коэффициент 0,08 ресурсов категории P_3 в запасы категории C_2 мы получаем: 3 700,3 тыс. т руды, 5,18 тыс. т $\sum TR_2O_3$ (что соответствует крупному месторождению), в том числе:– REE цериевой (легкой) группы – 3,46 тыс. т; REE иттриевой группы – 1,72 тыс. т.

Таким образом, пример Жеголевского рудопроявления REE убедительно показывает перспективность всей Южно-Донбасской металлогенической зоны длиной 48 км и шириной 10 км на выявление промышленных месторождений REE.

Приазовский блок УЩ является известной докембрийской редкометалльно-редкоземельной провинцией. Месторождения этой формации образовались за счет активизации верхней мантии в процессе протерозойской субдукции [2]. Вся земная кора пропитывалась флюидами, несущими тепло и рудные компоненты.

Восточное Приазовье в фанерозое с севера подвергалось тектономагматической активизации при формировании Днепровско-Донецкого грабена, а с юга – процессам тектономагматической активизации, синхронным с мезозойским грабенообразованием Скифской плиты. Вовлеченная в процессы магмообразования докембрийская земная кора в результате переплавления приводила к формированию новых рудопроявлений. Мантийные флюиды поднимались по зонам унаследованных от протерозойского времени глубинных разломов.

Отражением этих процессов и являются зоны тектонического меланжа с редкоземельной минерализацией. Если это так, то масштабы такого оруденения должны быть значительными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фанерозойский магматизм Восточного Приазовья Украинского щита и связанные с ним полезные ископаемые (петрология, геохимия и рудоносность)/Е. М. Шеремет, С. Г. Кривдик, Н. А. Козар и др.; под ред. академика НАН Украины А. Н. Пономаренко. – Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н. П. Семененко НАН Украины. – Киев: ЦП "Компринт", 2015. – 318 с.

2. *Азаров Н. Я., Анциферов А. В., Шеремет Е. М.* и др. Геолого-геоэлектрическая модель Орехово-Павлоградской шовной зоны Украинского щита. – Киев: Наукова думка, 2005. – 190 с.

УДК 553.641:550.4

РАДІОГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОСФОРИТІВ ЯК АГРОХІМІЧНОЇ СИРОВИНИ

С. Б. Шехунова[1], С. М. Стадніченко[2], В. В. Гудзенко[3], В. В. Пермяков[4]
1 – д-р геол. наук, чл.-кор. НАН України, Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна, shekhun@gmail.com; 2 – канд. геол. наук, Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна, stadnik_sm@ukr.net; 3 – канд. геол.-мінерал. наук, Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна, vadymgudz@ukr.net; 4 – канд. техн. наук, Інститут геологічних наук НАН України, м. Київ, Україна, permyakov@nas.gov.ua

Досліджено радіогеохімічні характеристики фосфоритів України (Подільський виступ Українського щита, Придністров'я, венд; західний схил Українського щита; с. Худиківці, р. Калюс, вехній альб – сеноман; м. Ізюм, г. Кремінець, сеноман; центральна частина Українського щита; с. Деринковець, середній еоцен, лютет), а також з родовищ фосфоритів із Сирії, Білорусі, Росії та Казахстану. Встановлено, що вміст урану в досліджених зразках змінюється в широких межах: фосфорити венду з Придністров'я характеризуються найнижчими, а крейдового віку – найвищими значеннями, що свідчить про їхні різні генезиси; уміст торію в усіх вивчених зразках набагато, ніж очікується відповідно до природних співвідношень Th/U; отримані значення Th/U для фосфоритів крейдового віку вказують на значний перерозподіл цих елементів у діагенезі; за торій-урановим та калій-урановим співвідношеннями особливе місце посідають кулясті фосфорити вендських відкладів Придністров'я, де перевага ^{40}K над ураном сягає 24,1; уміст усіх радіонуклідів у вміщувальних аргілітах венду вищий, ніж у пластовому фосфориті, що свідчить про перерозподіл у діагенезі фосфату та антибатність процесів концентрування фосфату та урану. Найвищим умістом урану з крейдових утворень вирізняються фосфорити Мстиславського та Вятсько-Камського родовищ, найнижчим – родовища Хнейфіс.

RADIOGEOCHEMICAL FEATURES OF PHOSPHATES AS AGROCHEMICAL RAW MATERIAL

S. B. Shekhunova[1], S. M. Stadnichenko[2], V. V. Gudzenko[3], V. V. Permyakov[4]
1 – Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, shekhun@gmail.com, 2 – Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, stadnik_sm@ukr.net, 3 – Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, vadymgudz@ukr.net, 4 – Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, permyakov@nas.gov.ua

Radiogeochemical characteristics of Ukrainian phosphates have been investigated (Ukrainian Shield Podillia protrusion, Neardnistria, Vendian; the Ukrainian Shield western slope, v. Hudykivtsi, Kallus River, upper Albian-Cenomanian; Kreminets mountain, Cenomanian; Ukrainian Shield central part, v. Derynkovets, middle Eocene, Lyutet), as well as from phosphorite deposits of Syria, Belarus, Russia and Kazakhstan. Established that the uranium content in the investigated samples are highly variable: Vendian phosphates characterized by the lowest and Cretaceous – the highest values, indicating their different genesis and phosphogenesis direction; thorium content in all studied samples is significantly lower than expected according to the usual Th/U ratio; obtained value Th/U for Cretaceous phosphate indicate significant redistribution of radioisotopes in diagenesis; for the thorium-uranium and uranium-potassium ratios special place takes sphere-shaped Vendian deposits of the Neardnistria phosphates, where ^{40}K advantage over uranium reaches 24,1; radionuclides contents in the bearing Vendian argillites higher than in the bedded phosphates, indicating the diagenetic phosphate redistribution and slope opposition of the phosphate and uranium concentration processes. Among the Cretaceous formations, the highest uranium content was found in the phosphorites of the Mstyslavske and Viatsko-Kamske deposits, the lowest – Khneifis deposit.

Реаліями сучасної структури економіки України є зростання частки і ролі агропромислового комплексу, що робить актуальними роботи з розвитку та забезпечення його мінерально-сировинної бази. До агрохімічної сировини належать корисні копалини, які безпосередньо чи після переробки застосовують як добрива, засоби для поліпшення агрохімічних властивостей ґрунтів та/або як мінеральні домішки до кормів. До такої сировини належать і природні фосфорити, поряд з калійними солями, торфом, сапропелем, сапонітом та ін. Унаслідок переробки фосфоритів отримують фосфорні добрива. Фосфати є також важливим компонентом кормових домішок, що забезпечують високу продуктивність тваринництва. Проте з огляду на збільшення попиту в розвинених країнах на екологічно чисту сільськогосподарську продукцію з обмеженням внесення мінеральних добрив та високими вимогами щодо мікрокомпонентів зростають стандарти якості агрохімічної сировини, її речовинного макро- і мікрокомпонентного складу, який зумовлює і технологічні властивості руд.

Фосфатну сировину в Україні наразі не видобувають, водночас річні потреби країни у фосфатних добривах оцінюють у 1,5 млн т P_2O_5. Хімічні переробні підприємства працюють на імпортній сировині і до останнього часу використовували переважно російський кіровський апатитовий концентрат. Фосфорити поширені на території України у відкладах неогену, палеогену, крейди, карбону і верхнього протерозою (едіакарію/венду). Вони утворюють фосфоритові, фосфатно-глауконітові та інші генетичні типи родовищ. У цих утвореннях встановлено приховано-, мікрокристалічні та кристалічні скупчення фосфатної речовини з групи апатиту, які містять численні вкраплення інших мінералів. У фосфоритах частина фосфору зазвичай заміщена вуглецем, залежно від умісту якого змінюються й властивості фосфатних мінералів, які можуть бути

представлені фторапатитом, карбонат-фторапатитом (франколітом), хлорапатитом, гідроксилапатитом, карбонат-гідроксилапатитом; характерна наявність ізоморфного урану та інших радіоізотопів. Крім фосфатів кальцію, до складу фосфоритів входять різні нефосфатні мінерали, серед яких основними є кварц, халцедон, кальцит, доломіт, глауконіт, а підпорядкованими – глинисті (каолініт, дикіт, монтморилоніт та ін.), алюмосилікатні, залізисті, органічні речовини. Геохімічними дослідженнями у фосфоритах встановлено вміст понад 10 токсичних металів 1–2 класів небезпеки (Cd, Pb, Co, As, Hg, Cr, Ni, Se, Cu, Zn, Sb та ін.). Для фосфатної сировини поступово вводяться обмеження за вмістом екологічно контрольованих елементів і за рівнем ефективної питомої активності природних радіонуклідів. Тому залучення фосфатної сировини в економічну діяльність потребує докладного вивчення їхнього речовинного складу сучасними методами з огляду на наявність в їхньому складі мікродомішок, зокрема радіоактивних та токсичних елементів, що обмежують їхнє використання як агрохімічної сировини.

Матеріали. В осадовому чохлі України в різних осадово-породних басейнах встановлено шість рівнів фосфатонакопичення (вендський, візейський, альб-сеноманський, сантон-кампанський, еоценовий та кімерійський) [1–3 та ін.]. Ми дослідили зразки фосфоритів з п'яти з цих рівнів (окрім кімерійського), а також з низки родовищ фосфоритів із Сирії, Білорусі, Росії та Казахстану.

Кам'яний матеріал зібрано у 2007–2017 рр. з відслонень: верхнього протерозою (едіакарій (венд), калюські верстви) на Подільському виступі в Придністров'ї по р. Ушиця (с. Миньківці, с. Тимків), з пригирлових частин річок Лядова (с. Лядова), Жван та на березі Дністровського водосховища (с. Галиця); західного схилу Українського щита, с. Худиківці, р. Калюс, верхній альб – сеноман; м. Ізюм, г. Кремінець, сеноман; Нова Амвросіївка, нижній сеноман; центральна частина Українського щита, с. Деринковець, середній еоцен, лютет. Для порівняння результатів вивчення фосфоритів з території України за вмістом урану і торію активність цих елементів була визначена також у зразках фосфоритів з родовищ: Хнейфіс (верхня крейда, Сирія), Мстиславське (верхня крейда, Білорусь), Вятсько-Камське (нижня крейда, Росія), Тьєсай (верхній неопротерозой-нижній палеозой, Казахстан).

Методи досліджень охоплювали традиційні польові та низку спеціальних аналітичних літологічних, мінералогічних і геохімічних. Застосовувалася оптична поляризаційна та електронна мікроскопія, рентгендифрактометричний аналіз. Електронний сканівний мікроскоп, обладнаний детекторами вторинних та зворотньо-розсіяних електронів, енергодисперсійним та хвиледисперсійним спектрометрометрами, які використовували для хімічного мікроаналізу фосфатів, дослідження вміщувальних порід та їхньої ультрамікробудови. Для отримання даних з геохімії радіоактивних елементів та розподілу урану, торію, радію, калію застосовано метод напівпровідникової гамма-спектрометрії високої роздільної здатності. Особливості його використання для дослідження фосфоритів ми розглянули в публікації [2].

Результати та їх обговорення. Результати досліджень фосфоритів в узагальненому вигляді наведено в таблиці, в якій об'єкти згруповано відповідно до геологічного віку, літологічного типу утворень та їхнього місцезнаходження.

Конкреційні кулясті фосфорити з тонкошаруватих темно-сірих, шоколадно-коричневих аргілітів калюських верств (венд, Подільський виступ Українського щита, Придністров'я) за результатами рентгендифрактометричних досліджень складені фторапатитом, кальцитом, каолінітом, незначною мірою кварцем, ілітом, також наявні барит, пірит, сфалерит та ін. (домінантними фазами в пробі є фторапатит і кальцит).

Фосфорити оолітово-мікрозернисті родовища Тьєсай, яке належить до Каратауського фосфоритоносного басейну (група великих родовищ фосфоритів на півдні Казахстану, у Джамбульській і Чимкентській областях), приурочені до утворень верхнього докембрію і нижнього палеозою, а їхньою основною кристалічною фазою є фторапатит у кристалоаморфній формі, також містять домішки доломіту і кварцу. Їхні радіогеохімічні характеристики відрізняються від вендських фосфоритів України набагато вищим умістом ^{235}U – 40,2 Бк/кг та за основними показниками наближаються до фосфоритів крейди Вятсько-Камского та Мстиславського родовищ (див. таблицю).

Таблиця. Уміст радіонуклідів (Бк/кг) та їхні співвідношення в досліджених зразках фосфоритів і вміщувальних порід

Геологічний вік	Тип фосфориту/ порода; прив'язка	^{238}U	^{235}U	^{232}Th	^{40}K	$^{232}Th/^{238}U$	$^{238}U/^{226}Ra$	$^{40}K/^{238}U$
Еоцен	Жовна у фосфоритовому горизонті, Деринковець, Україна	153,0-497,0	11,2-27,7	8,4-61,0	653,0-5829,0	0,028-0,41	1,19-2,03	2,2-19,4
Верхня крейда	Жовново-зернисті, Хнейфіс, Сирія	853	33,3	194	5718	0,26	1,148	6,7
Верхня крейда	Жовновий (конкреційний); Мстиславськ, Білорусь	1718	49,8	205,8	4635	0,18	1,42	2,69
Верхня крейда (нижній сеноман)	Зернисті, Ново-Амвросіївське родовище, Україна	1081	36,1	227,15	5950	0,285	1,34	5,5
Нижня крейда (нижній альб)	Перевідкладені жовна калюських фосфоритів; Придністров'я, Україна	24,3-821,0	1,95-43	0,9-16	39,0-1071,0	0,025-0,040	1,07-1,34	1,30-1,60

Вехній альб-сеноман	Фосфоритовий шар (жовнові фосфорити кластогенні та органогенні); Придністров'я, Україна	498,0-6580,0	43,3-286,0	16,0-135,0	1071,0-10117	0,015-0,24	0,96-1,89	0,11-3,63
Нижня крейда	Конкреції (жовна); Вятсько-Камське, Росія	1269	44,0	288	8826	0,29	1,28	6,95
Верхній неопротерозой, венд	Конкреції (жовна) кулясті; Придністров'я, Україна	12,0-167,0	0,9-4,1	7,2-22,0	84,0-1219,0	0,26-0,61	0,26-3,37	7,3-74,8
	Аргіліти, що вміщують кулясті конкреції; Придністров'я, Україна	21,5-91,6	2,4-4,06	54,5-74,1	1446,0-2214,0	1,15-1,7	0,4-2,24	10,9-64,6
Верхній неопротерозой - нижній палеозой	Оолітово-мікрозернистий, (Каратауський басейн); Тьєсай, Казахстан	969	40,2	211	7214	0,25	1,17	7,4

Зразки з фосфоритового шару незвиської світи (вехній альб-сеноман, західний схил Українського щита; с. Худиківці, р. Калюс) та призюмської світи (сеноман, м. Ізюм, г. Кремінець, Ново-Амвросіївське родовище) представлені стяжіннями (жовнами) кластогенними та органогенними, черепашковими, губковими і фітоморфними, відібрані переважно із сіро-зелених кварц-глауконітових, кварц-кальцит-глауконітових, фосфорит-глауконітових пісків та пісковиків. Їхніми основними кристалічними фазами є фторапатит у кристалоаморфній формі, домішки доломіту, кварцу.

Фосфорити крейди з України суттєво збагачені ураном (286,0–6580,0 Бк/кг), а також характеризуються вищим за вендські вмістом торію (до 135,0 Бк/кг) та калію (до 10 117,0 Бк/кг). Строкате руде забарвлення окремих стяжінь засвідчує перебіг постседиментаційних вторинних процесів, що призвели до збагачення фосфоритів насамперед ураном, широкий діапазон кожної з характеристик фіксує відмітні умови літогенезу порід.

У фосфоритах родовища Хнейфіс (верхня крейда, Сирія) порода складається з фосфоритових зерен, оолітів, конкрецій та органічних залишків; основною кристалічною фазою є фторапатит, другою, яка міститься у великій кількості, є кальцит, що типово для фосфатної сировини осадового походження, також наявні кремнезем і доломіт. Уміст ізотопів урану та торію у фосфоритах з Хнейфісу нижчий за такий більшості досліджених фосфоритів крейди, за винятком перевідкладених у альбі калюських фосфоритів (див. табл.).

