

УДК 622.6

**Воробйов Є.О., к.т.н.1, Ніколенко М.О., к.т.н.1, Чудовська А.К2., студент**  
**1 – АДІ ДонНТУ, м. Горлівка; 2 – ДонНТУ, м. Донецьк**

## **ВИБІР ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ШАХТНИХ ВІДВАЛІВ**

*Виконано аналіз технологічних схем методів складання гірничої маси вугільних підприємств. Виділено схеми спорудження плоских відвалів і гасіння конічних та хребтових відвалів. Здійснено вибір необхідних транспортних засобів при виконанні цих робіт.*

### ***Постановка проблеми***

На вугільних підприємствах під породними відвалами зайнята велика кількість продуктивних земель. Так, у Центральному районі Донбасу під відвалами знаходиться 660 га земель, а загальна кількість породи у відвалах складає біля 770 млн. т [1]. Ураховуючи великий вплив на екологічний стан вугільних регіонів складання нових і гасіння старих породних відвалів розроблено багато схем їх виконання, але недостатньо вирішене питання розрахунку і вибору транспортних засобів для їх спорудження.

### ***Аналіз досліджень***

Значна кількість викидів забруднюючих речовин приходить на гірничі відвали. На шахтах Центрального району Донбасу розташовується більше 130 породних відвалів, із яких половина – такі, що горять. Кожний рік до існуючих відвалів додається більше 1 млн. т породи. Частково порода використовується для закладки гірничих виробок. З відвалів в атмосферу кожний рік у середньому виділяється біля 1300 т газових шкідливих речовин. Забруднення повітря газовими викидами відбувається внаслідок горіння вугілля, яке подається разом з породою і складає більше 10%.

Роботи по гасінню і перехід на складування породи у плоскі відвали дозволило знизити кількість відвалів, що горять, втричі. Однак у числі відвалів, що горять, є плоскі відвали, викликані порушенням технології їх формування, відсутністю у ряді випадків ізолюючого шару між ярусами, покриття боків відвалу інертними ізолюючими матеріалами та недостатньою щільністю укладання [2]. При виконанні цих робіт використовується різноманітна техніка вітчизняного та закордонного виробництва, розрахунок необхідності якої не вдосконалений.

### ***Формування мети***

Метою роботи є розробка методів розрахунку і підбору необхідної кількості обладнання та транспортних засобів при виконанні робіт при спорудженні плоских відвалів і гасінні териконів, що горять.

### ***Рішення задачі***

Нами розглянуто плоский відвал шахти ім. В.І. Леніна ДП „Артемвугілля”. Згідно з паспортом об’єм відвалу складає 3,69 млн.м<sup>3</sup> при висоті 60 м. Відвал розташовується в 6 км від промислового майданчика шахти. Для транспортування і складання породи використовуються автосамоскиди вантажопід’ємністю 10-12 т, бульдозер, каток і поливомісна машина.

Для зменшення загазованості повітря внаслідок горіння вугілля, у відвалах можуть бути використані різні методи механічного вилучення вугілля з породи, які базуються на різноманітності форм і коефіцієнтів тертя шматків вугілля і породи. На цьому принципі на шахті „Нововолинська” №1 ДП „Укрзахідвугілля” було збудовано обладнання для відбору вугіл-

ля з породи, де гірнича маса подається на грохот вібраційного типу, який розподіляє її на 5 класів по грудкуватості. Далі кожний клас грудкуватості гірничої маси направляється на свій металевий жолоб під кутом 40-50°, де відбувається розподіл вугілля і породи. При цьому знижується зольність гірничої маси від 4 до 11 %. Гірничу масу з меншою кількістю вугілля транспортується на відвали. Для транспортування і спорудження відвалів розраховуються необхідні технологічні засоби.

