

УДК 622+361.4

Воробьев Е.А., к.т.н., Шустова Д.В., Сухарь Е.А.

АДИ ГВУЗ «ДонНТУ», г. Горловка

## ВЛИЯНИЕ ГОРЯЩИХ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ И СРЕДСТВ ИХ ТУШЕНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

*Породные отвалы угольных шахт, часть которых горит, выделяют большое количество токсичных компонентов, в том числе пылеобразных частиц. При тушении породных отвалов применяется различного вида техника, которая выделяет, отрицательно действующие на окружающую среду газы. В статье проанализированы объемы выделения газов и пыли.*

### **Введение**

Одним из источников загрязнения окружающей среды угольными предприятиями являются породные отвалы. Под породными отвалами в Донецкой области занято 3,7 тыс. га.

За весь период работы угольных шахт в регионе образовалось 580 породных отвалов, 110 из которых продолжает гореть. Площадь поверхности каждого такого отвала около 0,12 км<sup>2</sup>. Чтобы произвести профилактику самовозгорания всех поверхностных отвалов, необходимо задействовать различного вида технику для перевозки 4 млн т глины или 22 т на 1000 т породы. Задействуемая техника для профилактики самовозгорания и тушения породных отвалов, в свою очередь, выделяет большое количество вредных газов, что отрицательно влияет на окружающую среду.

### **Цель работы**

На основании изложенного необходимо выполнение анализа объёма выделения вредных газов и пыли породными отвалами. В зависимости от технологической схемы тушения породных отвалов требуется оценить необходимое количество технических устройств и количество газов, которое выбрасывается в окружающую среду при выполнении операций по тушению горных отвалов.

### **Изложение основного материала**

В результате выполненного анализа установлено, что атмосфера на расстоянии более 800 м от горящих отвалов интенсивно загрязняется сернистым газом, окисью углерода и пылью. Ежегодные выбросы вредных твердых и газообразных веществ с поверхности породного отвала в тоннах составляют: пыль – 7,1, диоксид серы – 21,6, оксид углерода – 215,7, оксид азота – 2,2, сероводород – 10,8.

В угледобывающих районах Украины горящие породные отвалы шахт и обогатительных фабрик выделяют в сутки в среднем 9,7 т СО, 150 тыс. т СО<sub>2</sub>, 14 тыс. т SO<sub>2</sub>, 0,4 т H<sub>2</sub>S, 0,07 т (NO+NO<sub>2</sub>).

Горящие отвалы представляют большую опасность для обслуживающих их рабочих. На таких отвалах могут происходить случаи гибели людей вследствие отравления и попадания их в очаги горения, температура в которых достигает 800–900 °С.

Схема тушения породного отвала предусматривает охлаждение поверхности очага горения путем полива навесной струей 5 % известковой суспензии. Понижение отвала осуществляется при помощи бульдозера и экскаватора со снятием определенного слоя породы. Далее процесс охлаждения повторяется.

Метод тушения очагов горящих породных отвалов известковой суспензией был разработан на основании того предположения, что наиболее вероятным механизмом, приводящим к самовозгоранию породного отвала, является низкотемпературное окисление пирита и

железа теоновыми бактериями, интенсивно размножающимися в теплой и влажной, а также хорошо аэрируемой среде с  $pH < 3$ , характерной для поверхностной части породного отвала.

При обработке отвальной породы известковой суспензией образуются карбонат кальция, гипс и другие кальцийсодержащие соединения, создающие защитный слой на поверхности обломков, препятствующий окислению и выщелачиванию пирита из-за недоступности минерала для микроорганизмов.

Для того, чтобы определить объемы выбросов вредных веществ обслуживающей техникой при тушении породных отвалов, необходимо, прежде всего, определить ее состав и количество. Обычно при тушении породных отвалов применяются бульдозеры Т-170 мощностью 125 кВт и экскаваторы ЭО-4225 А, емкость ковша у которых 1,0–1,25 м<sup>3</sup>.

Сменная производительность бульдозера в плотном теле при разработке грунта с перемещением определяется по формуле:

$$P_{\sigma} = \frac{3600 \cdot T_{см} \cdot V \cdot K_y \cdot K_o \cdot K_n \cdot K_B}{K_p \cdot T_{ц}} \text{ м}^3 / \text{см}, \quad (1)$$

где  $T_{см}$  – продолжительность смены, час;

$V$  – объем грунта в разрыхленном состоянии, перемещаемый отвалом бульдозера, м<sup>3</sup>;

$K_y$  – коэффициент, учитывающий уклон на участке разработки бульдозером;

$K_o$  – коэффициент, учитывающий увеличение производительности при работе бульдозера с открылками,  $K_o = 1$  – при работе бульдозера без открылок;