Найвищим умістом радіонуклідів вирізняються фосфорити Мстиславського родовища (верхня крейда, Білорусь). Фосфоритові пластоподібні поклади містяться в кварц-глауконітових пісках і піщанистих карбонатних породах верхньої крейди. Руда представлена прошарками фосфоритових жовен, плит, піщано-жовнових шарів, конкрецій та інших украплень; основною кристалічною фазою досліджених зразків є фторапатит зі значним умістом кварцу, у великій кількості наявні калієві польові шпати, гідрослюда, барит тощо.

Фосфорити Вятсько-Камського родовища утворюють у відкладах нижньої крейди фосфоритоносний горизонт кварц-глауконітових пісків з фосфоритовими шарами, що складені чорними й темно-коричневими дрібними (2–3 см) і крупними (10–20 см) фосфоритовими конкреціями, які містять домішки зерен глауконіту, піриту, кварцу та інших мінералів, зцементованих карбонатно-фосфатною речовиною (фтор-карбонатапатитом). Уміст урану у фосфоритах цього родовища нижчий за такий Мстиславського родовища і є нижчим за неофіційний ГДК для фосфоритів у РФ, який використовують для виробництва добрив – 1 850 Бк/кг.

Зразки еоценових фосфоритів фосфоритового горизонту (середній еоцен, лютет, центральна частина Українського щита; с. Деринковець) представлені стяжіннями (жовнами) з жовтувато-зеленувато-сірих середньозернистих пісковиків. Розмір стяжінь (жовен) – від кількох міліметрів до кількох сантиметрів. Колір від жовто-синього до зеленуватого. Вміст урану та торію в цих утвореннях нижчий за такі у фосфоритах крейди. Проте помітно відрізняються за нуклідними співвідношеннями від решти зразків цього місцезнаходження озалізнені бурі жовна, відносний уміст урану в яких найбільший серед фосфоритів еоценового віку – до ^{235}U – 497,0 Бк/кг. Для цих стяжінь (жовен) спостерігається і найвище значення співвідношення ^{40}K/^{238}U. Встановлене засвідчує схожість геохімії урану та заліза в епігенезі фосфоритів. Як видно з таблиці, вендські кулясті жовнові фосфорити відрізняються низьким умістом урану – ^{235}U – 0,9–4,1 Бк/кг, а максимальні значення, встановлені для перевідкладених крейдових, – набагато більші – 1,95–43 Бк/кг. Перевідкладені фосфорити характеризуються набагато нижчим, найменшим з усіх вивчених зразків, відношенням ^{232}Th/^{238}U, що свідчить про значні постседиментаційні перетворення кулястих жовен. Уміст у них ^{238}U – 24,3–821, ^{232}Th – 0,9–16 та ^{40}K – 39–1071 Бк/кг, тобто вирізняється великим діапазоном значень, змінюючись у 25–35 разів. Відносно низьким умістом (^{235}U – 11,2–27,7 Бк/кг) вирізняються еоценові утворення, а широкий діапазон значень ^{232}Th/^{238}U відношення від 0,028 до 0,41 свідчить про полігенетичність жовен та різні умови накопичення речовини.

Висновки. Виконані дослідження дають змогу зробити такі висновки. Уміст урану в досліджених зразках змінюється в широких межах: фосфорити венду з Придністров'я характеризуються найнижчими, а крейдового віку – найвищими значеннями, що свідчить про їхній різний генезис; уміст торію в усіх вивчених зразках набагато нижчий, ніж очікується відповідно до природних співвідношень Th/U; отримані значення Th/U для фосфоритів крейдового віку вказують на значний перерозподіл цих елементів у діагенезі; за торій-урановим

та калій-урановим співвідношеннями особливе місце посідають кулясті фосфорити вендських відкладів Придністров'я, де переважання ^{40}К над ураном сягає 24,1; уміст усіх радіонуклідів у вміщувальних аргілітах венду вищий, ніж такий у пластовому фосфориті, що свідчить про перерозподіл у діагенезі фосфату та антибатність процесів концентрування фосфату й урану. Найвищим умістом урану з крейдових утворень вирізняються фосфорити Мстиславського та Вятсько-Камського родовищ, найнижчими – родовища Хнейфіс. Отримані результати є підґрунтям для визначення пошукових критеріїв на фосфатну сировину та для оцінки перспективності використання різних типів фосфоритів у господарській діяльності.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Брагин Ю. Н.* Зернистые фосфориты Украины – Симферополь: ИПП "Таврия", 2000.
2. *Гудзенко В. В., Шехунова С. Б., Стадніченко С. М.* Радіогеохімічні особливості фосфоритів України//Пошукова та екологічна геохімія. – 2015. – № 1 (16). – С. 30–34.
3. *Сеньковский Ю. Н., Глушко В. В., Сеньковський А. Ю.* Фосфориты запада Украины. – К.: Наукова думка, 1989. – 144 с.

УДК 553.981:551.352(262.5-16)

ГРЯЗЕВУЛКАНИЧЕСКИЙ ТИП ГАЗОГИДРАТНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ В ГЛУБОКОВОДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Е. Ф. Шнюков[1], В. П. Коболев[2]
1 – академик НАН Украины, д-р геол.-минерал. наук, профессор, Центр проблем морской геологии, геоэкологии и осадочного рудообразования НАН Украины, Киев, Украина, efsnukov@ukr.net, 2 – д-р геол. наук, профессор, Институт геофизики им. С. И. Субботина НАН Украины, Киев, Украина, vpkobolev@ukr.net
В докладе обсуждаются вопросы образования особого грязевулканического типа газогидратных залежей в глубоководной части Черного моря. Сопоставление подводных грязевых вулканов Черного моря с их сухопутными аналогами свидетельствует о возможном накоплении кольцевых залежей газогидратов метана в компенсационных прогибах, аналогичных керченским "компенсационным синклиналям".

MUD-VOLCANIC TYPE OF GAS HYDRATE DEPOSITS IN THE DEEP-WATER PART OF THE BLACK SEA

E. F. Shnyukov[1], V. P. Kobolev[2]
1 – Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Geol.-Mineral. Sci., Professor, Center for Marine Geology, Geoecology and Sedimentary Ore Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine, efsnukov@ukr.net, 2 – Doctor of Geology Sci., Professor, S. I. Subbotin Institute of Geophysics of the NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine, vpkobolev@ukr.net
The paper discusses the formation of a special mud volcanic type gas hydrate deposits in the deep-water part of the Black Sea. Comparison of the underwater mud volcanoes of the Black Sea with their land analogs indicates the possible accumulation of ring deposits of methane gas hydrates in compensatory deflections similar to the Kerch "compensation synclines".

Черное море является природным объектом, сочетающим в себе необходимый набор факторов и условий для существования зон формирования газовых гидратов. Чаще всего скопления газогидратов приурочены к континентальному склону, зонам разломов, конусам выноса рек. Небезынтересным объектом являются также залежи газогидратов метана грязевых вулканов глубоководной части Черного моря. Образование этого типа скоплений газогидратов связывается с фильтрацией газов или газонасыщенных вод через термобарическую зону стабильности в пределах зон грязевулканической разгрузки. Основанием для выделения этого особого подводно-грязевулканического типа скоплений газогидратов послужили их находки в сопочной брекчии грязевого вулкана на дне Южного Каспия [1].

К настоящему времени в глубоководной акватории Черного моря идентифицировано более 60 грязевых вулканов [2]. В донных отложениях с ними часто ассоциируют скопления газовых гидратов, а в водной среде фонтаны пузырей метана. Грязевые вулканы представлены разнообразными в геоморфологическом отношении положительными формами подводного рельефа. В разрезе грязевулканическая постройка обычно имеет вид пологого, часто усеченного конуса. Конус сложен сопочной брекчией, потоки которой могут иметь несколько генераций. Поперечные размеры грязевых вулканов (диаметр их основания) изменяются в широких пределах – от первых сотен метров до нескольких километров. Высота грязевых вулканов по сравнению с их диаметром относительно небольшая: даже у самых крупных из них она редко превышает 100 м. Такое соотношение диаметра и высоты объясняется низкой плотностью сопочной брекчии, способной растекаться на расстояния в несколько километров.

Полученные в последние годы обширные материалы сейсмических исследований, позволяют фиксировать корни грязевых вулканов в мезозое фундамента и даже в верхней мантии [3]. По нашему мнению, значительная часть грязевых вулканов Черного моря связана с глиняными диапирами, но связь эта обратная общепринятой. Глубинные флюиды, проникая сквозь осадочный чехол, как бы облегчают процесс складкообразования. Иными словами, не диапиры порождают грязевые вулканы, а наоборот, потоки глубинных флюидов, порождающие грязевые вулканы, создают благоприятные условия для возникновения диапиров.

Грязевые вулканы встречены во многих крупных геологических структурах Черного моря (рисунок). Следует подчеркнуть, что в если центральной части Западно-Черноморской впадины (ЗЧВ) открыто 11 грязевых вулканов, то непосредственно в пределах Восточно-Черноморской впадины (ВЧВ) подобных проявлений до сих пор не зафиксировано. Грязевые вулканы ЗЧВ расположены в пределах Одесско-Синопской разломной зоны мантийного заложения (рисунок), т. е. в эпицентре активного геодинамического развития Западно-Черноморского рифта. Раздел Мохо под ним характеризуется груботреугольной формой, образуя свод с довольно крутыми (до 25^0) бортами. Лучи этого тройного сочленения в итоге переходят в ранг рифтогенных структур над мантийным плюмом, что подтверждается сейсмотомографическими построениями. На скоростной модели мантии непосредственно под ЗЧВ на глубинах от 2 500 до 1 700 км четко фиксируется низкоскоростная неоднородность, которая отождествляется с реликтом Черноморского плюма. В то же время, под ВЧВ подобная

аномальная зона отсутствует. Внедрение разогретого мантийного вещества с последующим остыванием аномальной линзы может служить возможным объяснением происхождения и эволюции ЗЧВ [3]. В данном случае в ЗЧВ происходило заполнение надрифтового прогиба осадками, оживление разломов и их влияние на фильтрационные процессы и образование газогидратов в придонных отложениях. Периодическая активизация разломных блоков, лежащих в основании, внесла главный вклад в формирование грязевулканических структур ЗЧВ.

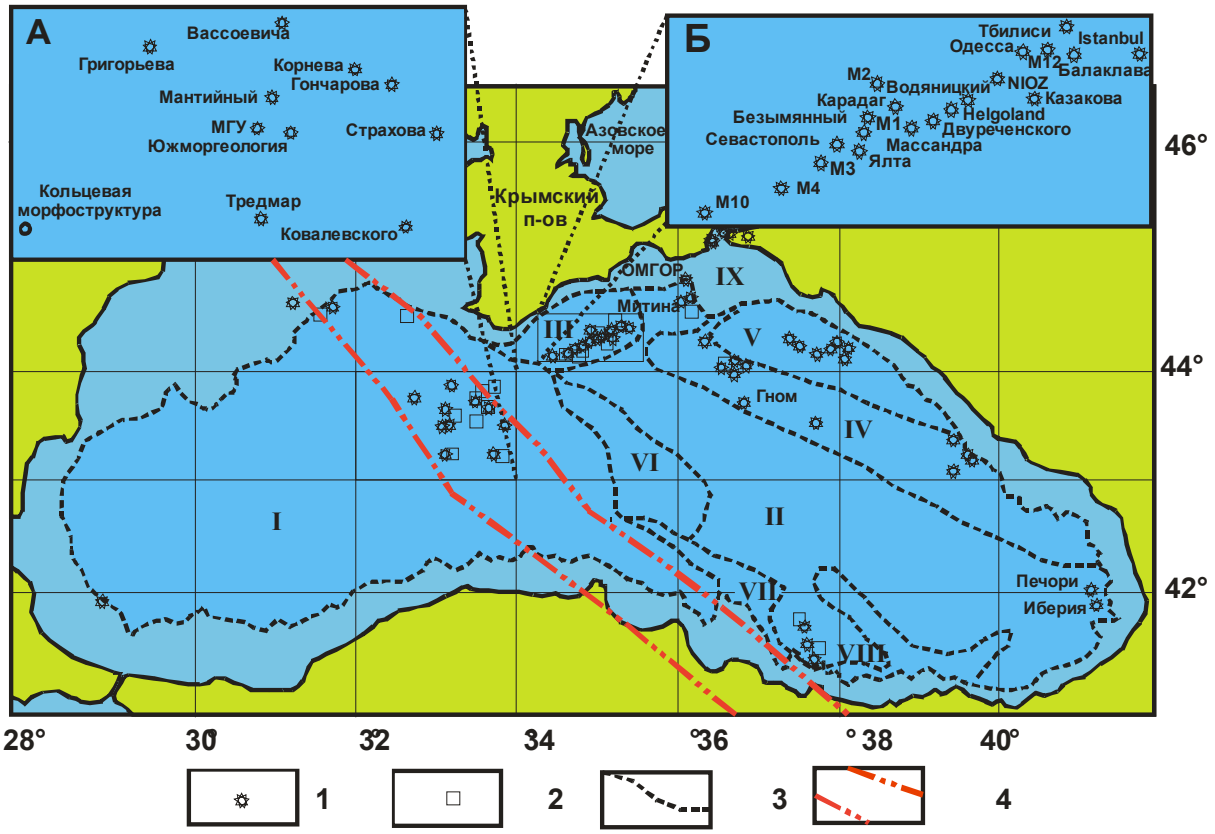


Рисунок. Распределение по работе [2] выявленных к настоящему времени грязевых вулканов (1) и газогидратов (2) в акватории Черного моря

3 – границы тектонических структур: I – ЗЧВ, II – ВЧВ, III – прогиб Сорокина, IV – поднятие Шатского, V – Туапсинский прогиб, VI – хребет Андрусова, VII – хребет Архангельского, VIII – Гиресунская впадина, IX – Керченско-Таманский прогиб. 4 – границы Одесско-Синопской разломной зоны. На вставках расположение грязевых вулканов в Западно-Черноморской впадине (А) и в прогибе Сорокина (Б)

Грязевые вулканы извергают на поверхность большие объемы газов, огромные массы сопочной брекчии и обломочного материала из прорываемых пород. Многие исследователи пришли к выводу о том, что на вершинах антиклинальных структур, пораженных грязевым вулканизмом, возникают ослабленные участки – своеобразный дефицит масс, где гидростатическое давление распределено неравномерно. В условиях подводного извержения накопление осадков в провале или воронке также сопровождается процессом продавливания, в результате роста прогиба увеличивается объем накопившихся в нем осадков. Проседания сопровождают все без исключения грязевулканические извержения. Поступление глубинных флюидов вызывает насыщение ядра антиклинали большим количеством газов, находящихся под большим давлением. Удаление флюидов, связанное с грязевулканической деятельностью или тектоническими нарушениями, приводит к усадке ядра и сопровождается значительным уменьшением его объема.

Почти все современные авторы подчеркивают грязевулканическое происхождение компенсационных прогибов, синклинальное расположение слагающего их комплекса третичных осадков и сопочной брекчии. Широко применявшийся и применяемый многими исследователями Керченского полуострова термин “вдавленная синклиналь”, неудачен, так как не отражает особенности генезиса. В этой связи, представляется уместным при общей характеристике структур этого типа использование термина “компенсационная синклиналь” как более универсального и точного [6].

