

УДК 544.545.

КАСИМОВ А.М., НОСОВА А.В.

ГОРЕНИЕ НЕДЕЙСТВУЮЩИХ ТЕРРИКОНОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ И ИХ ТУШЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ ЛУГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Даний аналіз ситуації, пов'язаної з існуванням в ряді регіонів Донбасу та не експлуатованих терриконів вугільних шахт, що горять, наведено дані про забруднюючі речовини, що надходять в повітря при їх горінні, заходах для погашення терриконів.

Дан анализ ситуации, связанной с наличием в ряде регионов Донбасса горящих и неэксплуатируемых терриконов угольных шахт, приведены данные о загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу при их горении, мероприятиях для тушения горящих терриконов.

The analysis of situation, related to existence in a number of Donbas regions burning and unexploited waste banks of coal mines is conducted. Information about polluting substances, evolving in the air at their burning and measures for extinguishing of burning waste banks is given.

На территории Центральной Украины и в Донбассе в горящих и неэксплуатируемых терриконах угольных шахт накоплено более 2,1 млрд м³ горючих горных пород. Протекающие в горящих отвалах физико-химические процессы приводят к интенсивному выделению токсичных газообразных продуктов. Сложные экологические условия складываются в Донбассе и, в частности, в г. Ровеньки, Луганской области, являющемся одним из центров с развитой угольной промышленностью и высокой плотностью населения (рис.1.). Здесь продолжают работать угольные шахты, входящие в объединение "Ровенькиантрацит", деятельность которых вызывает крупномасштабные негативные воздействия на окружающую природную среду (ОПС).

Одним из главных факторов, оказывающим негативное воздействие на состояние ОПС, являются породные отвалы, которых в настоящее время в данном регионе насчитывается 51. Пятнадцать из них действующие. Их предполагают использовать еще в течение от 1 года до нескольких десятков лет. Большую часть отвалов (36) относят к отработанным.

Из общего числа — 48 отвалов, активно действующие источники загрязнения всех компонентов ОПС. Их влияние заключается в загрязнении атмосферы при выделении из отвальной массы газов и пыли; грунтовых вод и водных объектов за счет смыва растворимых солей с поверхности отвала; грунтов и почв солями, смываемыми с откосов отвалов [1,2].

Из народнохозяйственного оборота изымаются земли под размещение отвалов. По объединению "Ровенькиантрацит" общая площадь, занимаемая отвалами, составляет 186,7 га, причем отработанные занимают 138 га. Кроме того, необходимо

