

## **ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ГІРНИЧОТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ РОЗКРИВНИХ РОБІТ В УМОВАХ ЄРИСТІВСЬКОГО ГЗК**

Проведені дослідження з обґрунтування та вибору раціонального гірничотранспортного комплексу при розробці розкривних гірських порід для умов Єристівського родовища залізистих кварцитів.

Проведены исследования по обоснованию и выбору рационального горнотранспортного комплекса при разработке вскрышных горных пород для условий Еристовского месторождения железистых кварцитов.

Researches are conducted on a ground and choice of a rational gorno-transport complex at development of stripping mountain breeds for the terms of Eristovskogo of deposit of ferrous quartzites.

В Україні видобуток залізної руди є одним із найбільш пріоритетних напрямів розвитку гірничо-видобувної галузі промисловості. За останні роки значно зріс попит на залізо на світових ринках, тому досить важливою є проблема розробки нових родовищ залізистих кварцитів, нарощування темпів видобутку та удосконалення систем розробки на існуючих родовищах.

Для компанії «Ferrexpo», яка являється основним акціонером ВАТ «Полтавський ГЗК», що розробляє залізні руди, способом розв'язання проблеми нарощування темпів видобутку стало рішення щодо розробки Єристівського родовища у Кременчуцькому районі Полтавської області та будівництво із 2008 року Єристівського кар'єру.

Значну частину від загальної собівартості видобувних робіт на таких родовищах займає собівартість виймання порід розкриву. Останню можна суттєво зменшити за рахунок удосконалення технологічної схеми гірничо-капітальних робіт. На вирішення даної проблеми винятковий вплив має збільшення ефективності роботи комплексів гірничотранспортного обладнання.

Таким чином, проведення досліджень, що дозволяють проводити вибір та обґрунтування раціонального гірничотранспортного комплексу для виконання гірничо-капітальних робіт при будівництві кар'єрів для видобутку залізних руд є актуальною задачею.

В даний час в умовах Єристівського родовища залізистих кварцитів використовується схема валового виймання пісковиків. Деякі горизонти обводнені, тому їх доцільно розробляти крокуючими екскаваторами циклічної дії типу драглайн ЕШ-11/70-У і ЕШ-14/50. Навантаження гірської породи здійснюється в засоби автотранспорту - автосамоскиди типу Caterpillar 793D (вантажопідйомністю 220т) і Caterpillar 789C (вантажопідйомністю 180т) з подальшим транспортуванням та складуванням порід у зовнішній відвал. Піонерна насип відвалу формується за допомогою бульдозерів типу Caterpillar D10T.

В роботі розглянуто три варіанти комбінації гірничотранспортного комплексу: 1) RH-200 (екскаватор - зворотна лопата) + Caterpillar 793D; 2) ЕШ-11/70-У + Caterpillar 789C; 3) ЕШ-14/50 + Caterpillar 789C, та проведено їх порі-

вняльний аналіз. За критерій оцінки було прийнято собівартість розробки 1м<sup>3</sup> порід розкриву.

Розглянемо перший варіант гірничотранспортного комплексу: екскаватор RH-200 та автосамоскид Caterpillar 793D.

Оскільки екскаватор RH-200 обладнання нове і дотепер не має довідкових даних відносно тривалості робочого циклу для даних умов експлуатації, тому для визначення значень тривалості основних операцій роботи екскаватора RH-200 був проведений хронометраж його роботи в натурних умовах Єристівського ГЗК.

Відомо, що тривалість робочого циклу екскаватора необхідна при визначенні його продуктивності та поділяється на такі основні операції:  $t_{ep}$  – тривалість врізання ковша в забій, с;  $t_k$  – тривалість екскавації (копання), с;  $t_o$  – тривалість повороту на розвантаження, с;  $t_p$  – тривалість розвантаження, с;  $t_{нов}$  – тривалість повороту до вибою, с;

Визначення тривалості циклу:

$$t_{ц} = t_{ep} + t_k + t_o + t_p + t_{нов}, \text{ с} \quad (1)$$

Дані хронометражу (вид операцій, тривалість операцій і середня тривалість операцій) приведені в табл. 1.

Таблиця 1

Вид і тривалість операцій

Вид операцій	Тривалість операцій, виміри, с						Середня тривалість операції, с
	1й	2й	3й	4й	5й	6й	
Врізання ковша в породу	4	4,5	4	5	4	4,5	4,33
Екскавація	7	7	7,5	6,5	7	6,5	6,92
Поворот на розвантаження	5	5,5	5,5	5	4,5	5	5,08
Розвантаження	7	6,5	7,5	7	6,5	7	6,92
Поворот до забою	5	5	4,5	5,5	4,5	6	5,08
<b>Робочий цикл</b>	<b>28</b>	<b>28,5</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>26,5</b>	<b>29</b>	<b>28,2</b>

Отже з даних табл. 1 бачимо, що середня тривалість робочого циклу екскаватора становить приблизно 28 с. Отримані дані з тривалості циклу у відсотковому співвідношенні наведені на рис. 1.