Газогидраты, как метастабильные образования, существуют в природных условиях, близких к границе их фазовой устойчивости. Необходимыми условиями образования и существования природных газогидратов является наличие требуемых для этого давления (P) и температуры (T), а также достаточное количество воды и свободного (либо растворенного в воде) газа. Температура на дне Черного моря за пределами шельфа изменяется от 8,7 до 9,2 ^{0}C, медленно нарастая с глубиной, а геотермический градиент в среднем составляет 50 мК/м. Основываясь на данных геотермических исследований и на результатах изучения равновесия

гидратосодержащих систем можно заключить, что *PT*-условия допускают существование гидратов метанового газа начиная с глубин моря около 600–650 м. С увеличением глубины моря мощность зоны гидратообразования растет и достигает 350–500 м в глубоководной части. Мощность слоя гидратообразования существенно зависит от величины градиента температуры или теплового потока. В зонах с низким тепловым потоком (25–30 мВт/м^2) мощность слоя гидратообразования составляет 350–400 м, при увеличении теплового потока до 40 мВт/м^2 она уменьшается до 200–250 м, а при значениях потока 60 мВт/м^2 и более – сокращается до десятков метров. В зонах аномально высоких потоков (80–100 мВт/м^2) газогидратный слой, очевидно, полностью отсутствует. Приведенные расчеты показывают, что в глубоководной части Черного моря в придонном слое осадков существует благоприятная термобарическая обстановка для формирования и стабильного существования газогидратов [4].

Из многочисленных подводных грязевых вулканов, пожалуй, лучше других изучен грязевой вулкан Хаакон Мосби в Норвежском море [5]. В пределах грязевулканического поля были отобраны образцы донных отложений на 30 станциях, 17 из которых содержали газогидраты. Обнаружена концентрическая зональность развития газогидратов, обусловленная выходящим потоком грязевулканического флюида и созданного им температурного поля. В центре грязевого поля газогидраты отсутствуют, создавая круг радиусом 100 м. В 200 м от центра вулкана содержание гидратов достигает максимальных значений (более 20 %). Здесь зафиксировано развитие гидратов прямо у поверхности дна, при этом с глубиной гидратонасыщенность уменьшается. С удалением от центра верхняя граница развития газогидратов углубляется. Внешняя граница газогидратов фиксируется на расстоянии 750 м от центра вулкана и определяется интенсивностью диффундирующего газа.

В большинстве (60 %) грязевых вулканов Черного моря, развитых глубже 600–700 м были обнаружены газогидраты в составе сопочной брекчии. По колонкам трубок, поднятых из верхних трех метров сопочных покровов, можно только предполагать относительно невысокие содержания газогидратов. Очевидно, более значительные концентрации локализованы глубже. Возникновение компенсационных прогибов вблизи вулканов вызывает многочисленные нарушения сплошности пород, через которые устремляются газы и флюиды. Именно нарушения сплошности пород вершин антиклиналей, на которых развиты грязевые вулканы, может во многом определять распределение залежей газогидратов – наиболее насыщенных газогидратами участков пород. Таким образом, можно предполагать развитие кольцеобразных залежей внешним диаметром в первые километры и глубинами в сотни метров в зависимости от величины теплового потока во многих глубоководных грязевых вулканах Черного моря.

Компенсационные прогибы глубоководных грязевых вулканов, скорее всего, могут нести полезную нагрузку. Грязевые вулканы постоянно выбрасывают природные газовые смеси в виде фонтанов где-то в центре или в ослабленных зонах близ вулканов. Компенсационные прогибы являются именно такими ослабленными зонами. Поэтому при глубинах более 600–700 м, когда создавались благоприятные для образования газогидратов давления и температуры, именно в компенсационных структурах вероятнее всего имело место наиболее мощное накопление газогидратов из природной смеси газов – метана, углекислоты, сероводорода. Концентрация газогидратов вероятна повсеместно вокруг грязевого вулкана, но именно в компенсационных прогибах, скорее всего, происходит самое значительное их накопление, это своего рода ловушки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гинзбург Г. Д., Грамберг И. С., Гулиев И. С., Гусейнов Р. А., Дадашев А. А., Иванов В. Л., Кротов А. Г., Мурадов Ч. С., Соловьев В. А., Телепнев Е. В.* Подводно-грязевулканический тип скоплений газовых гидратов//ДАН СССР. – 1988. – Т. 300. – № 2. – С. 416–418.

2. Грязевые вулканы Черного моря (каталог)/Е. Ф. Шнюков, Л. В. Ступина, Е. Н. Рыбак и др. – К.: ГНУ ОМГОР, Логос, 2015. – 259 с.

3. *Коболев В. П.* Структурно-тектонические и флюидо-динамические аспекты глубинной дегазации мегавпадины Черного моря//Mining of Mineral Deposits, Volume 11. – № 1. – 2017. – С. 31–49.

4. *Коболев В. П.* Термодинамические условия гидратообразования в Черном море//Науковий журнал. Геологія. Гірництво. Нафтогазова справа. Енергетика. – 2014. – № 1 (3). – С. 126–141.

5. *Соловьев В. А.* Газогидратоносность недр Мирового океана//Газовая промышленность. – 2001. – № 12. – С. 19–23.

6. *Шнюков Е. Ф.* Грязевые вулканы Черного моря как поисковый признак газогидратов метана//Laplambert Academic Publishing, 2017. – 48 с.

УДК 504.064.3:665.663(477)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НЕФТЕПРОДУКТАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Е. Н. Шпак[1], Р. Б. Гаврилюк[2], О. И. Логвиненко[3]
1 – канд. геол. наук, Институт геологических наук НАНУ, Киев, Украина, shpak_lena@yahoo.com, 2 – канд. геол. наук, Институт геологических наук НАНУ, Киев, Украина, gavrilyuk.ruslan@gmail.com, 3 – Институт геологических наук НАНУ, Киев, Украина, lohvynenko.olga@gmail.com
Загрязнение геологической среды авиационным керосином на территории склада ГСМ аэропорта "Борисполь" существует с 1998 г., и несмотря на проведенные мероприятия по извлечению подземных вод, загрязненных нефтепродуктами, добиться полной ликвидации загрязнения не удалось. Исследованиями, проведенными в ИГН НАНУ, подтверждено наличие слоя нефтепродуктов практически во всех скважинах. Выполнено моделирование работы эксплуатационных скважин на линзе, с целью определения их оптимального расположения на загрязненных участках с мощностью линзы керосина 0,7 и 0,5 м.

STUDYING OF SUBSURFACE CONTAMINATION WITH PETROLEUM PRODUCTS USING MATHEMATICAL MODELLING

E. N. Shpak[1], R. B. Gavrilyuk[2], O. I. Lohvynenko[3]
1 – candidate of geological sciences, the Institute of Geological Sciences of NASU, Kyiv, Ukraine, shpak_lena@yahoo.com, 2 – candidate of geological sciences, the Institute of Geological Sciences of NASU, Kyiv, Ukraine, gavrilyuk.ruslan@gmail.com; 3 – the Institute of Geological Sciences of NASU, Kyiv, Ukraine, lohvynenko.olga@gmail.com
Subsurface contamination with aviation kerosene has occurred within the fuel storage of Borispol airfield since 1998. Although groundwater contaminated with kerosene was pumped, contamination was not completely liquidation. The research conducted by the Institute of Geological Sciences confirmed the presence of kerosene practically in all wells. We modeled kerosene pumping at two sites with a kerosene lens thickness of 0,7 and 0,5 m in order to determine optimal distances between wells.

Загрязнение геологической среды нефтепродуктами на территории склада ГСМ аэропорта "Борисполь" (Киевская обл.) в виде линзы авиационного керосина, впервые было обнаружено в 1998 г. В результате проливов нефтепродуктов на поверхность земли и утечек из подземных емкостей происходило их просачивание в зону аэрации, представленную проницаемыми лессовидными супесями, песками, аллювиальными супесями, и последующая инфильтрация в направлении грунтовых вод. Мощность слоя нефтепродуктов в скважинах достигала 0,9 м в центре зоны загрязнения, а суммарный объем нефтепродуктов, накопившихся на поверхности грунтовых вод, составлял 1 725 м^3 или 1 380 т [1, 2].

По результатам поисково-разведочных работ сделан вывод о необходимости проведения срочных мероприятий по локализации и ликвидации загрязнения. В 1999–2000 гг. был разработан проект извлечения подземных вод, загрязненных нефтепродуктами, во избежание их попадания за пределы территории ГСМ аэропорта "Борисполь" и пробурена сеть ликвидационных скважин (всего 42 шт.). В результате проведения ликвидационных откачек, по состоянию на 2015 г., было извлечено и очищено более 30 тыс. м^3 загрязненной воды и 341 м^3 жидких нефтепродуктов.

Несмотря на проведенные мероприятия, загрязнение нефтепродуктами продолжает существовать и нести угрозу для окружающей среды, что стало причиной проведения исследований ИГН НАН Украины. На начальном этапе исследований (август 2011 г.) было подтверждено наличие слоя нефтепродуктов практически во всех ликвидационных скважинах. Аналогичные данные получены и по состоянию на сентябрь 2015 г.

В сложившейся ситуации необходимо извлечь мобильные нефтепродукты откачкой. Выполнено моделирование работы эксплуатационных скважин на линзе, с целью определения их оптимального расположения. На модели имитировалась работа скважин, которые откачивали одновременно нефтепродукт и воду. Для расчетов использовано программное обеспечение API LNAPL [3].

На карте распространения загрязнения грунтового водоносного горизонта нефтепродуктами в районе склада ГСМ аэропорта "Борисполь" по состоянию на сентябрь 2015 р. [2] выделены два участка с наибольшей мощностью линзы керосина:

1) в юго-западной части загрязненной зоны, размеры которой ≈100×100 м и мощность линзы 0,5–0,88 м;
2) в северо-восточной части загрязненной зоны, размеры которой ≈200×100 м и мощность линзы 0,4–0,65 м.

Имитировалась работа откачивающих скважин, расположенных по сетке 25, 20 и 15 м на обоих загрязненных участках с целью выбора их оптимального расположения. Соответственно, рассматривались фрагменты участков 50×50, 40×40 и 30×30 м. Осредненная мощность линзы керосина на первом загрязненном участке принята равной 0,7 м, на втором участке – 0,5 м.

В первом модельном эксперименте задавались табличные значения α – параметра, характеризующего размер пор и β – параметра, характеризующего распределение пор. Поэтому результаты моделирования носили предварительный характер, и полученные расстояния между скважинами оказались несколько завышенными. Для получения более достоверных результатов потребовалось уточнение фильтрационных характеристик грунта путем проведения лабораторных исследований. Были определены зависимости давления от насыщенности p(θ) для образцов грунта, отобранных в районе аэропорта Борисполь. Затем с помощью программы RETC [ ] рассчитаны значения параметров α и β.

Во втором модельном эксперименте имитировалась работа скважин, расположенных по сетке 20, 15 и 12 м на участке с мощностью линзы керосина 0,7 м и по сетке 15, 12 и 10 м на участке с мощностью линзы керосина 0,5 м.

Результаты второго модельного эксперимента приведены в табл. 1, в которой показано изменение дебита керосина за расчетный период, суммарный отбор керосина, отбор с 1 м^2 площади, дебит воды, остаточная мощность керосина в скважине, объем керосина, оставшийся в грунте, и объем на 1 м^2 площади.

Таблица 1. Результаты моделирования работы эксплуатационных скважин на линзе керосина в супесчаных отложениях

($K_ф$=1 м/сут, общая пористость 0,44, остаточная насыщенность воды 0,24, полевая остаточная насыщенность керосина 0,2; α=4,3; n=1,206; радиус скважин 450 мм)

Мощность слоя керосина, м	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5
Расстояние между скважинами, м	20	15	12	15	12	10
Размеры расчетного участка, м	40×40	30×30	24×24	30×30	24×24	20×20
Начальное количество керосина, м^3	224	126	81	90	58	40
Время откачки, лет	8	5	3	5	3,5	2
Расход керосина, м^3/сут	0,24–0,01	0,24–0,01	0,24–0,01	0,15–0,01	0,15–0,01	0,15–0,01
Суммарный отбор керосина, м^3	196	111	75	75	48	33
Общий отбор керосина с 1 м^2, м^3	0,12	0,127	0,13	0,07	0,083	0,083
Остаточная мощность керосина в скважине, м	0,19	0,17	0,17	0,19	0,17	0,17
Объем керосина, оставшийся в грунте, м^3	28	12	6	15	10	7
Остаточный объем керосина в грунте на 1 м^2, м^3	0,017	0,001	0,001	0,017	0,017	0,017
Общая длина фильтра, м (ниже границы керосин-вода, м)	1,2 (0,5)	1,2 (0,5)	1,2 (0,5)	1,0 (0,5)	1,0 (0,5)	1,0 (0,5)
Расход воды, м^3/сут	0,74	0,8	0,86	0,51	0,55	0,58

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что эффективность сети эксплуатационных скважин определяется максимальными расходами и общим отбором керосина с 1 м^2 площади, минимальным остаточным объемом мобильного керосина в пределах 1 м^2 площади, а также временем откачки. Исходя из этого, на участке с мощностью линзы керосина 0,7 м эксплуатационные скважины целесообразно располагать по сетке 30×30 м, а на участке с мощностью линзы керосина 0,5 м – по сетке 24×24 и 20×20 м.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гаврилюк Р. Б.* Забруднення геологічного середовища вуглеводневими паливами в результаті діяльності аеропортів (на прикладі аеропорту “Бориспіль”)/Р. Б. Гаврилюк, В. Г. Максимов//Проблеми хіммотології. Теорія та практика раціонального використання традиційних і альтернативних паливно-мастильних матеріалів: матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції, 6–10 жовтня, м. Київ, Національний авіаційний університет. – К.: НАУ, 2014. – С. 149–153.
2. Эколого-гидрогеологический мониторинг территорий загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами/Н. С. Огняник, Н. К. Парамонова, А. Л. Брикс, Р. Б. Гаврилюк. – К., LAT & K., 2013. – 254 с.
3. Evaluating hydrocarbon removal from source zones and its effect on dissolved plume longevity and magnitude/American Petroleum Institute. Publ. № 4715. Sept. 2002. Available at: www.api.org/environment-health-and-safety/clean-water/ground-water/lnapl/hydrocarbon-removal.
4. *van Genuchten M. T., Leij F. J., Yates S. R.,* 1991. The RETC code for quantifying the hydraulic functions of unsaturated soils, version 1.0 EPA Report 600/2-91/065, U. S. Salinity Laboratory, USDA, ARS, Riverside, California.

УДК 378.4(477.7-25Од)(091)550.9

МОРСЬКА ГЕОЛОГІЯ В ОДЕСЬКОМУ УНІВЕРСИТЕТІ: ІСТОРІЯ, ДОСЯГНЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

В. В. Янко[1], О. П. Кравчук[2], Г. О. Кравчук

1 – д-р геол.-мінерал. наук, професор, Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, Одеса, Україна, valyan@onu.edu.ua, 2 – канд. геол.-мінерал. наук, доцент, Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, Одеса, Україна, opkravchuk@rambler.ru, 3 – канд. геол. наук, доцент, Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, Одеса, Україна, aokravchuk@gmail.com

Роботу присвячено історії становлення морської геології в Одеському національному університеті імені І. І. Мечникова, яка тісно пов'язана з традиціями і науковими напрямами одеської геологічної школи, що зародилася після відкриття Імператорського Новоросійського університету, а також основним етапам розвитку цієї науки на кафедрі загальної та морської геології і ролі одеських геологів у вирішенні актуальних проблем морської геології Азово-Чорноморського басейну і Світового океану.

Останнє десятиліття XIX століття ознаменувалося проведенням широкомасштабних досліджень Чорного моря та Одеських лиманів, організованих Новоросійським товариством дослідників природи. Одним з ініціаторів Чорноморських експедицій 1890–1892 років був М. І. Андрусов, який поклав початок вивченню геології шельфу і глибоководної западини Чорного моря і став засновником морських геологічних досліджень в Одесі. Його участь у черноморських експедиціях сприяла розвитку нових уявлень про геологічні процеси у морському середовищі. Вперше були встановлені особливості накопичення мулистих відкладів, поширених на глибинах понад 30 сажнів, а в смузі фазеолінових мулів у межі кисневої зони виявлені скупчення залізо-марганцевих конкрецій. Відкриття "сірководневого бродіння" у Чорному морі стимулювало розробку однієї з теорій походження нафти. Багато з теоретичних узагальнень, які народилися у витоків морської геології, зберігають актуальність і в наші дні [1].

