



II Міжнародна науково-практична конференція "Актуальні питання моніторингу і наукового супроводження надкористування та геологічної експертизи "Геомоніторинг-2014", 7–13 вересня 2014 р.

МОНИТОРИНГ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ ШАХТ И ЕГО МЕСТО В СОСТАВЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Васильева И. В., Иконников В. Н., УкрГГРИ, Киев, Украина, volodya@ukrdgri.gov.ua

Породные отвалы шахт являются одним из главных источников загрязнения окружающей среды угледобывающих районов. С этим связано загрязнение воды и почв, самовозгорание терриконов с выделением в атмосферу городов и поселков вредных газов и пыли. Ситуацию можно изменить, если посмотреть на породные отвалы, как на источник ценного сырья и энергии, который может принести доход. Каждый породный отвал уникален по своему составу и свойствам и для оценки возможности переработки и использования сырья необходимы детальные исследования, сбор информации, опробование и анализ всех имеющихся данных.

MONITORING DUMPS MINES AND ITS PLACE IN THE COMPOSITION OF ACTIVITIES FOR THE ENVIRONMENT

Vasilyeva I. V., Ikonnikov V. N., UkrSGPI, Kiev, Ukraine, volodya@ukrdgri.gov.ua

Mine waste dumps are a major source of pollution in coal mining areas. A related water pollution and soil heaps spontaneous combustion with the release into the atmosphere of towns and villages of harmful gases and dust. Situation can be changed, if we look at waste dumps, as a source of valuable raw materials and energy that can generate income. Each breed blade is unique in its composition and properties, and to assess the feasibility of processing and use of raw materials requires detailed research, information gathering, testing and analysis of all available data.

На сегодняшний день шахтерские регионы с их предприятиями угольной промышленности классифицируются как зоны повышенной экологической опасности. И если по данным Института экологии и токсикологии Украины на каждого украинца ежегодно приходится более 95 кг вредных веществ, то для Донбасского региона характерна самая большая экологическая нагрузка как на биосферу, так и человека. Одной из главных её составляющих являются отвалы горных пород, которые десятилетиями складировались на шахтных терриконах и сейчас выделяют в атмосферу до 70 000 тонн вредных веществ в год. К тому же все терриконы занимают около 165 тыс. га (около 4 % территории Украины) земли. В Донецкой области находятся 582 породных отвала; из которых 138 на территории, непосредственно примыкающей к Донецку, 147 – к Макеевке. Многие из них относятся к горящим. В Луганской области расположены 537 отвалов (66 – горящие), из них в Ровеньках – 50, Свердловске – 45.

Отвалы состоят из вмещающих угольные пласты горных пород и выбракованного угля. При достаточно больших объемах этот материал высыхает, а под влиянием кислорода и анаэробных бактерий окисляется с выделением тепла. Если тепло не рассеивается, происходит самопроизвольное возгорание угольной массы. Наиболее часто такие процессы наблюдаются в отвалах конусообразной формы при достижении ими высоты в 40–50 м. Они проходят в несколько этапов:

1. В течении первых месяцев после отсыпки породы под действием атмосферных осадков начинаются процессы химического и биохимического окисления пирита. Происходит выделение сероводорода, прогревание поверхностного слоя горных пород и обогащение его серой.

2. Образование очагов тления. Самонагревание горной массы переходит в возгорание под воздействием самовоспламеняющихся паров сероводорода и метана возле нагретой до



температури 260 °С поверхності горної породи. Происходит увеличение пористости приповерхностного слоя за счет выноса газовыми потоками мелких фракций, смещение фронта горения вглубь скопления пород по мере отсыпки отвала и проникновения внутрь атмосферного воздуха.

3. Псевдофумарольная деятельность. При температурах более 300 °С происходит разложение минеральной части и углефицированного вещества с выделением CO, CO₂, N₂, SO₂; при температуре 480–520 °С – образование NH₃; при температуре 500–550 °С – выделение H₂, CO и тяжелых углеводородов; при температуре 900–1200 °С – образование CS₂, COS, C₄H₄S.

4. При температуре 800–1200 °С породы испытывают термальный метаморфизм (частичное плавление, обжиг и спекание в виде брекчиевидных масс). Происходит образование гематита, муллита, шпинели, кристобаллита и др. При движении высокотемпературного парогазового потока к поверхности он обогащается Mg, Na, Al, Fe, K, а также летучими элементами – S, F, Cl, As. На поверхности происходит резкое снижение температуры и давления и образуется нашатырь, самородная сера, реальгар, аммонистая селитра и другие минералы. В результате сернокислотного разложения пород и взаимодействия серной кислоты с карбонатами и силикатами образуются гипс, квасцы, халькантит и др.