Необхідна кількість автосамоскидів для доставки породи від шахти до відвалу та транспортування профілактичного матеріалу виконується за формулою [3]:

$$N = \frac{GT_p k_y}{T_{\text{ш}} n_1 g k_{\text{сп}}},$$

де  $N$  – кількість автосамоскидів;

$G$  – річна кількість породи, що транспортується,  $m$ ;

$T_p$  – тривалість рейсу, години.

Але у даній формулі розрахунку кількість самоскидів ( $N$ ) тривалість рейсу ( $T_p$ ) не враховує різноманітність їх швидкості при русі з вантажем і без вантажу, які значно відрізняються. Тому нами в формулу (1) для розрахунку тривалості рейсу введено середньотехнічну швидкість автосамоскиду ( $V_c$ ), яка обчислюється за формулою (2).

$$T_p = \frac{2L}{V_c} + t_{\text{нр}} + t_{\text{с}}, \quad (1)$$

$$V_c = \frac{V_{\text{с}} + V_{\text{б}}}{2}, \quad (2)$$

де  $V_{\text{с}}$  – середньотехнічна швидкість автосамоскиду при транспортуванні вантажу,  $км/год$ ;

$V_{\text{б}}$  – середньотехнічна швидкість автосамоскиду при зворотному рейсі з відвалу,  $км/год$ ;

$t_{\text{с}}$  – час маневрування і простою автосамоскиду при його розвантаженні,  $год$ ;

$L$  – відстань транспортування породи,  $км$ ;

$V_c$  – середньотехнічна швидкість автосамоскиду,  $км/год$ ;

Відстань транспортування необхідно розподілити до породного відвалу і по породному відвалу з урахуванням швидкості руху:

$t_{\text{нр}}$  – час маневрування і простою автосамоскиду під навантаженням за один рейс,  $год$ ;

$k_y$  – коефіцієнт збільшення часу за рейс (нічні зміни, сезонність, стан дороги та ін.) приймається в залежності від місцевих умов, у межах 1,0-1,2;

$T_{\text{ш}}$  – кількість робочих годин на лінії за рік,  $год$ ;

$n_1$  – кількість змін роботи водіїв на лінії;

$g$  – вантажопід'ємність автосамоскиду,  $m$ ;

$k_{\text{сп}}$  – коефіцієнт використання вантажопід'ємності автосамоскиду у вантажному напрямку.

За існуючою технологією на шахті ім. В.І.Леніна порода розвантажується автосамоскидом пошарово з наступним розрівнюванням бульдозером і ущільнюванням катком з гладкими вальцями за 6 проходів. При масі катка 10  $m$  глибина ущільнення складає 0,23  $m$  з щільністю 2  $m/m^3$ .

Ущільнення країв відвалу виконується не ближче 0,5  $m$  від бровки відкосу; кожний наступний прохід катка повинен перекривати слід попереднього на 0,1-0,2  $m$ . Після укладення шару породи товщиною 1  $m$  виконується відсіпка валу з інертних матеріалів і цикл робіт повторюється.

Висота ярусів приймається до 20  $m$ ; ярус покривається інертним матеріалом товщиною 0,3  $m$ .

Пилопригнічення виконується зрошенням шахтною водою з поливомієчної машини.

Вибір катків для ущільнення відвальної маси та ізолюючих матеріалів виконується наступним способом:

1. Обирається матеріал для ізолюючого покриття.
2. Для кожного типу катків обирається ступінь ущільнення  $\epsilon$ , що відповідає обраному матеріалу ізолюючого покриття. Так, для плоского відвалу шахти ім. В.І.Леніна для катка з гладкими вальцями при масі 10 т.

Таблиця 1

Ступінь ущільнення $\epsilon$ , без зволоження				
Відвальна маса	Глина	Пісок	Флотохвости	Перегоріла порода
0,82	0,94	0,75	0,9	0,76

3. Знаючи ступінь ущільнення визначається товщина ізолюючого покриття.
4. Установлена товщина ізолюючого покриття повинна відповідати глибині ущільнення. Якщо товщина ізолюючого покриття більше глибини ущільнення, то ізолюючий шар повинен складатися з 2-х або декількох шарів, кратних глибині ущільнення для даного типу катка.