Фатальні втрати спіткали Новоросійський університет на початку 1920-х років після його фактичного знищення. Кращі наукові сили краю були розсіяні, збагативши чужі міста і країни. Багато науковців не зуміли пережити велике потрясіння або були просто знищені.

Бездумне закриття наукових товариств і університетів в Україні на початку 1920-х років, призвело до тривалого затишшя в геологічних роботах по морській тематиці. Одеському державному університету, нововідкритому в 1932 році, знадобилися десятиліття для відновлення пріоритетних позицій у вивченні океанів і морів. Кожен з етапів цього довгого шляху відзначений іменами дослідників, які залишили яскравий слід в історії вітчизняної науки.

У 1959 році геологічне відділення університету було закрите під невиразним приводом "перевиробництва кадрів". Драматичних наслідків вдалося уникнути, завдяки збою в безінерційної машині прийняття рішень. У листопаді 1959 року було відкрита перша в Одеському університеті Проблемна науково-дослідна лабораторія інженерної геології узбережжя морів, водосховищ та гірських схилів (ПНДЛ-1) під керівництвом до 1978 року професора Л. Б. Розовського [1].

З цього часу в Одеському університеті почалася трансформація наукової тематики з явним "креном" до вивчення доних відкладів в береговій смузі північно-західного шельфу Чорного моря. У 1965–1970 роках ці дослідження проводилися Л. І. Пазюком і Н. І. Ричковською, при участі Т. М. Коровякової та ін. Польові експедиційні роботи виконувалися спільно із загоном морської геології і геоморфології ПНДЛ-1 – Л. В. Іщенко і Г. І. Івановим. Отримані матеріали були опубліковані і увійшли до зведеного звіту "Геологічна будова прибережної зони Чорного моря як основа пошуків мінеральної сировини і проектування гідротехнічного будівництва (район р. Дунай – Дніпро)". Результати досліджень послужили також основою кандидатської дисертації Л. В. Іщенко "Закономірності розподілу теригенних компонентів донних відкладів верхньої частини північно-західного шельфу Чорного моря".

Набір студентів на геологічне відділення геолого-географічного факультету відновився у 1965 році за спеціальністю "Геологія (Морська геологія)" і кафедра загальної геології, очолена І. Я. Яцко, об'єднала всіх викладачів геологічних дисциплін на факультеті.

На початку 1970-х років відбулися істотні зміни у всіх сферах життя факультету. Значні досягнення в галузі морської геології пов'язані з новаторськими починаннями Г. Г. Ткаченко – видатного фахівця й організатора досліджень у цій галузі, добре відомого світовій наукової спільноті. Під його керівництвом понад 20 років цей науковий напрямок залишається найбільш успішним і динамічно розвивається в Одеському університеті. У 1969 році, з ініціативи Г. Г. Ткаченко морської партією, Чорноморською геофізичною експедицією проведена деталізація виявлених геофізичними методами нафтогазоперспективних районів чорноморського шельфу. Отримані результати свідчили про доцільність проведення дослідної спеціалізованої геолого-геохімічної зйомки на шельфі Чорного моря. Особливості методики Г. Г. Ткаченко полягали в одночасному виконанні двох видів робіт: геологічної зйомки і вуглеводневої газової зйомки в межах верхніх горизонтів осадової товщі [2].

На початку 1971 року на північно-західному шельфі Чорного моря геофізичними методами під глибоке буріння було підготовлено три структури. У вересні 1971 р. почалися роботи на найперспективнішій площі Голіцинського підняття. Саме тут під керівництвом Г. Г. Ткаченко в 1970–1972 роках була проведена перша в СРСР морська геолого-геохімічна зйомка на регулярній основі. З'ясувалося, що перша пошуково-розвідувальна свердловина, запланована лише з урахуванням геофізичних даних, була закладена за межами аномалій газоподібних вуглеводнів у донних відкладах, тому наявності очікуваних газу і газоконденсату виявити не могла. Пошукова ефективність газової зйомки була доведена, коли у лютому 1975 року з Голіцинськой свердловини № 7 був получений промисловий приплив газу.

Розвиток нового наукового напрямку, створеного Г. Г. Ткаченко, набув настільки значних масштабів і прогресував настільки стрімко, що у 1972 р. була організована кафедра загальної та морської геології (завідувач – проф. І. Я. Яцко). У тому ж році вперше відбулася навчальна морська геологічна практика студентів ОДУ.

У 1972–1974 роках спеціалізованою зйомкою з дотриманням середньомасштабних кондицій була охоплена значна частина шельфу на площі 1 300 кв. км. Цей етап піонерної наукової діяльності Г. Г. Ткаченко завершився впровадженням у практику морських геолого-разведувальних робіт методики спеціалізованої геолого-геохімічної зйомки. У 1975 році в Черноморської геофізичної експедиції була організована Морська партія прямих методів пошуку покладів нафти і газу. У наступні роки методика пройшла апробацію в Азовському, Каспійському, Білому, Баренцевому і далекосхідних морях. Багатопланові роботи виробничих масштабів помітно вплинули на розвиток наукового потенціалу кафедри загальної та морської геології й оформлення якісно нових напрямків дослідницької діяльності.

З середини 1970-х років XX ст. одним з найважливіших напрямів експедиційних робіт стала морська стратіграфія [4], а також вивчення наслідків забруднення морського середовища. У Чорному та Азовському морях розпочалися систематичні дослідження розподілу форамініфер та остракод у товщах морських відкладів (за методикою, розробленою В. В. Янко) та визначення рівнів накопичення продуктів нафтового забруднення в донних осадках портів, підхідних каналів і районов дампінгу (за методикою, розробленою Г. Г. Ткаченко і Л. П. Пономарьовою). Поряд із цим, визначалися геохімічні параметри розподілу важких металів, а також форми їх знаходження в донних відкладах. Ці дослідження значною мірою стимулювали розвиток аналітичного комплексу, потреба в якому для геохімічних, мінералогічних та мікропалеонтологічних цілей становилася все більш очевидною.

Виконання великих обсягів морських геологічних досліджень було б немислимим без належного транспортного забезпечення. Спочатку реалізація масштабних проектів була пов'язана з НДС "Одеський університет", а у 1976 році чергові клопоти Г. Г. Ткаченко завершилися появою в університеті нового судна "Мечников" типа логгер – траулерів. Лабораторія, споруджена на судні, дозволяла виконувати значну частину аналітичних робіт безпосередньо на борту. Відповідно розширилося прикладне значення усіх методів, що впроваджувалися при проведенні комплексних досліджень.

У 1979–1988 роках Г. Г. Ткаченко очолював кафедру загальної та морської геології ОДУ. У цей період значно розширився спектр наукових напрямків у рамках генерального плану розвитку морських геологічних досліджень. Процвітанню кафедри сприяло головне дітище Г. Г. Ткаченко – Галузева лабораторія морської геології і геохімії (ГНДЛ-3), зі створенням якої в 1978 році пов'язаний початок досліджень Світового океану. Експедиційні работи, проведені в 1982–1987 роках у Чорному морі та Індійському океані, не мали аналогів за обсягом, якістю та науковою цінністю отриманих даних.

Вивчення глибоководних районів океану мало виняткове наукове, практичне і, зрозуміло, політичне значення. Деякі країни, в явному протиріччі з міжнародним правом, стали заявляти претензії на монопольне освоєння значних площ океанічного дна далеко за межами своїх територій.

Перші успіхи, які підтвердили лідируючу позицію Одеського університету в комплексному вивченні водної товщі й океанічного дна, були продемонстровані на Всесвітній виставці "Океанекспо-83" у Бордо (Франція). Матеріали, продемонстровані Г. Г. Ткаченко, помітно відрізнялися від експозицій інших наукових організацій, тому що найбільш повно відображали різноманіття методів геолого-геофізичних, геохімічних, гідрологічних, біологічних і екологічних досліджень, що проводилися в експедиційних умовах на наукових судах ОДУ.

Елементом бурхливого розвитку чергових починань Г. Г. Ткаченко стала поява небувалого в організаційної структурі університету відділу флоту.

Одеський університет після відкриття Галузевої лабораторії отримав РТМ "Антарес", придбаний Міністерством геології СРСР для виконання великої програми вивчення твердих корисних копалин Світового океану. Ставши науково-дослідним судном, "Антарес" суттєво змінився. На місці рибного цеху була обладнана лабораторія, у величезному приміщенні якої виконувалися різноманітні аналітичні дослідження. Це дозволяло оперативно обробляти матеріал в режимі чіткого "конвеєрного" циклу.

У 1982 році відбувся перший похід НДС "Антарес" в Індійський океан. Роботи проводилися в північній частині Західно-Австралійської улоговини. Одна з найважливіших задач рейсу була виконана блискуче. Після виявлення великих скупчень залізо-марганцевих конкрецій (ЗМК) була вперше відібрана проба масою більше 30 т для проведення технологічних випробувань у заводських умовах (з таким видом сировини вітчизняні металурги ще не зустрічалися).

У 1983 році головним завданням рейсу НДС "Антарес" залишалося вивчення полів поширення ЗМК на величезній площі Центральної улоговини Індійського океану. Під час роботи в зоні розлому Індрані були виявлені вертикальні потоки

газо-водних флюїдів, які свідчили о вірогідності розвитку активних гідротермальних процесів у глибоководних районах океану.

Враховуючи можливості комплексних досліджень ексгаляційних процесів на НДС "Антарес", експедиційні роботи 1985–1987 років були орієнтовані на вивчення впливу гідротермальної діяльності на формування металоносних осадків і рудних утворень в Індійському океані. Унікальні матеріали цих рейсів, збагативши геологічну науку цікавими знахідками і відкриттями, не втрачають актуальності в сучасних умовах зростаючої уваги до проблем океанського рудогенезу і флюїдного літогенезу [2].

Після завершення Індоокеанських експедицій Г. Г. Ткаченко в 1988 р. прийняв запрошення на роботу заступником начальника Управління мінеральних ресурсів Світового океану в Мингео СРСР, працював Повноважним представником радянської сторони в Міжнародній програмі країн РЕВ "Інтерморгео", заступником гендиректора міжнародної організації "Інтерокеанметал". Він був науковим керівником багатьох міжнародних експедицій, що проводилися спільно з дослідниками різних країн.

Згортання державної підтримки в скрутних умовах початку 1990-х років вплинуло на закриття більшості програм морських геолого-геохімічних робіт. Поступове відродження наукової діяльності кафедри загальної і морської геології було пов'язане із формуванням нових напрямків досліджень – розробка методів біоіндикації, еколого-геологічних, геофізичних, медико-геологічних, біомінералогічних та геотоксикометрічних визначень техногенного впливу на природне середовище (В. В. Янко, Е. П. Ларченков, О. П. Кравчук, В. Н. Кадурін, Г. О. Кравчук, І. О. Сучков, О. Е. Фесюнов, А. В. Чепіжко). У комплексі цих досліджень виділяється пріоритетність геологічного підходу до оцінки якості довкілля, аналізу просторово-часових закономірностей міграції речовини і трансформації фізичних полів.

Велике значення і міжнародне визнання набули мікропалеонтологічні дослідження, різнопланова тематика яких спрямована на формування гармонійно розвинутої наукової школи під керівництвом проф. В. В. Янко. Це стало можливим після організації сучасної лабораторії при Палеонтологічному музеї ОНУ.

Одним з найбільш важливих і нових на сьогодні є напрям з вивчення процесів формування та міграції метану в морському середовищі з точки зору геолого-пошукового, екологічного та навігаційного значення, яке кафедра загальної та морської геології (В. В. Янко, А. О. Кравчук) успішно розвиває в тісній співпраці з Ценром морської геології та осадового рудоутворення Національної академії наук України (академік Е. Ф. Шнюков). На підставі сполученого аналізу абіотичних і біотичних параметрів зроблено висновок про можливість використання мейобентосу для оконтурювання скупчення метану під морським днем [3].

Чималу роль у розвитку морської геології в Одеському університеті відіграє участь викладачів кафедри загальної та морської геології в великих міжнародних геоархеологічних програмах і проектах як IGCP-521 "Black Sea-Mediterranean Corridor during the last 30 ky: sea level change and human adaptation", HERMES "Hotspot Ecosystem Research on the Margins of European Seas", WAPCOAST "Water pollution prevention options for coastal zones and tourist areas: Application to Danube Delta front area", IGCP-610 "From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary". Ці проекти під керівництвом завідувача кафедри загальної та морської геології, професора В. В. Янко дозволили інтегрувати одеських геологів у міжнародне науково-освітній простір і налагодити науково-економічні та соціокультурні зв'язки з науковими й університетськими центрами Азербайджану, Великобританії, Грузії, Канади, Румунії, Російської Федерації, США, Туреччини та інших країн у галузі геологічних і геоархеологічніх наук, моніторингу та охорони навколишнього середовища, розробки та впровадження ГІС-технологій.

Досвід багаторічних досліджень з очевидністю свідчить про значний внесок геологів Одеського університету в розвиток морської геології, зростання мінерально-сировинної бази України і вирішення актуальних проблем Чорноморського регіону.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Ларченков Е. П., Кравчук О. П., Кравчук А. О.* Геология в Одесском университете: времена и пространства. Очерки истории кафедры общей и морской геологии//Одесса: Феникс, 2009. – 536 с.
2. *Кравчук О. П.* Георгий Григорьевич Ткаченко – "неизвестный матрос" из Одесского университета//Геолог України. Геологічна розвідка і видобуток нафти, газу та інших корисних копалин. – Киев, 2012. – № 3 (39). – С. 138–147.
3. *Янко В. В., Кравчук А. О., Кулакова І. І.* Мейобентос метановых выходов Черного моря. Одесса: Феникс, 2017. – 240 с.
4. *Янко В. В., Троицкая Т. С.* Позднечетвертичные фораминиферы Черного моря. – Москва: Наука, 1987. – 111 с.

УДК 378.4(477.7-25Од)(091)550.9

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОДЕССКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМЕНИ И. И. МЕЧНИКОВА

В. В. Янко[1], А. О. Кравчук[2], Т. О. Кондарюк[3], И. С. Мудрик[4]
1 – д-р геол.-минерал. наук, профессор, Одесский национальний университет имени И. И. Мечникова, Одесса, Украина, valyan@onu.edu.ua, 2 – канд. геол. наук, доцент, Одесский национальний университет имени И. И. Мечникова, Одесса, Украина, aokravchuk@gmail.com, 3 – молодой специалист, Одесский национальний университет имени И. И. Мечникова, Одесса, Украина, tanya_kondaruk@ukr.net, 4 – аспирантка, Одесский национальний университет имени И. И. Мечникова, Одесса, Украина, inowl@ro.ru

Работа посвящена истории становления микропалеонтологии в Одесском национальном университете имени И. И. Мечникова, которая тесно связана с традициями и научными направлениями одесской школы морской геологии, зародившейся после открытия Императорского Новороссийского университета, а также основным этапам развития этой науки на кафедре общей и морской геологии и роли одесских микропалеонтологов в решении актуальных проблем Азово-Черноморского бассейна и Мирового океана как фундаментальных, так и прикладных, в том числе для Государственной геологической службы Украины и отраслевых предприятий.

В 1889 году в “Горном журнале” появилась статья Н. И. Андрусова “О распространении осадков и организмов по дну океанов”, положившая начало палеонтологическим исследованиям по морской тематике в Императорском Новороссийском университете, а ныне Одесском национальным университете имени И. И. Мечникова.

Зарождение микропалеонтологического направления исследований в университете относится к 70-м годам XX в. Оно было начато В. В. Янко для обеспечения Геологической службы СССР микропалеонтологическим обоснованием стратиграфии для геолого-съёмочных и нефтегазовых поисково-разведочных работ на шельфе южных морей.