$K_n$  – коэффициент, учитывающий потери породы в процессе транспортирования;

$K_B = 0,8$  – коэффициент использования бульдозера;

$K_p = 1,3$  – коэффициент разрыхления грунта;

$T_{ц}$  – продолжительность цикла работы бульдозера, с.

$$V = \frac{l \cdot h \cdot a}{2} = \frac{3,6 \cdot 0,815 \cdot 1,16}{2} = 1,7 \text{ м}^3, \quad (2)$$

где  $l$  – длина отвала бульдозера;

$h$  – высота отвала бульдозера;

$a$  – ширина призмы перемещения грунта.

$$a = \frac{h}{\tan \varphi} = \frac{0,815}{\tan 35} = 1,16, \text{ м} \quad (3)$$

где  $\varphi = 35^\circ$  – угол естественного откоса;

$$K_n = l_1 \cdot \beta = 20 \cdot 0,5 = 10, \quad (4)$$

где  $l_1 = 20$ , длина транспортировки грунта, м;

$\beta = 0,05$ , коэффициент влажности пород.

$$T_{ц} = \frac{l_2}{\sigma_1} + \frac{l_3}{\sigma_2} + \frac{l_2 + l_3}{\sigma_3 + t_n + 2t_p}, \quad (5)$$

где  $l_2 = 6$ , длина пути резания грунта в цикле, м;

$\sigma_1$  – скорость перемещения бульдозера при резании грунта – 1,0 м/с;

$l_3$  – расстояние транспортирования до места загрузки;

$\sigma_2$  – скорость движения бульдозера с грунтом – 1,2 м/с;

$\sigma_3$  – скорость холостого хода бульдозера – 2,4 м/с;

$t_n$  – время переключения скоростей – 9 с;

$t_p$  – время для одного разворота бульдозера – 12 с;

$$T_{\text{ц}} = \frac{6}{1,0} + \frac{20}{1,2} + \frac{26}{2,4+9+2 \cdot 12} = 23,4 \text{ с},$$

$$P_{\text{б}} = \frac{3600 \cdot 8 \cdot 1,7 \cdot 0,8 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 0,8}{1,0 \cdot 23,4} = 1540 \text{ м}^3 / \text{см}.$$

Техническая производительность экскаватора рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{э}} = q \cdot n_1 \cdot k_1, \text{ м}^3, \quad (6)$$

где  $q$  – геометрическая вместимость ковша – 1,0 м<sup>3</sup>;

$n_1$  – наибольшее число циклов в минуту – 3;

$k_1$  – коэффициент влияния грунта – 0,59;

$$P_{\text{э}} = 1,0 \cdot 3 \cdot 0,59 = 1,78 \frac{\text{м}^3}{\text{мин}} \text{ или } 106,8 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}.$$

Сменная производительность экскаватора составит 854 м<sup>3</sup>/смену.

Среднее необходимое количество основных машин и механизмов для выполнения тушения и рекультивации породных отвалов на основании физических объемов представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Количество основных машин и механизмов

№ п/п	Наименование машин и механизмов	Марка	Всего
1	Насос центробежный	АЦМС-32-6	4
2	Дизельная электростанция	АД-60С-Т400	1
3	Компрессорная станция передвижная	ПКСД-3,5	1
4	Автоцистерна	АВЦ-10,3	2
5	Гидромонитор	ГМРЦ-2	1
6	Бульдозер 125 квт (170 л.с.)	Т-170	2
7	Экскаватор, емкость ковша 1,25 м <sup>3</sup>	ЭО-4225	2
8	Каток прицепной	ДУ-39Б	2
9	Поливочная машина	КО-713Н	1

После того, когда известны объемы работ по тушению и рекультивации породного отвала и количество машин и механизмов для выполнения этих работ, определяется количество вредных выбросов в окружающую среду.

Количество твердых частиц, выделяющихся при проведении таких работ, определяется по формуле:

$$M_n = K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot q_{\text{уд}} \cdot \Pi_n \cdot 10^{-6}, \text{ тонн}, \quad (7)$$

где  $K_2$  – коэффициент, учитывающий влажность пород;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий скорость ветра;

$K_4$  – коэффициент, учитывающий местные условия, степень местного воздействия;

$K_5$  – коэффициент, учитывающий высоту пересыпки породы;

$q_{y\partial}$  – удельное выделение твердых частиц с тонны передвигаемой породы,  $m/g$ ;

$\Pi_n$  – количество передвигаемых породных масс, принимается усреднено на основании практических данных.

Все коэффициенты принимаются в соответствии с таблицами «Методики...» [1].

$$M_n = 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 3,0 \cdot 1 \cdot 10^5 \cdot 10^{-6} = 386 \text{ т.}$$

Расчет выбросов загрязняющих веществ от работы задействованной дорожно-строительной техники выполнен на основе «Методики проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от баз дорожной техники» [2].