При горении породных отвалов также образуются экотоксиканты, из которых наиболее токсичны газообразные вещества: сернистый ангидрит, сероводород, оксид углерода и сера. Выделяющиеся при этом взвешенные частицы размером менее 1 мкм содержат такие опасные вещества как асбест, тяжелые металлы, мышьяк. Попадая в легкие, они вызывают отравление организма. В загрязненной атмосфере присутствуют соединения азота, серы, различные металлы и радионуклиды. В процессе взаимодействия породы с окружающей средой и ее самонагревания происходит выветривание слагающих её минералов, их разрушение, замещение некоторых элементов и образование новых минералов, таких как лимонит, гетит, гидрогетит и др.

Параллельно с экологической опасностью, которую несут в себе отходы горнодобывающих предприятий, необходимо оценивать возможность переработки и использования породных отвалов в народном хозяйстве. Породная масса отвалов шахт Донбасса может содержать от 10 до 46 % угля, до 15 % глиноземов и до 20 % оксидов кремния и железа. По данным ГП "Укргеология", содержание редкоземельных элементов в 1 т породы достигает: германия – 55 г, скандия – 20 г, галлия – 100 г. Эти элементы целесообразно извлекать, начиная с 10 г на тонну. Общее же количество редкоземельных элементов в отвалах может составлять 230–260 г/т. Технологии извлечения цветных и благородных металлов из шахтных отвалов существуют. Украина, например, располагает технологией получения из породных отвалов алюминиевых сплавов. В шахтных терриконах содержание алюминия достигает 18–25 %. В МакНИИ проведены эксперименты по практически полному извлечению из породы железной руды методом электромагнитной сепарации. Очевидно, что переработка терриконов не только улучшит экологическую ситуацию в целом, но и позволит получать как угольный концентрат, так и необходимые в производстве элементы.

Но не все породные отвалы идентичны и могут являться источником полезных компонентов или же нести в себе явную экологическую угрозу. Отходы угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий, сформированные из различных пород, на протяжении десятков лет подвергались физико-химическим преобразованиям и их нельзя рассматривать как скопление горной массы со свойствами и составом, характерными для изначально добытого материала. Если учесть тот факт, что многие породные отвалы образовались еще в начале прошлого столетия, и сегодня уже нет возможности достоверно говорить об их



составе (например: отвалы, сформированные до 1975 года, считаются неизученными), то возникает необходимость в дополнительном исследовании и опробовании каждого породного отвала. Здесь необходим индивидуальный подход, учитывающий его месторасположение, условия формирования, состояние и другие факторы, частично рассмотренные выше.

Сотрудники УкрГГРИ получили первый опыт в оценке состояния недействующего горящего отвала на одной из шахт Луганской области. Проанализированы паспорт и характеристика породного отвала, а также данные температурных съемок за несколько лет. Составлены карты-схемы участков нагревания и горения отвала, отобраны образцы для проведения лабораторно-аналитических исследований. Породный отвал имеет высоту 43 м и занимает площадь 36 586 м². На карты-схемы опробования и распределения температур вынесены участки горения и нагревания породного отвала, прогнозные участки самовозгорания пород, точки отбора проб. В каждой точке опробования обозначены элементы, концентрации которых значительно превышают их средние содержания в осадочных породах, установленные А. П. Виноградовым (1962 г.). По данным съемки за последние три года температура некоторых участков достигала 320–450 °С и это является причиной дальнейшего разложения породообразующих минералов и углефицированного вещества с выделением оксидов углерода, серы, азота, а также увеличения пористости материала. Очаги горения смещаются вглубь, а в результате химических реакций высвобождается железо, калий, кальций и натрий, магний, алюминий, образуются гипс, квасцы и др.

По результатам аналитических исследований содержание СаО и MgO меняется от 1,0 до 6,0 %. Атомно-эмиссионный спектральный анализ показал наличие повышенных содержаний таких элементов, как хром, германий, свинец, марганец, вольфрам, никель, железо, молибден, олово, ванадий, цинк, натрий, кобальт и кремний. Содержание хрома и кобальта в нескольких точках опробования больше фонового по осадочным породам в два раза; содержание ванадия по некоторым участкам больше среднего более чем в 10 раз.

Особый интерес представляет наличие повышенных концентраций вольфрама. Его содержание почти в каждой точке опробования превышает фоновое по осадочным породам в десятки раз. Вольфрам — самый тугоплавкий из металлов. Его генезис зачастую связан с речными россыпными месторождениями. Можно предположить, что этот элемент был привнесен руслами древних рек, следы которых распространены по всему шахтному полю в виде размывов угольных пластов и пород кровли. Остальные элементы, определяемые спектральным анализом, находятся на уровне фоновых значений или незначительно превышают их. Результаты анализа представлены в таблице (Результаты атомно-эмиссионного спектрального анализа).