Микропалеонтологические объекты – это микрофоссилии животного и растительного происхождения. Они формируют минеральные тела (скелеты, раковины, панцири, и пр.), относятся к важнейшим компонентам морских экосистем и прекрасно сохраняются в ископаемом состоянии. Среди них наиболее заметными и многочисленными представителями являются фораминиферы, которые играют важную роль в глобальном биогеохимическом цикле органического и неорганического вещества и отличаются огромным таксономическим разнообразием, что делает их одной из наиболее важных групп организмов на Земле. Морфофункциональные особенности их раковин (деформации, размер пролокулума) и нарушение минералообразующих функций, наряду с количественными показателями и структурой сообществ, зарекомендовали себя как надежные индикаторы состояния морских экосистем во времени и пространстве [4, 10].

Начиная с 90-х годов XX в., на кафедре общей и морской геологии началось формирование международной микропалеонтологической школы под руководством профессора В. В. Янко и была организована специализированная лаборатория при Палеонтологическом музее ОНУ имени И. И. Мечникова.

В. В. Янко – ученица известного советского палеонтолога проф. И. Я. Яцко – последователя научных традиций Н. И. Андрусова. Начиная с первого курса университета занималась микропалеонтологией, участвовала в многочисленных научных конференциях и проходила стажировку у классиков микропалеонтологии – А. К. Богдановича, А. А. Фурсенко, В. А. Крашенинникова, Н. Н. Субботиной. Ею были защищены кандидатская диссертация “Позднечетвертичные фораминиферы северо-западного шельфа Черного моря” (ОДУ, Одесса, 1976 г.) и докторская диссертация “Четвертичные фораминиферы Понто-Каспия: таксономия, биостратиграфия, история, экология” (МГУ, Москва, 1989 г.). Работа была выполнена в рамках задания 02.09. “Комплексное изучение осадочного чехла Мирового океана” (проект “Седимент”) Общегосударственной комплексной программы исследования и использования Мирового океана в интересах науки м народного хозяйства. Результаты работы были внедрены и использованы в практике геолого-съёмочных работ на побережье и акватории Понто-Каспия во многих производственных организациях.

Попутно была предпринята попытка изучения остракод с целью выявления широкого спектра индикаторных характеристик качества морской среды [2].

В процессе исследований был разработан протокол использования фораминифер и остракод как для стратиграфических изысканий, так и для мониторинга морской среды. Он включает определение: (1) видового разнообразия фораминифер, представленного либо простым количеством видов, либо соотношением между количеством видов и их численностью в каждой конкретной пробе, выраженного коэффициентами разнообразия (например, Shannon-Wiener index H); (2) численности представителей каждого вида и их сумме; (3) частоты встречаемости (процентное содержание каждого вида в пробе), отражающей структуру комплекса;

(4) морфологии, размеров раковины и ее начальной камеры (пролокулума); (5) ультраструктуры стенки; (5) химического состава раковин; и (8) реакции цитоплазмы на изменения среды [7].

Наряду с классическим использованием форамигифер и остракод для построения стратиграфических схем высокого разрешения, основными направлениями исследований стали:

1. Интегральная оценка уровней техногенного загрязнения морских экосистем тяжелыми металлами, органическими соединениями и прочими поллютантами, которая получает однозначное решение при изучении бентосных фораминифер, обитающих в донных осадках и тесно связанных с процесами непосредственно внутри грунта. Эти процессы оказывают воздействие (часто негативное) на организмы, приводя к изменениям структуры их сообществ, болезням, локальному или полному исчезновению отдельных видов, морфологическим изменениям раковин, потере или модификации экологических ниш. В свою очередь, такие изменения позволяют использовать указанные организмы при мониторинговых исследованиях в качестве биоиндикаторов стрессовых экосистем.

Данному вопросу посвящена кандидатская диссертация А. О. Кравчук (руководитель В. В. Янко) "Современные изменения условий осадконакопления и бентосные фораминиферы как индикаторы загрязнения донных отложений северо-западного шельфа Черного моря". Диссертация выполнена по материалам международного проекта EU INCO COPERNICUS "Pollution by oil and herbicides in the Black Sea: Novel detection technologies and biological impact" в рамках "Общегосударственной программы охраны и воспроизведения окружающей среды Азовского и Черного морей" [1]. Результаты исследований использованы в поцессе выполнения кафедрой общей и морской геологии госбюджетной темы МОН Украины "Эколого-геохимические и геодинамические основы прогноза техногенных изменений в прибрежной зоне междуречья Дунай-Тилигул".

Оценка использования фораминифер как индикаторов загрязнения морской среды тяжелыми металлами успешно выполнялась в рамках европейского проекта AVICENE "Benthic foraminifera as indicators of heavy metal pollution – a new kind of biological monitoring for the Mediterranean Sea" [8, 9, 10].

2. Палеогеографические реконструкции уровня моря и солености, связанные с изменениями климата, и их влияние на человека в Средиземноморско-Черноморском-Каспийском регионе на протяжение четвертичного периода с привлечением микропалеонтологических (бентосные фораминиферы, остракоды) и палинологических (споры, пыльца, непалинологические палиноморфы – НПП) данных. В рамках этого направления с 2003 г. под руководством В. В. Янко осуществлены международные проекты IGCP-521 "Black Sea-Mediterranean Corridor during the last 30 ky: sea level change and human adaptation", HERMES "Hotspot Ecosystem Research on the Margins of European Seas"; IGCP-610 "From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary"; "INQUA 0501 "Black Sea-Mediterranean Corridor During Last 30 ky: Sea-Level Change and Human Adaptation"; INQUA "POCAS, Ponto-Caspian stratigraphy and geochronology"; "WAPCOAST, Water pollution prevention options for coastal zones and tourist areas: Application to Danube Delta front area"; "Північно-Чорноморський регіон в умовах глобальних змін клімату: закономірності розвитку природного середовища за останні 20 тисяч років і прогноз на поточне сторіччя"; NATO Advanced Research Workshop "Изменение климата и миграции береговой линии"; а также госбюджетная тема МОН Украины "Вивчити взаємодію між природою і людським суспільством у Північно-Західному Причорномор'ї протягом пізнього плейстоцену і голоцену" [6, 11, 13–15].

Перечисленные проекты позволили интегрировать одесских геологов, в том числе микропалеонтологов и палинологов, в международное научно-образовательное пространство и наладить научно-экономические и социокультурные связи с научными и университетскими центрами Азербайджана, Великобритании, Грузии, Канады, Румынии, Российской Федерации, США, Турции и других стран в области геологических и геоархеологическиз наук, мониторинга и охраны окружающей среды, разработки и внедрения ГИС-технологий.

В рамках этого направления к защите (под руководством В. В. Янко) подготовлена диссерация Т. О. Кондарюк – аспиратнки, а ныне специалиста Палеонтологического музея "Реконструкція змін умов осадконакопичення на межі плейстоцену та голоцену в Чорному морі за даними форамініфер" [12]. Продолжается работа над диссертацией аспирантки И. С. Мудрик "Палеогеографічна реконструкція північно-західного узбережжя Чорного моря у пізньому плейстоцені та голоцені за даними палінологічного аналізу" [5].

3. Использование бентосных фораминифер для целей обнаружения скоплений метана под дном Черного моря на базе теориии флюидогенеза заслуживает отдельного внимания. В настоящее время под руководством В. В. Янко проанализированы результаты исследований по международному проекту EU-FP6 HERMES "Hotspot Ecosystems Research on the Margins of European Seas" и госбюджетной темы Министерства образования и науки Украины "Изучить процессы формирования и пространственного распределения метана в Чёрном море и теоретически обосновать его влияние на эко- и геосистемы бассейна". Полученные результаты свидетельствуют в пользу использования особенностей количественного и качественного (таксономического) распределения мейобентосных организмов для оконтуривания скоплений метана под морским дном. Мейобентосная съёмка, будучи на данном этапе исследований сопряжённой с геофизическими работами, газовой и геохимической съёмкой донных отложений, позволяет разработать основные критерии для поиска газовых месторождений на дне Черного моря, удешевить стоимость поисковых работ и повысить их надёжность [3]. В рамках данного направления опубликована монография [4] и продолжается работа над докторской диссертацией А. О. Кравчук.

4. Следует также отметить наработки группы микропалеонтологов Одесского университета **по радиоляриям Мирового океан**а, по которым В. А. Бердниковым (руководитель В. В. Янко) защищена

кандидатская диссертация “Радиолярии плиоцена и современные тропических и субтропических районов Мирового океана”.

Все собранные монографические коллекции по микроископаемым организмам хранятся в Палеонтологическом музее Одесского национального университета имени И. И. Мечникова и снабжены фотографиями, сделанными в СЭМ. Результаты исследований опубликованы в журналах, цитируемых в SCOPUS, Web of Science, фаховых и пр.

Опыт многолетних исследований с очевидностью свидетельствует о важности микропалеонтологических исследований ученых ОНУ имени И. И. Мечникова в развитие морской геологии и решение актуальных проблем Черноморского региона как фундаментальных, так и прикладных, в том числе для Государственной геологической службы Украины и отраслевых предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кравчук А. О.* Современные изменения условий осадконакопления и бентосные фораминиферы как индикаторы загрязнения северо-западного шельфа Черного моря//Проблемы геотоксикологии. – Одесса: ТЭС, 2002. – С. 29–95.

2. *Янко В. В., Грамова Л. В.* Стратиграфия четвертичных отложений Кавказского шельфа и континентального склона Чёрного моря по микрофауне//Советская геология, 1990. – № 2. – С. 60–72.

3. *Янко В. В., Кадурин С. В., Кравчук А. О., Кулакова И. И.* 2017. Мейобентос как поисковый признак скоплений газообразных углеводородов в донных отложениях Черного моря. Геология и полезные ископаемые Мирового океана 2: 26–59.

4. *Янко В. В., Кравчук А. О., Кулакова І. І.* Мейобентос метановых выходов Черного моря. Одесса: Феникс, 2017. – 240 с.

5. *Mudie P., Mudryk I., Gerasimenko N., Rohozin Ye.* New approach topalynological study of the Danube Delta and shelf. Geological Society of America (Baltimore) Abstracts with Programs, 2015. – V. 47. – № 7. –204 p.

6. *Yanko V., Mudie P. J., Kadurin S., Larchenkov E.* Holocene marine transgression in the Black Sea: New evidence from the northwestern Black Sea shelf//Quaternary International, 2014. – V. 345. – P. 100–118.

7. *Yanko V.* Stratigraphy and paleogeography of marine Pleistocene and Holocene deposits of the southern seas of the USSR//Mem. Soc. Geol. Ital., 1990. – V. 44. – P. 167–187.

8. *Yanko V., Ahmad M., Kaminski M.* Morphological deformities of benthic foraminiferal tests in response to pollution by heavy metals: implications for pollution monitoring. Journal of Foraminiferal Research, 1998. – V. 28. – No 3. – P. 177–200.

9. *Yanko V., Kronfeld A., Flexer A.* The response of benthic foraminifera to various pollution sources: Implications for pollution monitoring//Journal of Foraminiferal Research, 1994. – V. 24. No 1. – P. 1–17.

10. *Yanko V., Arnold A., and Parker W.* The Effect of Marine Pollution on Benthic Foraminifera//Modern Foraminifera/Sen Gupta, B. K. (ed.). – Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 1999. – P. 217–238.

11. *Yanko-Hombach V. (also Yanko V.), Gilbert A., Dolukhanov P.* Critical overview of the Flood Hypotheses in the Black Sea in light of geological, paleontological, and archaeological evidence//Quaternary International, 2007. – no. 167–168. – P. 91–113.

12. *Yanko-Hombach V. (also Yanko V.), Kondariuk T. (also Kondaryuk T.), Motnenko I.* Benthic foraminifera indicate environmental stress from river discharge to marine ecosystems: example from the Black Sea//Journal Foraminiferal Research, 2017. – V. 47. – No. 1. – P. 70–92.

13. *Yanko-Hombach V. (also Yanko V.), Schnyukov E., Pasynkov A., Sorokin V., Kuprin P., Maslakov N., Motnenko I., Smyntyna O.* Late Pleistocene-Holocene Environmental Factors Defining the Azov-Black Sea Basin, and the Identification of Potential Sample Areas for Seabed Prehistoric Site Prospecting and Landscape Exploration on the Black Sea Continental Shelf//Submerged Landscapes of the European Continental Shelf: Quaternary Paleoenvironments/Flemming F. et al. (eds). – Chichester, UK: Wiley-Blackwell, 2017. – P. 431–478.

14. *Yanko-Hombach V. (also Yanko V.).* Controversy over Noah’s Flood in the Black Sea: geological and foraminiferal evidence from the shelf//The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate and Human Settlement/Yanko-Hombach, V., Gilbert, A.S., Panin, N., Dolukhanov, P.M. (eds.). – Springer: Dordrecht, 2007. – P. 149–203.

15. *Yanko-Hombach V. (also Yanko V.), Kislov A.* Late Pleistocene e Holocene sea-level dynamics in the Caspian and Black Seas: Data synthesis and Paradoxical interpretations. Quaternary International, 2017. – V. 465 (Part A): 63–71.

УДК 553.041

ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ОСВОЄННЯ ВУГЛЕВОДНЕВИХ РЕСУРСІВ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Бегаль А.С. [1] ***,Толкунов А.А.*** [2]***, Гаврилюк Р.О.*** [3]

1 – генеральний директор ДГП "Укргеофізика", м. Київ, Україна, 2 – кандидат геологічних наук, начальник геологічного відділу ДГП "Укргеофізика", м. Київ, Україна, 3 – головний фахівець, Департ амент розвідки т а видобут ку газу НАК "Нафт огаз України" ", м. Київ, Україна

Наведені загальні характеристики геолого-промислових, технологічних, економічних, та регуляторних аспектів реалізації геологорозвідувальних робіт та програм з освоєння вуглеводневих ресурсів Півдня України. За результатами аналізу наявних матеріалів проведено геолого-економічну оцінку деяких нафтогазоперспективних об'єктів Північно-Західного шельфу Чорного моря та складено рейтинг їх інвестиційної привабливості. Представленні деякі результати геолого-економічного аналізу перспектив освоєння вуглеводневих ресурсів півдня України.

GEOLOGICAL AND ECONOMICAL ESTIMATION OF THE HYDROCARBON EXPLORATION AND PRODUCTION PROSPECTS OF THE SOUTHERN UKRAINE

Begal A.S [1]***., TolkunovA.A.*** [2]***, Gavrilyuk R.O.*** [3]

1 – Director general SGE «Ukrgeofizika», Kyiv, Ukraine 2- Phd in geology, Chief of geological department SGE «Ukrgeofizika», Kyiv, Ukraine, 3- Chief specialist of the Department of exploration and extraction of gas of the National Joint-Stock Company "Naftogaz of Ukraine", Kyiv, Ukraine

The general characteristics of geological-industrial, technological, economic, and regulatory aspects of the realization of exploration works and hydrocarbon resource development programs in the South of Ukraine are presented. According to the analysis of available materials, geological and economic evaluation of some oil and gas prospecting objects of the Black Sea Northwest Shelf was conducted and the rating of their investment attractiveness was drawn up. Some results of the geological-economic analysis of the prospects for the development of hydrocarbon resources in the south of Ukraine are presented.

Україна належить до числа держав світу, які мають запаси всіх видів енергетичних ресурсів (нафта, природний газ, вугілля, торф, уран та ін.), але ступінь забезпеченості запасами, їх видобуток та використання неоднакові і в сумі вони не створюють необхідний рівень енергетичної безпеки. Оскільки сьогодні Україна значною мірою залежить від імпорту енергоресурсів, насамперед, природного газу, першочерговим завданням для нашої країни є пошук нових джерел енергетичного забезпечення, зокрема газових покладів.

Для розуміння який з напрямів є більш привабливий за існуючих умов, та які граничні показники впливу на можливий стратегічний напрям для раціональної державної політики в надрокористуванні необхідно використовувати сучасні інструменти, одним з таких є геолого-економічний аналіз (ГЕА) перспектив освоєння вуглеводневих ресурсів (рис.1). Геолого-економічний аналіз перспектив освоєння вуглеводневих ресурсів надр - комплексний аналіз результатів геологічного та техніко-економічного вивчення корисних копалин на території інтересу з метою оцінки перспектив (можливості) їхнього промислового значення шляхом визначення із зростаючою детальністю техніко-економічних показників (на базі геолого-економічної оцінки об'єкта геологорозвідувальних робіт) виробничого процесу та фінансових результатів реалізації товарної продукції майбутнього гірничого підприємства, що проектується.)