Расчет выбросов от дорожно-строительных машин проводится по основным загрязняющим веществам, содержащимся в отработавших газах дизельных и пусковых бензиновых двигателей, углерода оксид (CO), ангидрид сернистый (серы диоксид – SO<sub>2</sub>), углеводороды (C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>), азота оксид (в перерасчете на NO<sub>2</sub>), твердые частицы (сажа).

Выброс  $i$ -го вещества одной машиноопределенной группы в день при выезде с территории предприятия  $M_i'$  и возврате  $M_i''$  рассчитывается по формулам:

$$M_i' = (m_1 \cdot t_n + m_2 \cdot t_{np} + m_3 \cdot t_{\partial a} + m_4 \cdot t_x) \cdot 10^{-6}, \text{ тонн} \quad (8)$$

$$M_i'' = (m_3 \cdot t_{\partial a} + m_4 \cdot t_x) \cdot 10^{-6}, \text{ тонн}$$

$$M_i''' = (m_3 \cdot t_{\partial a} + m_4 \cdot t_x) \cdot 10^{-6}, \text{ тонн}, \quad (9)$$

где  $m_1$  – удельный выброс  $i$ -го вещества пусковым двигателем,  $g/\text{мин}$ ;

$m_2$  – удельный выброс  $i$ -го вещества при прогреве двигателя машины каждой группы,  $g/\text{мин}$ ;

$m_3$  – удельный выброс  $i$ -го вещества при движении машины каждой группы по территории с условно постоянной скоростью  $g/\text{мин}$ ;

$m_4$  – удельный выброс  $i$ -го компонента при работе двигателя на холостом ходу,  $g/\text{мин}$ ;

$t_n, t_{np}$  – время работы пускового двигателя и его прогрева,  $\text{мин}$ ;

$t_{\partial a}$  – время движения машины по территории при выезде и возврате,  $\text{мин}$ ;

$t_x$  – время работы двигателя на холостом ходу при выезде и возврате, равно 1  $\text{мин}$ .

Расчет выбросов при работе на породном отвале и транспортировке груза рассчитывается по [2].

На основании расчетов и критических данных получены данные, которые сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Количество выбросов от дорожно-строительных работ

Загрязняющие вещества	Валовый выброс за весь период работы дорожно-строительной техники, $m \cdot 10^{-3}$		
	Бульдозер Т-170	Экскаватор	Автосамосвал
оксид углерода CO	11,7	2,5	13,0
сажа CH	1,5	0,6	1,7
оксиды азота NO <sub>2</sub>	4,5	0,6	4,8
углеводороды C	0,5	0,04	0,5
оксид серы SO <sub>2</sub>	0,4	0,03	0,4

Мероприятиями по предотвращению и снижению негативного влияния на окружающую среду горящих породных отвалов будут:

- изоляция породного отвала от проникновения в его основание атмосферных осадков и приповерхностных вод слоем глинистых пород;
- организация сосредоточенного сбора и сброса атмосферных осадков с поверхности породного отвала и приповерхностных вод с прилегающих к нему территорий;
- нейтрализация кислотной среды пород при их известковании, исключая дополнительный сброс кислотных вод при тушении;
- озеленение породного отвала различными деревьями и другой растительностью.

### **Выводы**

1. Выполнен многофакторный анализ влияния горящих породных отвалов на окружающую среду.
2. Определено необходимое количество техники для тушения породного отвала.
3. Дана формула расчёта выброса вредных веществ от используемой техники при тушении породного отвала.
4. Доставлены рекомендации по улучшению окружающей среды при тушении породных отвалов.

### **Список литературы**

1. Отраслевая методика расчета количества отходящих, уловленных и выбрасываемых в атмосферу вредных веществ предприятиями по переработке угля: НМБ документов по экологии угольной промышленности. –Т. 2 Охрана атмосферного воздуха. – М.:ЭПТУ МНИИЭКО ТЭК, 1999.
2. Методики проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от баз дорожной техники: НМБ документов по экологии угольной промышленности. –Т. 2 Охрана атмосферного воздуха. – К.:ЭПТУ МНИИЭКО ТЭК, 1999.
3. Воробьев Е.А. Влияние породных отвалов на окружающую среду / Е.А. Воробьев, С.А. Сокирка, Е.А. Сухар // VI международная конференция. – Варна, 2010.– С.83–88.

Рецензент: д.т.н., проф. С.П. Висоцкий, АДІ ДВНЗ «ДонНТУ».

Стаття надійшла до редакції 04.01.12  
© Воробьев Е.А., Шустова Д.В., Сухарь Е.А., 2011