При виборі катка можуть обиратися 2 варіанти:

1. Ізолюючий шар складається з одного шару, але для його ущільнення до необхідного ступеня потрібен більший каток.
2. Ізолюючий шар складається з декількох шарів і для їх ущільнення необхідний легкий каток.

По обраному типу ущільнюючого механізму виконується вибір базового (тягового) механізму. Для базового механізму використовуються машини з гусеничними двигунами.

При ущільненні виположеного відкосу при  $\alpha$  до  $20^\circ$  і горизонтальної частини відвалу каток безпосередньо з'єднується з тягачем (трактором або бульдозером). У цьому випадку вибір тягача виконується за його масою і силою тяги. Вага тягача  $G_T$  визначається за формулою [3]:

$$G_T = \frac{G_k \left( k f \cos \alpha + \sin \alpha + \frac{V}{gt} \right)}{\varphi \cos \alpha - f_1 \cos \alpha - \sin \alpha - \frac{V}{gt}},$$

де  $G_k$  – маса катка, т;

$k$  – коефіцієнт, що враховує роботу катка з виключеним вібратором, що дорівнює 1,2-1,25;

$f$  – коефіцієнт опору кочення катка;

$f_1$  – коефіцієнт опору переміщенню тягача, що дорівнює 0,1-0,12;

$\varphi$  – коефіцієнт зчеплення гусеничного ходу тягача з відвальною масою, що дорівнює 0,7-0,9;

$\alpha$  – кут відкосу відвалу, градусів;

$V$  – швидкість руху катка, 0,25 – 0,41 м/с;

$g$  – прискорення сили тяжіння, що дорівнює 9,81 м/с<sup>2</sup>;

$t$  – час розгону катка, що дорівнює 2-3 с.

Нами введено силу тяги тягача, яка дорівнює:

$$T = G_T \varphi g. \quad (3)$$

По визначеним значенням  $T$  і  $G_m$  підбирається тяговий клас і маса тягача. Якщо тяговий механізм рухається по горизонтальній поверхні, переміщуючи каток по відкосу при  $\alpha > 20^\circ$  з допомогою жорсткої або гнучкої тяги, вибір тягача виконується за його масою і силою тяги. Маса тягача  $G_{T1}$  [3] розраховується за формулою:

$$G_{T1} = \frac{G_k \left( k f \cos \alpha + \sin \alpha + \frac{V}{g t} \right)}{\varphi f_1 - \frac{V}{g t}}$$

Нами введено силу тягача  $T_1$ , яка розраховується за формулою:

$$T = G_{T1} \varphi g . \quad (4)$$

По значеннях  $T_1$  і  $G_{T1}$  підбирається тяговий клас і маса тягача.

Таблиця 2

Дані  $G_k$  (маса катка) і  $f$  коефіцієнт опору кочення [3]

Умовні позначення	Одиниці виміру	Тип катків				
		ДУ-30	ДУ-39А	А-4	А-8	А-12
$G_k$	$m$	12,5	25	4	8	12
$f$	—	0,2-0,22	0,2-0,22	0,1-0,15	0,1-0,15	0,1-0,15

На основі технічних характеристик існуючих бульдозерів, екскаваторів, трубоукладачів, а також досвіду їх використання на вугільних підприємствах Центрального району Донбасу нами розроблено таблиці 3,4, згідно яких рекомендується підбір необхідних машин при спорудженні плоских відвалів.