Рис.1 - Геолого-економічний аналіз (ГЕА) перспектив освоєння вуглеводневих ресурсів

Оцінка ресурсної бази

За останні десятиріччя різко скоротився фонд підготовлених до пошукового буріння нафтогазоперспективних об‘єктів з підрахованими перспективними ресурсами, тобто готовими до освоєння, захисту запасів та експлуатації в разі позитивних результатів буріння. Однією з основних причин зниження рівня приросту запасів та ресурсної бази вуглеводнів є різке зменшення обсягів геологорозвідувальних і, в першу чергу, геофізичних робіт, направлених на пошуки та підготовку до буріння нових нафтогазових об‘єктів, дорозвідку вже виявлених, та родовищ, що експлуатуються.

Зважаючи на велику ступінь виснаження основних родовищ Східного і Західного нафтогазоносного регіонів, існує нагальна потреба наукового обґрунтування та виділення першочергових об’єктів і визначення пріоритетних напрямків пошуково-розвідувальних робіт на акваторіях Південного регіону та прилягаючого суходолу, а також перехідних зон суходіл-море.

Північно-західний шельф Чорного моря

Північно-західний шельф Чорного моря є добре вивчений геофізичними методами (сейсморозвідка, електророзвідка, граві- та магніторозвідка). За результатами пошуково-розвідувального буріння на північно-західному шельфі Чорного моря були відкриті 8 газових і газоконденсатних родовищ — Голицинське, Південно-Голицинське, Штормове, Архангельське, Шмідта, Кримське, Одеське, Безіменне. Наявні дані свідчать про сприятливі геологічні передумови інвестиційної привабливості північно-західного шельфу українського сектору Чорного моря. В межах північно-західного шельфу на сьогодні сейсморозвідувальними дослідженнями виявлено 52 нафтогазоперспективних об’єктів. З них 31 об’єкти виявлені, 21-підготовлені під пошуково-розвідувальне буріння, 13 з яких - в нерозподіленому фонді Держгеонадр. Саме 13 останніх можуть бути в першу чергу запропоновані на аукціонах по продажу спеціальних дозволів на надрокористування потенційним інвесторам. За результатами дослідження було складено рейтинг їх інвестиційної привабливості та згруповано у відповідності до черговості проведення робіт з геологічного вивчення, в тому числі дослідно-промислової розробки з подальшим видобуванням.

Таблиця 1. – Рейтингова оцінка підготовлених до буріння нафтогазоперспективних об’єктів Північно-Західного шельфу Чорного моря за геолого-економічними показниками можливого промислового освоєння

№№	Фонд підготовлених об`єктів на 01.01.2017	Горизонт відбиття, вік відкладів	Площа ($км^2$)	Ресурси класу 333, млрд. $м^3$	Критерій за ТЕП
1	Південнофлангова	K_1(IV)	24,8	10,177	Рентабельний
2	Сельського	K_1	86	37,932	Рентабельний
3	Чарівна	K_1(IV)	36	12,5	Рентабельний
4	Штильова	Pg_2,K_1(IVa)	20	11,5	Рентабельний
5	Понтійська	K_1(IVa)	22	8,04	Умовно-рентабельний
6	Західнофлангова	K_1(IV)	21,3	7,8	Умовно-рентабельний
7	Мирна	K_1(IV)	26,5	7,2	Не рентабельний
8	Корнілова	K_1(IV)	55	6,137	Не рентабельний
9	Малікова	K_1(IV)	24	5,6	Не рентабельний
10	Сундучна	Pg_1	11	2,5	Не рентабельний
11	Дипломна	K_1(IV)	13,25	2,448	Не рентабельний
12	Північноштормова	K_2(IIIб)	10,4	1,6	Не рентабельний

*- рентабельні проекти характеризуються рентабельністю (IRR) > 20% та терміном окупності (PP) з початку видобутку продукції в межах 3-7 років).

Перехідні зони півдня України

У грудні 2006 року Державною геологічною службою України була затверджена «Програма розвитку геофізичних робіт в перехідних зонах півдня України» що була підготовлена спеціалістами УкрДГРІ» та ДГП «Укргеофізика. До перехідних зон півдня України були віднесені прибережні території суходолу і мілководні частини Азовського і Чорного морів, Сиваш, гирла р.Дунай, Дніпра та інші, в межах яких сейсморозвідувальні роботи практично не виконувалися. На території перехідних зон української частини Чорного та Азовського морів прогнозується більше100 нафтогазоперспективних об’єктів загальною площею 1700 $км^2$ і попередньо оціненою ресурсною базою 250-300 млн. т. умовного палива (табл.1) [1].

Таблиця 1.Прогнозні ресурси перехідних зон півдня України [1]

№ *п/п*	*Назва регіону*	*Площа виявлених перспективних об'єктів($км^2$)*	*Прогнозні ресурси тис.т.у.п.*
1.	Західне Причорномор'я	300	52500
2.	Північне Причерномор'я	50	11000
3.	Північне Приазов'я	400	64800

4.	Рівнинний Крим	400	49500
5.	Керченський півострів	550	88200
	Всього:	1700	266000

До числа зон з найбільш високими перспективами відносяться перехідні зони Керченського півострова, північно-західної, північної і східної частини Криму, озера Сиваш, Арабатської стрілки, західного Причорномор'я від дельти р. Дунай до озера Алібей. Перехідні зони північного Присивашшя, північного Приазов'я вважаються маловивченими з невиявленими перспективами, а перехідні зони ГірськогоКриму до останнього часу взагалі системно не вивчалися щодо перспектив нафтогазоносності. При цьому в перехідних зонах півдня України прогнозується 104 нафтогазоперспективних об'єктів.

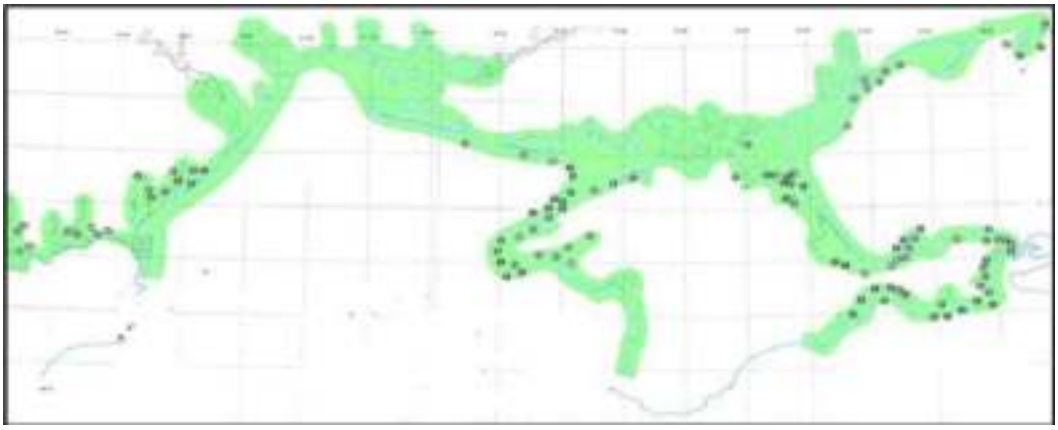


Рисунок 1. Нафтогазоперспективні об'єкти що прогнозуються в межах перехідних зон півдня України

Згідно з програмою, ДГП «Укргеофізика» з 2008 року почало виконувати геологрозвідувальні дослідження на території перехідних зон західної частини Криму та північної частини Керченського півострова Криму з метою виявлення та підготовки до буріння нафтогазоперспективних об'єктів. В першу чергу це стосувалось структур які були частково вивчені попередніми роботами на суходолі та мають своє продовження в акваторіях. Геофізичні дослідження в перехідних зонах можливо провести лише з застосуванням спеціалізованого обладнання та апаратури і з використанням плавзасобів.ДГП «Укргеофізика» було придбано спеціальну апаратуру та обладнання для роботи на мілководді перехідних зон.

З 2014 року роботи було зупинено у зв'язку з анексією Криму.

З огляду на те, що перехідні зони Західного та Північного Причорномор'я мають перспективи нафтогазоносності і фактично не вивчалася раніше, пропонується проведення тут геофізичних робіт як першого етапу досліджень, що в майбутньому має сприяти освоєнню вуглеводневого потенціалу цієї частини півдня України.

Західне Причорномор'я

Сейсморозвідка МСГТ в Західному Причорномор'ї проводилась з 1972 по 1996 роки по окремими площам. Регіональний етап ГРР був пропущений. Геофізичні роботи носили несистемний характер, значна частина профілів відпрацьована малоефективними джерелами збудження, структурні побудови виконувались в основному за матеріалами низькократної (12) цифрової і аналогової сейсморозвідки. За ці роки було виявлено близько 40 нафтогазоперспективних об'єктів, частина з яких передавалась в пошуково-розвідувальне буріння.

На основі аналізу наявної геолого-геофізичної інформації по Західному Причорномор'ю виділено чотири перспективних в нафтогазоносному відношенні комплекси: силурійсько-кам'яновугільний, пермсько-тріасовий, юрський і неогеновий.

Перспективність силурійсько-кам'яновугільного комплексу доведена чисельними нафтогазопроявленнями при бурінні, а також випробуванні свердловин на Жовтоярській, Білоліській, Зарічненській, Сариярській, Розовській і Ярославській площах.Східно-Саратське родовище - перше нафтове родовище, розвідане в Західному Причорномор'ї у відкладах середньо-верхнього девону.

Пермо-тріасовий перспективний комплекс складений, в основному, теригенними та глинистими, місцями вулканогенними породами. Колекторами в цьому комплексі можна розглядати перш за все алеврито-піщані породи. Ступінь тріщинуватості порід, які розглядаються, низька і середня, місцями висока. Роль покришок виконують пачки аргілітів і щільних мергелів, які приурочені до різних частин розрізу і мають, можливо, зональну розповсюдженість.

В межах всього Західного Причорномор'я виділяють юрський продуктивний комплекс, з яким пов'язують можливі поклади нафти і газу. Колекторами є пісковики, алевроліти, вапняки пористі, тріщинуваті.

В процесі буріння гідрогеологічних свердловин доведена газоносність сарматських відкладів. Відносно інтенсивні газопрояви були встановлені поблизу м. Унгени, де відкрито Унгенське газове родовище. В стратиграфічному відношенні метановий газ приурочений до середньосарматських утворень.

У фонді підготовлених та виявлених нафтогазоперспективних об'єктів на цей час знаходиться ряд

структур Західного Причорномор'я, але на наш погляд всі вони потребують додаткових геофізичних досліджень з метою підготовки під глибоке буріння на нафту та газ.

Оцінка інвестиційного режиму

Основними формами організаційно-економічних відносин надрокористування, відповідно до яких відбувається залучення інвестицій в освоєння мінерально-сировинної бази в світовій практиці є такі:

- концесійна форма організаційно-економічних відносин надрокористування;
- ліцензійна форма організаційно-економічних відносин надрокористування;
- угоди про розподіл продукції (УРП, англ. PSA);
- угоди про спільне підприємство
- сервісні контракти [2].

Представником держави нерідко виступає національна гірнича компанія. Так, в країнах що розвиваються обов'язковою умовою законодавства або контракту може бути створення спільного підприємства між компанією - інвестором і державною гірничою компанією.

Проведений аналіз різних організаційно-економічних форм відносин іноземних видобувних компаній з державою показує, що їхні сучасні модифікації є досить гнучкими та за великим рахунком можуть приводити до приблизно подібних результатів ефективності отримання державою економічної ренти. Але разом з цим, внаслідок прозорості економічного механізму стягнення фіскальних платежів УРП та більшої "незалежності" від загального законодавства, на даний час виглядає більш прийнятним для країн, що розвиваються. Успішне функціонування концесійної системи можливе за умови добре розробленого фіскального режиму та вирішення численних правових питань гірничого законодавства.

Держава та Інвестор аналізують основні економічні показники ефективності інвестиційних проектів. Такий аналіз є дуже важливим для вибору оптимальної переговорної позиції, визначення необхідних заходів для встановлення прийнятних економічних умов інвестування в проекти з видобутку корисних копалин. У різних країнах світу існує декілька підходів до оцінки ефективності інвестицій у гірничовидобувну галузь. Аналіз світової практики свідчить, що методики, які використовують держави, хоч і мають макроекономічний характер, враховують й рентабельність проекту для інвестора.

Як правило, цим дослідженням передують роботи з геолого-економічної оцінки мінеральних ресурсів. Основними напрямами досліджень, які проводять держави — власники ресурсів при наданні їх у користування, є наступні: оцінка ресурсів регіону, включаючи "доподаткову" ефективність, розрахунок економічної ренти, ранжування, цінові сценарії; оцінка "податкових можливостей"; розробка ефективного механізму стягнення такої частки. Можуть використовуватися два основні критерії ефективності проектів: на стадії розробки — чиста сучасна цінність (NPV) родовища при ставці дисконту інвестора або за вартістю капіталу; на пошуково-розвідувальній стадії — показник EMV (expected monetary value). Державою розраховується також показник GT (government task) — частка економічної ренти держави від розробки родовища Інвестором.

Результати таких досліджень дозволяють державі адекватно оцінити інвестиційну привабливість ресурсної бази регіону, що є необхідною умовою для визначення ефективної переговорної позиції. Підготовка до проведення переговорів між Інвестором і Державою щодо економічних умов угоди про розподіл продукції або іншого договору про користування надрами може передбачати, серед іншого, підготовку Державою ТЕО (техніко-економічного обгрунтування) й розробку моделі економічних розрахунків по проекту. Аналіз світового досвіду дозволяє виділити основні економічні показники, що розраховуються при оцінці ефективності реалізації видобувних проектів з Інвестором та Державою (табл. 1).

Таблиця 1. Основні групи показників, які використовуються при оцінці ефективності інвестицій у гірничовидобувну галузь

Найбільш важливі показники оцінки ефективності інвестиційного проекту для Інвестора
● Чистий грошовий потік; ● Внутрішня норма рентабельності (ВНР); ● Чиста приведена вартість (NPV); ● Індекс рентабельності (Р-фактор); ● Обсяг капітальних витрат до початку окупності проекту; ● Обсяг «ризикового капіталу»; ● Прибуток та рівень рентабельності продукції.
Найбільш важливі показники оцінки ефективності інвестиційного проекту для Держави
● Обсяг прямих державних доходів в цілому; ● Обсяг непрямих державних доходів (податки субпідрядників і фізичних осіб, що приймають участь в проекті); ●Мультиплікаційний ефект (приріст державних доходів за рахунок підвищення ділової активності в регіоні); ● Неотриманий прибуток від нереалізованих проектів; ●Частка економічної ренти держави від розробки родовища Інвестором (GT).

Таким чином можна зробити висновок, що питанням прогнозування показників економічної ефективності інвестиційного проекту з освоєння освоєння мінерально-сировинної держава має опікуватися вже на початку підготовки тендеру проведення конкурсу на укладення відповідної угоди. Результати дослідження перспективних об'єктів «очима» інвестора дозволили б адекватно оцінювати можливості досягнення балансу інтересів інвестора та держави на всіх етапах реалізації проектів та визначити відповідні оптимальні умови.

Оцінка ризиків

Головною задачею при оцінці вартості надр є вирішення питання застосування того чи іншого методу врахування невизначеності і ризиків вихідних параметрів. Кількісно оцінити ризик можливо з використанням різних методів : експертних оцінок, імітаційного моделювання, дерева рішень та ін. Вибір того чи іншого методу залежить від поставленої задачі і необхідної наявної вихідної інформації.