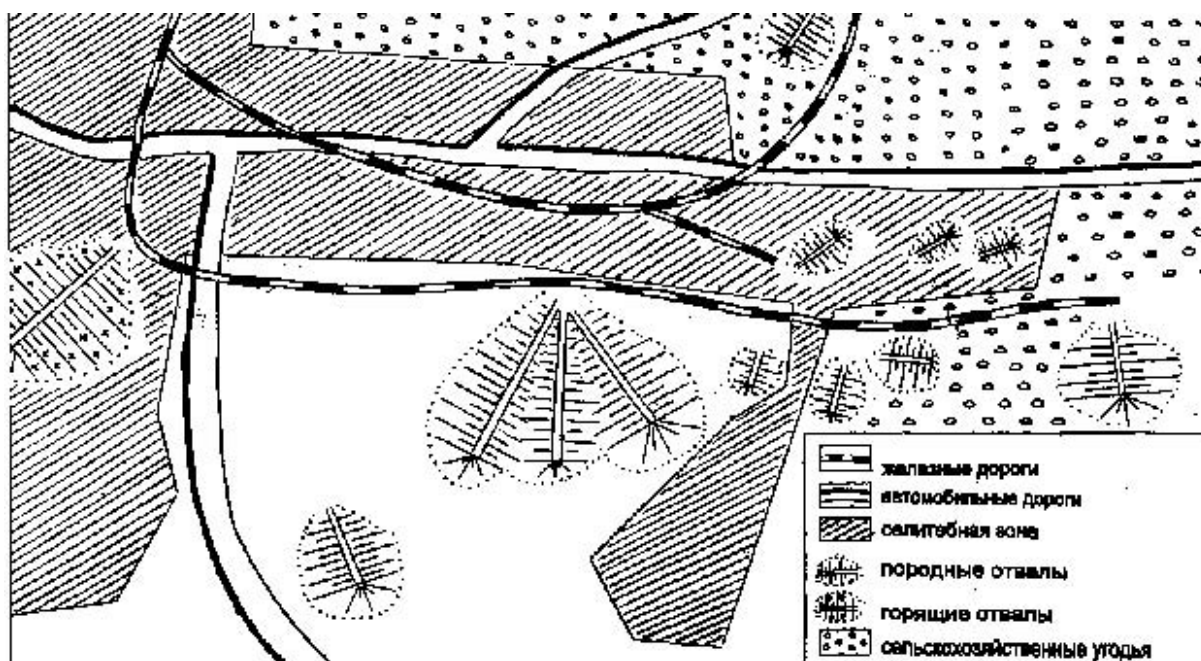


Рис. 1. Схема расположения отвалов в юго-восточной части г. Ровеньки

учитывать прилегающие площади, занятые породой с откосов отвала при осыпаниях, оползнях и водноэрозийных процессах.

Тринадцать отвалов в городских районах горят и загрязняют атмосферу продуктами горения газов и органической составляющей.

Образование токсичных соединений при горении породных отвалов происходит при протекании химических превращений, приведенных в таблице 1:

Таблица 1

Химические реакции, протекающие при горении породных отвалов

Реакция	Температура (расчетная) протекания реакций, °С
$2\text{FeS}_2 + 7,5\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$	(при участии тионовых бактерий)
$\text{S} + 1,5\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$	0 – 100
$4\text{FeS}_2 + 3\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + 8\text{S}$	0 – 105
$\text{FeS}_2 + 3\text{O}_2 = \text{FeSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow$	25 – 300
$\text{FeS}_2 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 = \text{FeSO}_4 + 5\text{SO}_2\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$	150 – 336
$\text{FeS}_2 + \text{O}_2 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S}\uparrow + \text{SO}_2\uparrow$	150 – 336
$\text{S} + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{S}\uparrow$	150 – 200
$\text{S}_2 + 2\text{H}_2 = 2\text{H}_2\text{S}\uparrow$	
$\text{S} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	200 – 336
$\text{S}_2 + 2\text{O}_2 = 2\text{SO}_2\uparrow$	248 – 261
$2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	250 – 300

$2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{SO}_4$	(в водной среде)
$\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3$	200 – 336
$\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2\uparrow$ $2\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO}\uparrow$	более 600
$\text{NH}_3 + \text{CO} = \text{HCN} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_3 + \text{C} = \text{HCN} + \text{H}_2$	400 – 500
$\text{FeAsS} = \text{FeS} + \text{As}$ $4\text{As} + 3\text{O}_2 = 2\text{As}_2\text{O}_3$	более 1000

Типичный террикон, расположен на площадке бывшей шахты №31/32 им. Фрунзе. Этот отвал №4 состоит из 2 недействующих терриконов. Основной террикон высотой 44 м – горящий. Недействующий горящий отвал эксплуатировался в 1946 – 1969 гг. и начал гореть в 1963 г. Согласно температурной съемке выполненной ГП "Укрдонбассэкология" в 2006 г., интенсивное горение наблюдается на вершине породного отвала. Для тушения горящего террикона разработан проект его понижения.

По принятой технологии тушения отвала выбросы углепородной пыли в атмосферу поступают при перемещении породы на свободную площадь в районе его пологой части. Количество пыли, сдуваемой с поверхности отвала, определяется по формулам:

$$M_o^c = K_o * K_1 * K_2 * S_o * ((100 - n^1)/100) * 10^{-5}, \text{ г/с}$$

$$M_x = 86,4 * K_o * K_1 * K_2 * S_o * (365 - T_c) * ((100 - n^1)/100) * 10^{-8}, \text{ т/год}$$

где K_o – коэффициент, учитывающий влажность породы;

K_1 – коэффициент учета скорости ветра;

K_2 – коэффициент учета эффективности сдувания твердых частиц;

S_o – площадь пылящей поверхности отвала, м^2 ;

n^1 – эффективность применяемых средств пылеподавления, %;

T_c – годовое количество дней с устойчивым снежным покровом.

Количество выделяемых газообразных вредных веществ определяется по формулам:

$$M_r = 0,0317 * K_3 * q_{cp}, \text{ г/с}$$

$$M_r = q_{cp} * K_3, \text{ т/год},$$

где q_{cp} – средний выброс вредных веществ, т/год;

K_3 – коэффициент сокращения количества выбрасываемых вредных веществ после прекращения эксплуатации отвала (0,5 – в 1-й год после прекращения эксплуатации; 0,3 – во 2-й год; 0,1 – в 3-й и последующие гг.; 1 – для действующего отвала).