Таблиця 3

Катки, тип	Бульдозери					
	ДЗ-17 (Т-100М)	ДЗ-18 (Т-100 МП)	ДЗ-27С (Т-130)	ДЗ-9В (Т-180)	ДЗ-24 (Т-1801)	ДЗ-340 (ДЕТ-250)
Причіпний на пневматичних шинах, ДУ-30	—	—	—	+	+	+
Причіпний на пневматичних шинах, ДУ-39А	—	—	—	—	—	+
Причіпний вібраційний гладковальцовий А-4( $G_k$ -4)	+	+	+	+	+	+
Причіпний вібраційний гладковальцовий А-8( $G_k$ -8)	+	+	+	+	+	+
Причіпний вібраційний гладковальцовий А-12( $G_k$ -12)	—	—	—	+	+	+

При рекультиватії існуючих териконів зняття вершини може виконуватися різними способами: бульдозерами, екскаватором, гідромонітором, з допомогою буровибухових робіт і бульдозера або екскаватора. Пониження відвалів до необхідної висоти є продовженням робіт по зняттю вершини і може виконуватися за допомогою різної техніки: бульдозерів, гідромоніторів, екскаваторів, скреперів, навантажувачів.

При розробці відвалів за допомогою екскаватора і автотранспорту для розташування і розміщення обладнання облаштовуються робочі майданчики. Розміри робочих майданчиків визначаються шириною заходки екскаватора, шириною транспортних смуг, шириною смуги небезпеки.

Таблиця 4

Катки, тип	Екскаватори				Трубоукладачі		
	Е-652Б	Е-100	ЕО-311 1Б	Е-2503 Е-2505	ТО- 122ЧП	ТГ-201	ТТ-31
Причіпний на пневматичних шинах, ДУ-30	–	+	+	+	–	+	+
Причіпний на пневматичних шинах, ДУ-39А	–	–	–	+	–	–	+
Причіпний вібраційний гладковальцовий А-4(Г <sub>к</sub> -4)	+	+	+	+	+	+	+
Причіпний вібраційний гладковальцовий А-8(Г <sub>к</sub> -8)	–	+	+	+	+	+	+
Причіпний вібраційний гладковальцовий А-12(Г <sub>к</sub> -12)	–	–	+	+	–	+	+

Геометричні розміри майданчика визначаються з урахуванням фізико-механічних властивостей і параметрів гірничого і транспортного обладнання. Для рекомендованих комплексів „екскаватор-автосамоскид” ширина робочого майданчика складає:

Екскаватор Е-625Б - автосамоскид МоАЗ-503А – 9 м.

Екскаватор Е-125Б - автосамоскид КрАЗ-256Б – 9 м.

Екскаватор Е-10011Д - автосамоскид МоАЗ-503А – 9 м.

Екскаватор Е-2503 - автосамоскид КрАЗ-256Б – 11 м.

Екскаватор ЕКГ-4,6Б - автосамоскид БелАЗ-540- 16 м.

### **Висновки**

Розроблений метод розрахунку необхідної кількості обладнання при спорудженні плоских відвалів і гасінні териконів, що палають, враховує різні швидкості руху автосамоскидів з вантажем і без вантажу, а також дає можливість розрахувати силу тяги тягача при переміщенні ущільнюючого механізму при різних кутах відвалу.

Даний метод рекомендований для розрахунку обладнання при спорудженні відвалів, гасінні териконів, що палають, та сприяє визначенню типу та необхідну кількість машин та механізмів.

### **Список літератури**

1. Воробьев Е.А. Влияние горных предприятий на экологическую обстановку Центральных районов Донбасса // Труды международной научно-технической конференции «Экология промышленных регионов». — Донецк: Лебедь, 1999. — С. 11 – 17.
2. Воробьев Е.А., Калиничева Е.Н. Загрязнение окружающей среды шахтными отвалами // Международная научная конференция „Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів”. — Донецьк, 2002. — С. 108 – 109.
3. Технологические схемы тушения и формирования породных отвалов: Проект. — К.: УкрНИИПроект, 1993. — С. 160.

Стаття надійшла до редакції 10.10.06

© Воробйов Є.О., Ніколенко М.О., Чудовська А.К., 2006