При освоєнні нафтогазових об'єктів існує доволі великий ризик того, що очікуваний результат не буде досягнутий, а понесені витрати не вдасться відшкодувати. В найбільшій мірі це справедливо для об'єктів, сировинна база яких включає прогнозні і перспективні ресурси. Ризик понесення збитків при освоєнні таких ресурсів обумовлений головним чином невизначеністю геолого-промислових параметрів об'єктів. Ймовірність отримання негативного значення ЧДД в результаті розвідки і розробки об'єкту вуглеводневої сировини розглядається як ризик отримання збитків. Незважаючи на те, що геологорозвідувальні ризики не можуть бути усунуті, вони можуть бути значно знижені у масштабах інвестиційного портфеля.

При оцінці слабо вивчених об'єктів з перспективними і прогнозними ресурсами категорій 333 и 334 для врахування ризику використовуються ймовірнісно-статистичні методи. Застосування цих методів дозволяє представити результат вартісної оцінки у вигляді кумулятивного розподілу ймовірності, показує те, з якою ймовірністю ЧДД перевищить те чи інше значення, в тому числі і від'ємне.

Для маловивчених об'єктів рекомендується також визначити показник **очікуваної вартості запасів** EMV (expected monetary value) - ЧДД прогнозований по результатам майбутніх геологорозвідувальних робіт (ГРР) з врахуванням витрат на ГРР і ймовірності їх успішності:

Очікувана вартість = ЧДД *SP – Ризиковий капітал * (1- SP)

де **SP** - вірогідність успіху ГРР; **Ризиковий капітал**, під яким в даному випадку розуміється сума витрат на проведення ГРР. Від ступеню геологічної вивченості об'єкту оцінки залежать основні параметри розрахунку цього показника [3, 4].

Зміна показника Очікувана вартість EMV (expected monetary value) графічно зображена на рис. 2.

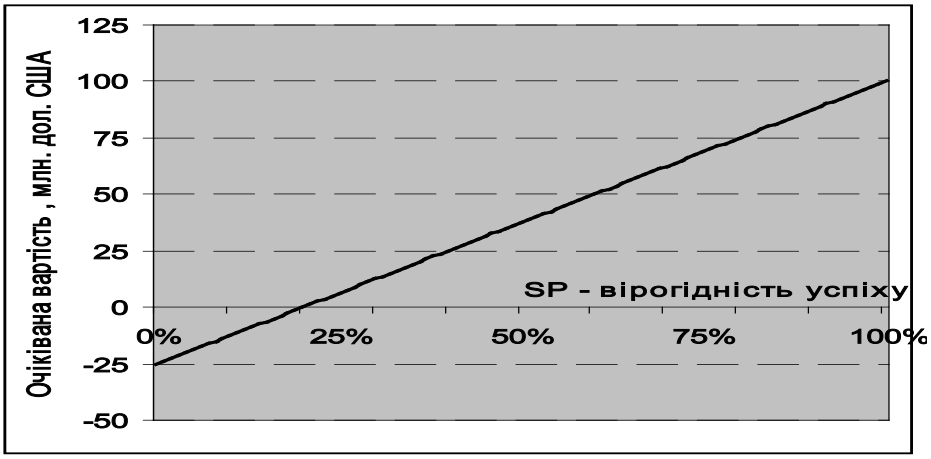


Рис. 2. Вартість запасів з врахуванням ризику.

Під ймовірністю успіху ГРР розуміється ймовірність відкриття на оцінюваному об'єкті родовища або покладу нафти та газу з прогнозними запасами, які визначаються по статистичним даним для оцінюваного регіону або експертно. Капітал ризику розраховується як сума прогнозних витрат на всі види робіт по виявленню пасток і підготовці до глибокого буріння, пошуку, розвідки, підготовки до промислового освоєння.

Якщо в межах оцінюваної ділянки надр прогнозується виявлення декількох об'єктів з локалізованими або перспективними ресурсами, то очікувана вартість запасів розраховується для кожної пастки окремо, а потім по ділянці в цілому як сума очікуваної вартості запасів по всім об'єктам ділянки, на яких прогнозується виявлення промислових скупчень вуглеводнів.

Даний підхід є найбільш об'єктивний і в теперішній час потрібний перш за все потенційними інвесторам, які повинні оцінювати свій ризик при прийняті інвестиційного рішення.

Висновки

Інтенсифікації проведення робіт з підготовки та освоєння вуглеводневого потенціалу надр півдня України за активною участю як державних так і приватних підприємств та наукових організацій має підвищити інвестиційну привабливість регіону, призвести до відкриттів нових родовищ нафти та газу, що буде сприяти

зміцненню енергетичної незалежності держави.

Також з метою аналізу причин отримання негативних результатів буріння на деяких структурах, проведення рейтингової оцінки нафтогазоперспективних об'єктів та надання рекомендацій на проведення подальших геологорозвідувальних робіт (ГРР) пропонується виконання тематичних робіт на базі переобробки сейсмічних даних, отриманих в попередні роки, та комплексної інтерпретації всієї наявної геолого-геофізичної інформації з використанням сучасних технологій.

Україна володіє значним вуглеводневим ресурсним потенціалом та потужним науково-виробничим кадровим ресурсом. На території країни історично склалося добре розвинута інфраструктура повного циклу від пошуків до розробки та переробки і транспортування кінцевому споживачу енергетичних ресурсу. В останній час Держава запровадила цілу низку істотних законодавчих змін та прозорих процедур для поліпшення умов господарювання суб'єктів нафтогазового ринку та потенційних інвесторів. Визначним в цій є децентралізація частини ренти, зменшення ставок «рентного» податку для нових газових свердловин та в умовах Угод про розподіл продукції, що має суттєвим чином пожвавити залучення інвестицій у галузь. Необхідним є прискорення реалізації програм ГРР направлених на виявлення та підготовку нових перспективних об'єктів під буріння та ліцензування цих ділянок та проведення детального геолого-економічного аналізу перспектив освоєння вуглеводневих ресурсів півдня України

Геологічні дані свідчать, що за умови відповідних інвестицій Україна зможе задовольнити свої потреби в енергетичних ресурсах і не залежати від імпорту енергоносіїв. Стимулювання розвитку видобувної галузі є одним з пріоритетних напрямів державної політики.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Програма розвитку геофізичних робіт в перехідних зонах півдня України» затверджена Державною геологічною службою. Київ. 2006.

2. Daniel Johnston. International Exploration Economics, Risk, and Contract Analysis/ Pennwell Books, 2003. - 401 pages

3. А.А. Герт и др. Стоимостная оценка нефтегазовых месторождений и участков недр с учётом неопределённости и рисков/ Недропользование XXI век //2/2009

4. Peter R. Rose Risk Analysis and Management of Petroleum Exploration Ventures. AAPG Methods in Exploration series №12

Зміст	Стор.
Акуленко Г.В. ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ОСВОЄНИХ І ПРОГНОЗНИХ РЕСУРСІВ НЕЕНЕРГЕТИЧНИХ КОРИСНИХ КОПАЛИН	3
М. М. Багнюк ВИЯВЛЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ ДРЕНОВАНИХ ЗАПАСІВ ГАЗУ ВІД ФІЛЬТРАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРІД-КОЛЕКТОРІВ	7
Буртный П.А., Корчин В.А., Карнаухова Е.Е. ЗОНЫ РАЗУПЛОТНЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ ПО МАТЕРИАЛАМ РТ-ПЕТРОФИЗИКИ, ГСЗ И ГРАВИМЕТРИИ	11
Василенко А.П., Ісаков Л.В. ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВ ЗАХІДНОЇ ТА ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИН УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА НА РІДКІСНОМЕТАЛЕВЕ-РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНЕ ЗРУДЕНІННЯ, ПОВ'ЯЗАНЕ З ПЕГМАТИТАМИ	15
Васильева И.В. ИЗУЧЕНИЕ СОСТОЯНИЯ НЕДР НА ОБЪЕКТАХ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	18
Веклич Ю. М. КАРТА МЕХАНІЧНОГО СКЛАДУ ЧЕТВЕРТИННОГО ПОКРИВУ УКРАЇНИ	20
Вернигорова Ю.В. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМИНОВ "ГОРИЗОНТ", "СЛОИ" ПРИ РАСЧЛЕНЕНИИ НЕОГЕНА ВОСТОЧНОГО ПАРАТЕТИСА	24
Віршило І. В., Ягорлицька К. П., Рудник Б. О., Кравченко Є. Г., Білоус Ю. В., Подоляко Л. Ю. ДАТСЬКИЙ ЦЕНТРАЛЬНИЙ ГРАБЕН ЯК ОБ'ЄКТ ПОШУКУ ТРАДИЦІЙНИХ РЕЗЕРВУАРІВ ВУГЛЕВОДНІВ	28
Войтенко Ю.І. НОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ В ГЕОЛОГІЇ ТА МАШИНОБУДУВАННІ	32
Генералова Л.В., Степанов В.Б. ЗАЛІЗОМАНГАНОВА МІНЕРАЛІЗАЦІЯ НАД'ЯМНЕНСЬКОГО СТРОКАТОКОЛІРНОГО ГОРИЗОНТУ (СКИБОВИЙ ПОКРИВ, УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)	35
Голуб О.Г. , Приходченко О.Ю. , Дворецький Р.Б. , Щербина І.В. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БУРОВИХ РОЗЧИНІВ ТА ПРОМИВАЛЬНИХ РІДИН (ЕМУЛЬСІЙ НА ВУГЛЕВОДНЕВІЙ ОСНОВІ) НА КОЛЕКТОРСЬКІ ВЛАСТИВОСТІ КЕРНА В ПРОЦЕСІ ПРОВЕДЕННЯ БУРІННЯ ТА КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ СВЕРДЛОВИН	39
Голуб П.С., Мельченко В.В., Іщенко Л.І., ПЕРСПЕКТИВИ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ГЛИБОКОЗАНУРЕНИХ НИЖНЬОКАМ'ЯНОВУГІЛЬНИХ ВІДКЛАДІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ТА ПІВДЕННО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ ДДЗ	43
Гошовский С. В., Сиротенко П. Т., Воробьёв А. И. ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ, ОБНАРУЖЕНИЕ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГАЗОВЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ НА МОРЕ	46
Гошовський С.В., Люта Н.Г. СТИСЛИЙ НАРИС ПРО ІСТОРІЮ ГЕОЛОГІЇ ТА НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ	54
Гошовський С.В., Люта Н.Г., Красножон М.Д. РОЛЬ НАУКИ У СТВОРЕННІ ТА РОЗВИТКУ ГЕОЛОГІЧНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ	59
Гошовский С.В., Зурьян А.В. ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ОТБОРА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ПОЛЯ	60
Гошовский С.В., Зурьян А.В. ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ ГАЗА МЕТАНА ИЗ СИПОВ, ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ И МОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГАЗОГИДРАТОВ	64
Гриценко В. П. РЕЗУЛЬТАТИ, ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МЕНЕДЖМЕНТУ УНІКАЛЬНОГО БЕРНАШІВСЬКОГО МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ЕДІАКАРСЬКОЇ БІОТИ	67
Гріньов В. Г., Хорольский А. О. МОЖЛИВОСТІ Й РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАПАСІВ ЗОЛОТОРУДНИХ УКРАЇНСЬКИХ РОДОВИЩ	71
Дем'яненко І.І. ПЕРСПЕКТИВИ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ЗАХІДНОГО СУБРЕГІОНУ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ	74
Дем'яненко І.І. ПРИНЦИПИ ТИПІЗАЦІЇ ПАСТОК У НАФТОГАЗОВІЙ ГЕОЛОГІЇ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ПАСТОК ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ	78
Дмишко О. ОЦІНКА ПРОМИСЛОВОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЩОДО ГАЗОНОСНОСТІ ВІДКЛАДІВ	83
Довганич А. В., Голуб П. С, Солодкий В. М. ЧИННИКИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ДОСТОВІРНІСТЬ ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ РОДОВИЩ БУДЬ-ЯКОЇ СКЛАДНОСТІ, ТА ВПРОВАДЖЕННЯ РІЗНОГО РОДУ ЗАХОДІВ ЩОДО МІНІМІЗАЦІЇ ЇХНЬОГО ВПЛИВУ	86
Дорохов М. В., Бодлак В. П. ЗАСТОСУВАННЯ ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НАЙПРОДУКТИВНІШИХ ДІЛЯНОК ВУГЛЕВОДНЕВИХ РОДОВИЩ	92
Дудік О. М., Дудік С. О. ПРАКТИЧНІ Й НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ АКВАТОРІЇ ЧОРНОГО МОРЯ ЗА ДАНИМИ ГЕОХІМІЧНОЇ ПРОГНОЗНО-ПОШУКОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ "GHPKU"	95
Дудік С. О., Дудік О. М. ОСОБЛИВОСТІ ГЕОХІМІЧНИХ ПОШУКІВ РОДОВИЩ ВУГЛЕВОДНІВ В УМОВАХ ДДЗ ЗА ДАНИМИ КОМПЛЕКСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕТАЛОННИХ РОДОВИЩ І ПОШУКОВИХ ДІЛЯНОК	100
Жикаляк М. В. КОНЦЕПТУАЛЬНІ НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗМУ РЕФОРМУВАННЯ ГАЛУЗІ ГЕОЛОГІЇ ТА НАДРОКОРИСТУВАННЯ В УКРАЇНІ	104