Проведенные исследования однозначно свидетельствуют о необходимости тушения породного отвала. С другой стороны, для принятия решения о возможности его переработки с целью извлечения полезных компонентов необходима количественная оценка содержаний указанных выше элементов. Например, наличие соединений серы подтверждается электронно-микроскопическим анализом, но это, как известно, ограничивает возможность использования отвалов в качестве сырья для изготовления керамических изделий лишь до определенных пределов.

Для всестороннего изучения породных отвалов рекомендуется проводить следующий комплекс работ:

– Сбор материала об истории формирования отвала. Предполагается получение информации, из которой можно сделать вывод о соотношении и составе пород, попавших в отвал за весь период его существования. Это могут быть геологические разрезы горных



II Міжнародна науково-практична конференція "Актуальні питання моніторингу і наукового супроводження надрокористування та геологічної експертизи "Геомоніторинг-2014",
7–13 вересня 2014 р.

выработок, геологические зарисовки, заключения, следующие из геологической документации, и др.

– Предварительное опробование породных отвалов по заданной схеме. Отбор характерных образцов. Подтверждение данных о наличии того или иного полезного компонента, исходя из результатов аналитических исследований.

– Оценка представительности разведочных выработок и объема валовых проб. Обработка полученных данных и составление подробного отчета с описанием и характеристикой исследуемого породного отвала.

Результаты мониторинга твердых отходов шахт должны быть оформлены в виде баз данных с детальной технологической характеристикой каждого породного отвала, с геологическим описанием слагающих его пород, оценкой содержания полезных компонентов и закономерностей их распределения по участку обследования в соответствие с данными температурной съемки. Опираясь на эти данные, можно давать рекомендации о необходимости тушения и профилактики самовозгорания отвалов, возможности их дальнейшей переработки и использования, об утилизации отходов и рекультивации нарушенных земель. Все это позволит освободить значительную площадь земной поверхности для хозяйственных нужд, получить сырье для дальнейшего использования в строительстве, а также улучшить состояние окружающей среды в шахтерских посёлках.



Таблиця. Результати атомно-емісійного спектрального аналізу

Массовая доля компонентов, исчисляемая на воздушно-сухую навеску, %								
	Ba	Ge	Cr	Pb	Ti	Mn	W	Ga
	10 ⁻²	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻³
проба 1	2	2	20	4	3	4	30	2
проба 2	2	2	10	4	3	4	6	2
проба 3	2	2	20	5	3	4	30	2
проба 4	2	1,5	20	6	3	4	30	2
проба 5	2	3	20	8	3	3	40	2
проба 6	1	3	3	6	0,5	30	6	2
проба 7	3	<1	1,5	0,6	2	2	5	<1
проба 8	2	1,5	20	2	2	4	40	2
проба 9	2	2	20	3	2	3	50	2
нижня граница опр., %	1	1	0,5	0,5	0,03	0,3	5	1
	Nb	Ni	Fe	Mo	Sn	V	Li	Cu
	10 ⁻³	10 ⁻³	%	10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻³
проба 1	2	10	4	1,5	3	15	3	4
проба 2	2	8	4	1,5	3	15	3	4
проба 3	2	8	4	8	4	15	3	3
проба 4	2	8	4	6	4	15	3	3
проба 5	2	8	4	6	6	15	3	3
проба 6	2	20	10	1	1	3	8	3
проба 7	<1	2	1	1	1	1	<3	1,5
проба 8	2	8	3	1	3	10	3	4
проба 9	2	10	3	3	3	20	3	4
нижня граница опр., %	1	0,5	0,001	1	1	0,5	3	1
	Zn	Na	Co	Zr	Si	Al	Mg	Ca
	10 ⁻³	%	10 ⁻³	10 ⁻³	%	%	%	%
проба 1	10	1	4	15	20	4	0,4	0,3
проба 2	15	1	2	15	20	4	0,4	0,3
проба 3	10	1	4	15	20	4	0,4	0,3
проба 4	8	0,8	4	10	20	3	0,3	0,1
проба 5	10	1	4	10	20	4	0,4	0,1
проба 6	40	0,5	6	8	20	3	0,8	0,5
проба 7	3	0,3	0,5	15	6	2	0,2	0,4
проба 8	10	1	4	10	30	4	0,3	0,4
проба 9	8	0,8	5	10	30	3	0,3	0,1
нижня граница опр., %	3	0,03	0,3	5	0,001	0,001	0,001	0,003

Примечание. Желтым цветом отмечены значения превышения среднего содержания химических элементов в осадочных породах по А. П. Виноградову (1962).