Радиационный контроль извлеченной горной породы выполнен отделом радиационной гигиены Луганской облсанэпидемстанции. Измерение мощности экспо-

зиционной дозы внешнего гамма-излучения на отвале проводили при помощи дозиметра ДРГО1Т №413. Замеры выполняли на высоте 1 м и глубине 0,03-0,04 м от поверхности отвала. Определяли мощность экспозиционной дозы в местах, где может происходить аккумуляция радионуклидов. На отвале не выявлено участков, где уровни внешнего гамма-излучения превышают 30 мкР/ч (0,26 мкГР/ч).

Расход воды на предотвращение образования пыли при разборке породного отвала: на полив разбираемой площади — 50 л/м² поверхности отвала, на орошение и охлаждение до 150° С перед смывом породы — 300 л/м² поверхности отвала, на смыв пород гидромонитором 100 м³/ч, на охлаждение породы до 80° С — 50 л/м² поверхности отвала, на заливку площадей водой после нарезки террас — 300 л/м² поверхности отвала.

Тушение отвала производится методом понижения горизонтальными слоями в нисходящем порядке путем перемещения породы. Вся порода перемещается на свободную площадь в районе пологой части отвала и к негорящему террикону (рис. 2). Для приема случайно осыпавшейся породы и полученной при сооружении технологических проездов и террас породы, у подножья террикона по его периметру выполняется защитный вал.

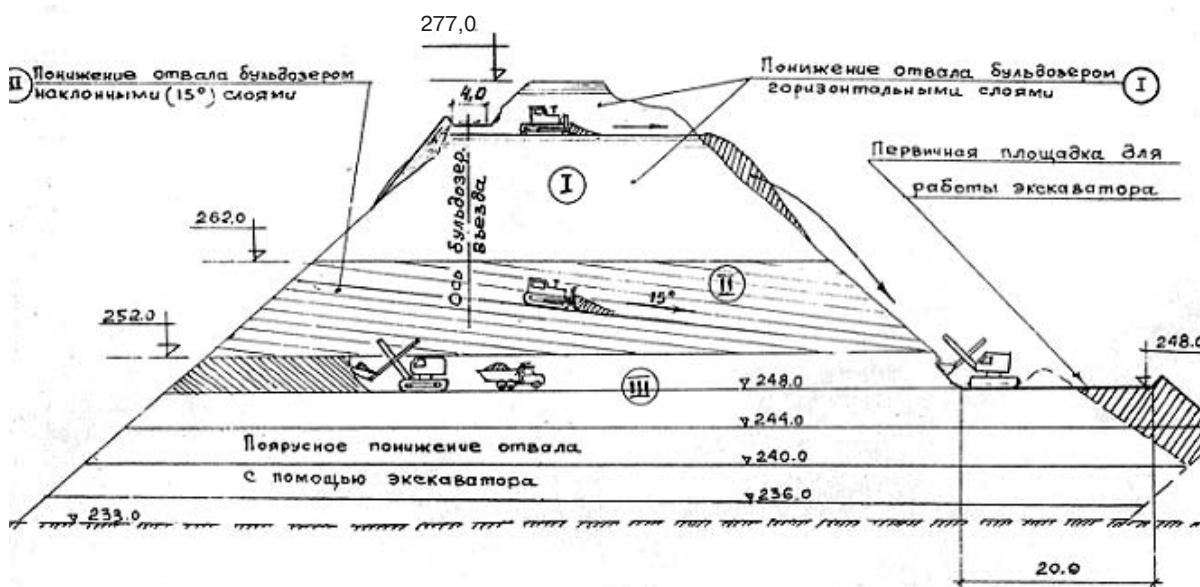


Рис. 2. Схема понижения горящего террикона в районе угольной шахты

Работы по понижению террикона разделяются на подготовительные, основные, рекультивацию отвала, завершающие. В подготовительный период выполняют устройство временной технологической дороги для бульдозера на основной и промежуточный терриконы; температурную съемку основного и промежуточного терриконов; — устройство пожарного барьера по контуру промежуточного террикона.

Работы основного периода: смыв породы с вершины террикона гидромонитором; понижение высоты отвала перемещением предварительно охлажденных пород; охлаждение остальных пород через верхнюю горизонтальную площадку.