Жикаляк М. В. ЗАСТОСУВАННЯ ЛУТУГІНСЬКОЇ МЕТОДИКИ В КАРТУВАННІ ТА КАРТОГРАФУВАННІ ВЕРХНЬОПАЛЕОЗОЙСЬКИХ ВІДКЛАДІВ ДДЗ ЯК ЧИННИК НАРОЩУВАННЯ МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ ВУГЛЕВОДНІВ	111
Жикаляк М. В. , Куроєдова С. В. , Маринченко М. Є. ГАРМОНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ РЕГІОНАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ПІДЗЕМНИХ ВОД ДОНБАСУ ЗІ СТАНДАРТАМИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ	119
Жовинский Э. Я. , Крюченко Н. О. ТЕКТОНИЧЕСКИЙ ФАКТОР ПРИ ПОИСКАХ ФЛЮОРИТА СРЕДНЕГО ПРИДНЕСТРОВЬЯ	125
Земсков Г. О., Яценко В. Г. НЕТРАДИЦІЙНІ ПІДХОДИ В РОЗКРИТТІ МІНЕРАГЕНІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ: ЧИННИК ЧАСУ	127
Земсков Г. О. , Яценко В. Г.НЕТРАДИЦІЙНІ ПІДХОДИ В РОЗКРИТТІ МІНЕРАГЕНІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ: ЧИННИК ПРОСТОРУ	131
Зинчук Н. Н., Зинчук М. Н. О ПОСТМАГМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ КИМБЕРЛИТОВ	135
Зинчук Н. Н., Зинчук М. Н. СПЕЦИФИКА ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ КИМБЕРЛИТОВ	140
Зинчук Н. Н. О ПЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ КИМБЕРЛИТОВ	145
Зинчук Н. Н. СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГИПЕРГЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ КИМБЕРЛИТОВ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ	149
Зосимович В. Ю., Шевченко Т. В. ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ СТРАТИГРАФІЧНИХ СХЕМ НЕОГЕНОВИХ ВІДКЛАДІВ ПІВНІЧНОЇ УКРАЇНИ	154
Зур'ян О. В., Старинський В. О. , Сидоренко Л. М., Ціхонь Т. В. ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЇ ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ ДО РИНКОВИХ УМОВ НАДРОКОРИСТУВАННЯ В ЗАХІДНОМУ НАФТОГАЗОНОСНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ	156
Зур'ян О. В., Старинський В.О., Хавензон І. В., Ціхонь Т. В. ПЕРСПЕКТИВИ ГАЗОНОСНОСТІ ВЕРХНЬОБАДЕНСЬКИХ ВІДКЛАДІВ ПІВДЕННО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ БІЛЬЧЕ-ВОЛИЦЬКОГО НАФТОГАЗОНОСНОГО РАЙОНУ	160
Іванік О. М., Поляковська К. Ю. ОЦІНКА ГОЛОВНИХ ЧИННИКІВ ФОРМУВАННЯ СУЧАСНИХ ГРАВІТАЦІЙНИХ ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СЕРЕДНЬОГО ПРИДНІПРОВ'Я	163
Іконніков В. М., Васильєва І. В. ГЕОФІЗИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СВЕРДЛОВИН ВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ	166
Калашник Г. А. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПРИЛЕГЛИХ ДО БАЛКИ ЩЕРБАКІВСЬКА НАСЕЛЕНИХ ПУКТІВ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	168
Калашник А. А., Кузьмин А. В. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ УРАНОВОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОМ АВЛАКОГЕНЕ В СВЯЗИ С ГЛУБИННЫМ СТРОЕНИЕМ ЛИТОСФЕРЫ	171
Капеліста І. М., Войтюк Ю. Ю. ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ЛІВИХ ПРИТОК ПОДІЛЬСЬКОЇ ЧАСТИНИ РІЧКИ ДНІСТЕР	174
Качалова О. І., Шапран А. Б. ОСОБЛИВОСТІ ВАРТІСНОЇ ОЦІНКИ РОДОВИЩ ПІДЗЕМНИХ ВОД, ЯКІ ЕКСПЛУАТУЮТЬ КОМУНАЛЬНІ ПІДПРИЄМСТВА З ВОДОПОСТАЧАННЯ	177
Кирилюк О. В. ГЕОЛОГІЧНА СЛУЖБА УКРАЇНИ НА ШЛЯХУ РЕФОРМУВАННЯ	180
Климович Я. Я. СУЧАСНИЙ СТАН ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ НА НАФТУ Й ГАЗ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ	182
Коломійченко Б. Ф., Бесценна Л. Г. УДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ БАЗИ СФЕРИ НАДРОКОРИСТУВАННЯ	186
Корчин В. А., Русаков О. М. ЗОНЫ ТЕРМОБАРИЧЕСКОГО РАЗУПЛОТНЕНИЯ ШЕЛЬФА ЧЕРНОГО МОРЯ – РЕГИОНАЛЬНЫЙ КОЛЛЕКТОР ГЛУБИННОГО МЕТАНА	188
Костенко М. М. ГЕОЛОГІЧНЕ ДОВИВЧЕННЯ РАНІШЕ ЗАКАРТОВАНИХ ПЛОЩ І СТВОРЕННЯ ДЕРЖГЕОЛКАРТИ МАСШТАБУ 1:200 000 – ВАЖЛИВИЙ ЕТАП ГЕОЛОГІЧНОГО ВИВЧЕННЯ НАДР ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ	192
Кочетков С. И. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ АКУСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕСЧАНИКОВ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ	197
Кравченко О. В., Велігоцький Д. О. СТВОРЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНОЇ ВОДНЕВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ДЕБІТУ ТА ГЛИБИНИ ВИЛУЧЕННЯ НАФТИ ЧЕРЕЗ ВИКОРИСТАННЯ ВОДЕНЬГЕНЕРУВАЛЬНИХ НАНОСУСПЕНЗІЙ	199
Кривошеєв В. Т., Макогон В. В., Іванова Є. З. ТРАДИЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА – ОСНОВА ПОШУКІВ РОДОВИЩ ВУГЛЕВОДНІВ В УКРАЇНІ НА БЛИЖНЮ ТА СЕРЕДНЮ ПЕРСПЕКТИВУ	201
Кучма Л. М., Мельничук Т. В. РОЛЬ ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ РЕСУРСІВ НАФТИ Й ГАЗУ ОБ'ЄКТІВ ПОШУКОВО-РОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ У СТРАТЕГІЇ ОСВОЄННЯ ВУГЛЕВОДНЕВОЇ СИРОВИННОЇ БАЗИ	204
Лесюк Г. В. МІНЕРАЛЬНІ ВОДИ УКРАЇНИ ЗІ СПЕЦИФІЧНИМИ МІКРОКОМПОНЕНТАМИ	206
Лижаченко Н. М., Курило С. І. ІМОВІРНА РОЛЬ КАРБОНУ У ФОРМУВАННІ ЗОЛОТОРУДНОЇ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ (БАНДУРКІВСЬКИЙ ПРОЯВ)	210

Лисенко О. А., Бакаржієв А. Х СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ СИРОВИННОЇ БАЗИ УРАНУ УКРАЇНИ	213
Лисенко О. А., Колотієвський Р. П., Ковтун О.В. ПІВДЕННО-БІЛОЗІРСЬКЕ РОДОВИЩЕ БАГАТИХ ЗАЛІЗНИХ РУД	217
Локтєв А. В. , Мельник М. В., Грет М. М., Мороз М. О. ГЕОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИДОБУВАННЯ ГАЗУ В ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОМУ КАМ'ЯНОВУГІЛЬНОМУ БАСЕЙНІ	221
Люта Н. Г., Саніна І. В., Лютий Г. Г. ТЕРМАЛЬНІ ВОДИ – ВАГОМИЙ СКЛАДНИК МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННОЇ БАЗИ ЗАКАРПАТТЯ	224
Лютий Г. Г., Саніна І. В. ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ В УКРАЇНІ ПИТНИХ ПІДЗЕМНИХ ВОД	226
Макєєва Н. П., Щедрова О. В. ЗАПРОВАДЖЕННЯ ТА АДАПТАЦІЯ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ PETREL, ECLIPSE, GEOGRAPHIX, TECHLOG ДП "УКРНАУКАГЕОЦЕНТР" НАК "НАДРА УКРАЇНИ"	228
Маяцкий О. Б. , Ніколайчук А. І., Костюченко А. С. ГЕОЛОГІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ РОДОВИЩ ГЛИН, КАОЛІНІВ, ПІСКІВ	231
Морозов Ю. П. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГЕОТЕРМАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ	234
Назаренко М. В., Нестеренко Т. П. МЕТОДИ ВДОСКОНАЛЕННЯ КВАЛІМЕТРІЇ НАДР З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ НА ПРИКЛАДІ ГІС K-MINE	237
Насєдкін Є. І., Іванова Г. М., Стадніченко С. М. ОСОБЛИВОСТІ ВМІСТУ ЗАЛІЗА В РЕЧОВИННОМУ СКЛАДІ ПРИЗЕМНИХ ЕОЛОВИХ ПОТОКІВ У МЕЖАХ ІНДУСТРІАЛЬНИХ ОСЕРЕДКІВ	242
Осокина Н. П. ВЫНОС АНТРОПОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ С ПОВЕРХНОСТНЫМ СТОКОМ РЕК В ЧЕРНОЕ И АЗОВСКОЕ МОРЯ	247
Панова Е. А., Квашук О. Ю. ЛИТОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КАК ФАКТОРЫ КАРСТООБРАЗОВАНИЯ СОЛОТВИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАМЕННОЙ СОЛИ	249
Петрова Л. А. РЕГИОНАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ, КОНТРОЛИРУЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	253
Пилипчук О. М. МОЖЛИВОСТІ ВИРІШЕННЯ СУЧАСНИХ ПРОБЛЕМ ЗБЕРЕЖЕННЯ ГЕОЛОГІЧНОЇ СПАДЩИНИ УКРАЇНИ ЗА РАХУНОК СТВОРЕННЯ ГЕОПАРКІВ	257
Плужнікова В. Л., Вергельська Н. В., Васильєва І. В. ВПЛИВ ГАЗОНАСИЧЕННЯ ВУГЛЕПОРОДНОГО МАСИВУ НА ПОГЛИНАННЯ КИСНЮ ВУГІЛЬНИМИ ПЛАСТАМИ	261
Пономаренко А. Н., Шеремет Е. М., Козар Н. А., Сетая Л. Д. ИННОВАЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ДОБЫЧИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮГО-ВОСТОКА УКРАИНЫ	264
Попова Т. Л. ОЦІНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТУРНЕЙСЬКО-НИЖНЬОВІЗЕЙСЬКОГО ПРОДУКТИВНОГО КОМПЛЕКСУ СХІДНОГО НАФТОГАЗОНОСНОГО РЕГІОНУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО ПОДАЛЬШОГО НАРОЩУВАННЯ	267
Пройдак Ю. С., Адаменко Д. С., Камкіна Л. В., Кремнева К. В. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ДЕРЕВНОГО ВУГІЛЛЯ З УТИЛІЗАЦІЄЮ ВІДХОДІВ ЛІСНОГО ТА СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА.	270
Ремезова О.О., Хрущов Д.П., Ковальчук М.С., Дудченко Ю.В., Василенко С.П., Охолина Т.В., Яременко О.В. АГРОНОМИЧЕСКИЕ РУДЫ УКРАИНЫ: СТРАТЕГИЯ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЗВИТИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ	273
Рибнікова О. А. , Митрохин О. В. ДІАГНОСТИКА БІРЮЗИ ТА ЇЇ ІМІТАЦІЙ, ПОШИРЕНИХ НА РИНКУ УКРАЇНИ	277
Рой М. М. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН ПРИ НЕСТАЦІОНАРНІЙ ФІЛЬТРАЦІЇ	279
Рудько Г. І., Бондар О. І. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПРИБЕРЕЖНОЇ ЗОНИ КЕРЧЕНСЬКОГО ПІВОСТРОВА	281
Рудько Г. І., Литвинюк С. Ф. РОДОВИЩА БУРШТИНУ УКРАЇНИ ТА ЇХ ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА	283
Рудько Г. І. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА РОДОВИЩ ВУГЛЕВОДНІВ НЕТРАДИЦІЙНОГО ТИПУ В УКРАЇНІ	285
Рудько Г. І. РОЛЬ ГІРНИЧОДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ В ЕКОНОМІЦІ СВІТУ ТА УКРАЇНИ	287
Рябоконь Т. С. РЕГІОНАЛЬНІ СТРАТИГРАФІЧНІ ПІДРОЗДІЛИ ПАЛЕОГЕНУ ПІВДЕННОЇ УКРАЇНИ: ДЕЯКІ ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ	290
Саніна І. В., Лютий Г. Г. ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІН ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД У ПОРУШЕНИХ УМОВАХ	293
Спіріна О. І. НАУКОВИЙ СПАДОК ДОНЕЦЬКОЇ ШКОЛИ ВУГІЛЬНОЇ ГЕОЛОГІЇ В ІННОВАЦІЯХ ДОНБАСУ	296

Сукач В. В., Рязанцева Л. О., Хомич Ю. Є. ЗОЛОТО-МОЛІБДЕНОВІ РОДОВИЩА І РУДОПРОЯВИ В ЗЕЛЕНОКАМ'ЯНИХ ПОЯСАХ СЕРЕДНЬОГО ПРИДНІПРОВ'Я: ПЕРСПЕКТИВИ КОМПЛЕКСНОГО ВИВЧЕННЯ ТА ОСВОЄННЯ	298
Сіра Н. В., Голуб О. Г., Сіра Ю. А. ГІДРОФОБІЗАЦІЯ ПОРІД ПРИВИБІЙНОЇ ЗОНИ ПЛАСТА ЯК МЕТОД ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВИДОБУТКУ ГАЗОКОНДЕНСАТУ	302
Сіренко О. А. АНАЛОГИ ГЕЛАЗІЮ В КОНТИНЕНТАЛЬНОМУ ВЕРХНЬОКАЙНОЗОЙСЬКОМУ РОЗРІЗІ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ НИЖНЬОЇ ГРАНИЦІ КВАРТЕРА	306
Тимофеєва Ж. Б., Веклич Ю. М. КОНСАЛТИНГ – АКТУАЛЬНИЙ НАПРЯМ СПІВПРАЦІ З НАДРОКОРИСТУВАЧАМИ	309
Тузяк Я. М. ТИПИ ГЕОЛОГІЧНИХ ГРАНИЦЬ: ПРИНЦИПИ, КРИТЕРІЇ Й ОЗНАКИ КЛАСИФІКАЦІЇ ТА ЇХНІЙ ГЕОТУРИСТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ	311
Хрущов Д.П., Ремезова О.О., Ковальчук М.С., Лобасов О.П., Ганжа О.А., Охолина Т.В., Василенко С.П., Крошко Ю.В., Яременко О.В. ПРОГНОЗНЫЕ ПАЛЕОРЕКОНСТРУКТИВНЫЕ РЕТРОСПЕКТИВНО-СТАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РОССЫПЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МИНЕРАЛОВ УКРАИНЫ	316
Хрущов Д.П.[1], Ремезова О.О.[2], Ковальчук М.С.[3], Гейченко М.В.[4], Лобасов О.П.[5] РЕГІОНАЛЬНЕ ЦИФРОВЕ СТРУКТУРНО-ЛІТОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОСАДОВИХ ФОРМАЦІЙ	319
Чепіль П.М., Коваль А.М., Тищенко А.П., Кузьменко П.М., Кичка О.А. ЩОДО ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКЛАДІВ МЕТАНОГІДРАТІВ У АКВАТОРІЇ ЧОРНОГО МОРЯ	321
Чепіль В. П. ПЕРСПЕКТИВИ ПОШУКІВ ПОКЛАДІВ ВУГЛЕВОДНІВ НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ НА ВОЛИНО-ПОДІЛЛІ	325
Черненко В.Ю. , Шехунова С.Б. , Чигиринець О.Е., Астрелін І.М. , Стадніченко С.М., Пермяков В.В ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБЛЕННЯ ФОСФОРИТІВ	327
Шапран А.Б., Зур'ян О.В., Качалова О.І., Величко Т.В. ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ЕКОНОМІЧНОГО АНАЛІЗУ ПІД ЧАС ДОСЛІДЖЕННЯ РИЗИКІВ ДІЯЛЬНОСТІ ГІРНИЧОДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ	331
Шеремет Е. М., Пономаренко А. Н., Стрекозов С. Н., Сетая Л. Д. ПЕРСПЕКТИВЫ ФАНЕРОЗОЙСКИХ РЕДКОМЕТАЛЛЬНО-РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ РУДОПРОЯВЛЕНИЙ СОЧЛЕНЕНИЯ ДДВ И ВОСТОЧНОГО ПРИАЗОВЬЯ	336
Шехунова С.Б., Стадніченко С.М., Гудзенко В.В., Пермяков В.В. РАДІОГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОСФОРИТІВ ЯК АГРОХІМІЧНОЇ СИРОВИНИ	339
Шнюков Е.Ф., Коболев В.П. ГРЯЗЕВУЛКАНИЧЕСКИЙ ТИП ГАЗОГИДРАТНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ В ГЛУБОКОВОДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ	343
Шпак Е.Н., Гаврилюк Р.Б. , Логвиненко О.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ НЕФТЕПРОДУКТАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	346
Янко В.В., Кравчук О.П., Кравчук Г.О. МОРСЬКА ГЕОЛОГІЯ В ОДЕСЬКОМУ УНІВЕРСИТЕТІ: ІСТОРІЯ, ДОСЯГНЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ	348
Янко В.В., Кравчук А.О. , Кондарюк Т.О., Мудрик И.С. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОДЕССКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМЕНИ И. И. МЕЧНИКОВА	351
Бегаль А.С. , Толкунов А.А. , Гаврилюк Р.О. ГЕОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ОСВОЄННЯ ВУГЛЕВОДНЕВИХ РЕСУРСІВ ПІВДНЯ УКРАЇНИ	354
ЗМІСТ	360

Наукове видання

V Міжнародний геологічний форум
«Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології: наука й виробництво»
(ГЕОФОРУМ-2018)

18 – 23 червня 2018 року

м. Одеса, Україна

Матеріали форуму

Відповідальний за випуск М. Д. Красножон
Комп'ютерна верстка: В. В. Водяний
Обкладинка: О. А. Палямар
Підписано до друку 11.06.2018
Формат 60×84 1/8. Ум.-друк. арк. 44,75
Тираж 200 прим. Зам. № 305

Видавництво УкрДГРІ
Р. с. серія ДК № 182 від 18.09.2000 р.
04114, м. Київ-114, вул. Автозаводська, 78А

Адреса редакції та п/п: інформаційно-видавничий відділ УкрДГРІ
04114, м. Київ-114, вул. Автозаводська, 78А
тел.: 206-35-18; тел./факс: 432-35-22
E-mail: mru@ukrdgri.gov.ua