Поскольку вершина рассматриваемого отвала сложена породами с $T < 400^{\circ}\text{C}$, то их перед смывом дополнительно охлаждают орошением водой до $T = 150^{\circ}\text{C}$ на глубину 2,5-3 м, расход воды — не менее 300 л/м² поверхности отвала. Смыв ведут гидромонитором с дистанционным управлением, устанавливаемым у вершины терри-

кона. Вершину размывают до понижения его высоты на 10 м. Расход воды – 100 м³/ч, напор 0,15 МПа. Для подачи воды к гидромонитору устраивают насосную, от нее до гидромонитора прокладывают трубопровод. Запас воды находится в резервуаре у отвала.

Понижение отвала ведут горизонтальными слоями с перемещением породы под откос бульдозером и экскаватором. Порода перед перемещением охлаждается до 80°С. Охлаждение происходит за счет поступления тепловых потоков в атмосферу через верхнюю горизонтальную площадку и орошения верхнего слоя водой. Расход воды – 50 л/м² горячей поверхности отвала.

Основным элементом формирования обрабатываемого отвала является профилактика рецидивного возгорания породы. Для этого предусмотрено при формировании внешних откосов послойное уплотнение породы в пожароопасной полосе. В случае обнаружения отдельных очагов горячей или перегретой породы ($T > 80^{\circ}\text{C}$), предусмотрено подавление этих очагов засыпкой инертными материалами. Через неделю проводится контрольная температурная съемка всего отвала.

Предусмотрена техническая и биологическая рекультивация отвала. Поскольку отвальная масса обладает фитотоксичностью, техническая рекультивация обеспечивает ее снижение. Планируется укрытие вновь образованных при переформировании отвала площадок слоем суглинков. Растительный покров создается посевом многолетних трав.

Завершающие работы: устройство террасы из осыпавшейся породы у подножья отвала с засыпкой сверху суглинком и плодородным слоем с посадкой деревьев и кустарника.

Имеющиеся данные о петрографическом составе и геохимических особенностях отвалов (табл. 2) позволяют рассматривать их в качестве техногенных месторождений, сырьевых запасов критического импорта Украины, сырья для производства следующей продукции:

- концентратов редких, рассеянных и редкоземельных элементов, необходимых для производства сплавов в цветной металлургии, полупроводниковой и другой продукции для наукоемких технологий;
- высококачественных строительных материалов для дорожного строительства;
- часть отвальных пород может быть использована для закладки выработанного пространства в шахтах, решения проблем проседания земной поверхности и сокращения объемов отвалов.

Выбор направлений развития перерабатывающей отрасли определяется после экономического обоснования ряда вариантов. Данный подход к реструктуризации угольной отрасли позволит ожидать следующих результатов:

- ликвидация породных отвалов, высвобождение городских земель и улучшение состояния ОПС;
- производство строительных материалов позволит модернизировать дороги в городах региона и за их пределами.

Таблица 2

Содержание элементов в отвальных породах (данные по 4 отвалам)

Наименование элемента	Содержание, мг/кг	Кларк в осадочных породах
Ртуть	0,28-1,32	0,04
Свинец	38,8-497,5	20

Мышьяк	12,8 – 57,2	6,6
Ванадий	133-241,7	130
Марганец	371 – 987	650
Хром	112,1-159,2	100
Литий	53,9 – 109,4	6
Кадмий	1,55-2,3	0,3
Цинк	10-121,7	80
Углерод	3,2-5,6 % масс.	-

Реализация нового подхода к реструктуризации угледобывающей отрасли, способствующего экономическому, экологическому и социальному развитию региона, требует изменения отношения к отвалам, оценки их как техногенных месторождений, сырьевых запасов критического импорта Украины и принятию новых управленческих решений на всех уровнях, в т.ч. на государственном.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касимов А.М., Семенов В.Т., Романовский А.А. Промышленные отходы. Технологии и оборудование. Проблемы и решения. // Х.: ХНАГХ, 2007. – 436 С.
2. Касимов А.М., Леонова О.Е., Кононов Ю.А. Современное состояние проблемы образования и накопления промышленных отходов на Украине.// Экология и промышленность, – 2007, – №2, – С. 46-51.
3. Касимов А.М., Дуда И.П., Леонова О.Е. Роль породных отвалов в формировании экологической ситуации в г. Ровеньки, Луганской области. // Екологічна безпека: проблеми, шляхи вирішення. Міжнародна науково-практична конференція. Алушта, АР Крим. 10-14 вересня 2007 р. // – Харьков: УкрНДІЕП. – 2007, – Т. 11. – С. 35-39.

*Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем
г. Харьков*

Поступило в редакцию 21.04.08