Розрахунок витрат на розробку та переміщення порід розкриву комплексом RH-200 + Caterpillar 793D визначаємо з виразу:

$$Z_1 = C_{э1} * V_{э1} + C_{аэм1} * V_{аэм1}, (\text{грн}); \quad (2)$$

де  $C_{э1} = 3,6$  - собівартість екскавації RH-200 1м<sup>3</sup> породи, грн;  $V_{э1} = Q_{зод1} = 14,5$  – річна продуктивність екскаватора, млн.м<sup>3</sup>, що визначається за виразом:

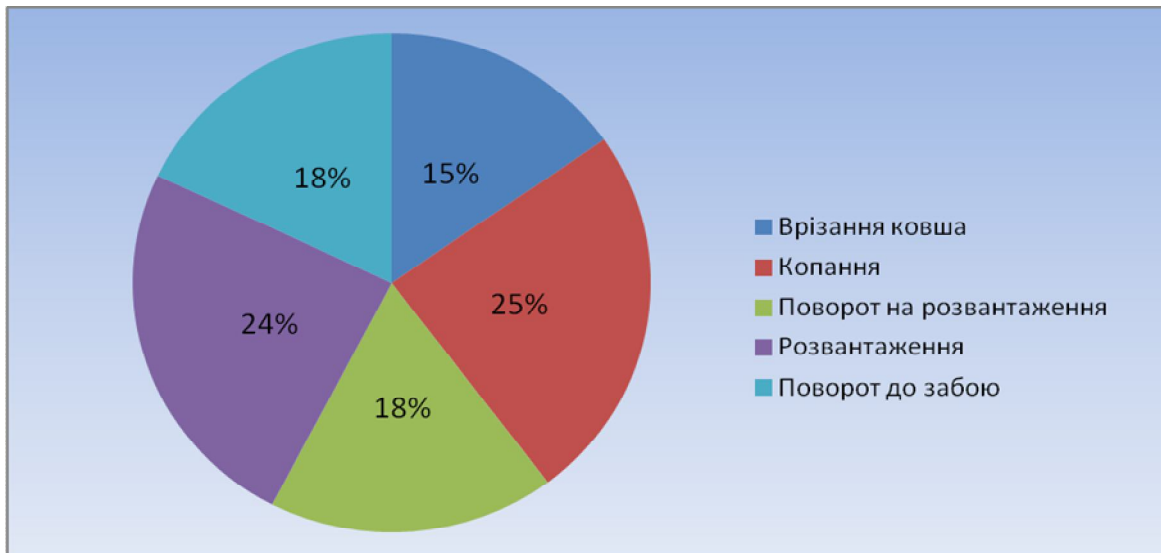


Рис. 1. Поділ тривалості циклу на окремі операції у відсотковому співвідношенні

$$Q_{зм} = \frac{3600 * k_n * k_u * E * t_{зм} * k_{м.в.}}{t_{ц} * k_p}, \quad \text{м}^3/\text{змину}; \quad (3)$$

де  $k_n = 0,9$ ; – коефіцієнт наповнення ковша;  $k_u = 0,8$  – коефіцієнт використання в часі, при роботі з автотранспортом;  $E = 28$  – ємність ковша,  $\text{м}^3$ ;  $t_{зм} = 12$ , тривалість робочої зміни, годин;  $k_{м.в.} = 0,83$  – коефіцієнт технології виймання;  $t_{ц} = 28$  – тривалість робочого циклу, с  $k_p = 1,3$  – коефіцієнт розпушення гірської породи.  $C_{авт1} = 0,85$  – собівартість перевезення 1ткм породи автосамоскидом САТ 793D, грн/ткм.  $V_{авт1}$  – річний грузопотік автосамоскидів при використанні комплексу RH-200 + Caterpillar 793D, ткм;

$$V_{авт1} = V_{з1} * \sum L_{авт} * \gamma_n, \quad (\text{ткм}), \quad (4)$$

де  $\gamma_n = 2$  – щільність порід розкриття в кузові автосамоскида,  $\text{т}/\text{м}^3$ ;  $\sum L_{авт}$  – сумарний середній пробіг автосамоскидів, км.

Розрахункові дані витрат на розробку та переміщення порід розкриття комплексом «RH-200 + Caterpillar 793D» у відвал визначалися для різних відстаней транспортування гірської породи (0,9-3 км).

Розрахункові дані витрат на розробку та переміщення порід розкриття комплексом «RH-200 + Caterpillar 793D» у відвал приведені в табл. 2.

Побудуємо графік залежності витрат  $Z_l$  від відстані транспортування  $L$   $Z_l = f(L)$  для комплексу гірничотранспортного обладнання «RH-200 + Caterpillar 793D». Додамо на графік апроксимуюче рівняння для визначення витрат при різних відстанях транспортування.

Графік залежності витрат від відстані транспортування при розробці розкриття порід комплексом «RH-200 + Caterpillar 793D» наведено на рис. 2.

Таблиця 2

Розрахунок витрат на розробку та переміщення порід розкриття комплексом «RH-200 + Caterpillar 793D»

Собівартість екскавації RH-200 1м <sup>3</sup> , С <sub>э1</sub> , грн/м <sup>3</sup>	Річний об'єм вивантаження порід екскаватором RH-200, V <sub>э1</sub> , млн.м <sup>3</sup>	Собівартість перевезення 1 ткм автосамоскидами Caterpillar 793D, С <sub>авт</sub> , грн/ткм	Річний грузопогіб автосамоскидів Caterpillar 793D, V <sub>авт</sub> , млн.ткм/рік	Сумарний середній пробіг автосамоскидів ΣL <sub>авт</sub> , км	Щільність порід розкриву γ <sub>п</sub> , т/м <sup>3</sup>	Витрати З <sub>1</sub> , млн. грн	Собівартість 1м <sup>3</sup> порід розкриву при використанні комплексу RH-200 + Caterpillar 793D, грн/м <sup>3</sup>
3,6	14,5	0,85	26,1	0,9	2,00	74,4	5,13
			34,8	1,2		81,8	5,64
			43,5	1,5		89,2	6,15
			52,2	1,8		96,5	6,66
			58,0	2,0		101,5	7
			63,8	2,2		106,4	7,34
			69,6	2,4		111,3	7,68
			75,4	2,6		116,3	8,02
			81,1	2,8		121,2	8,36
			87,0	3,0		126,1	8,7

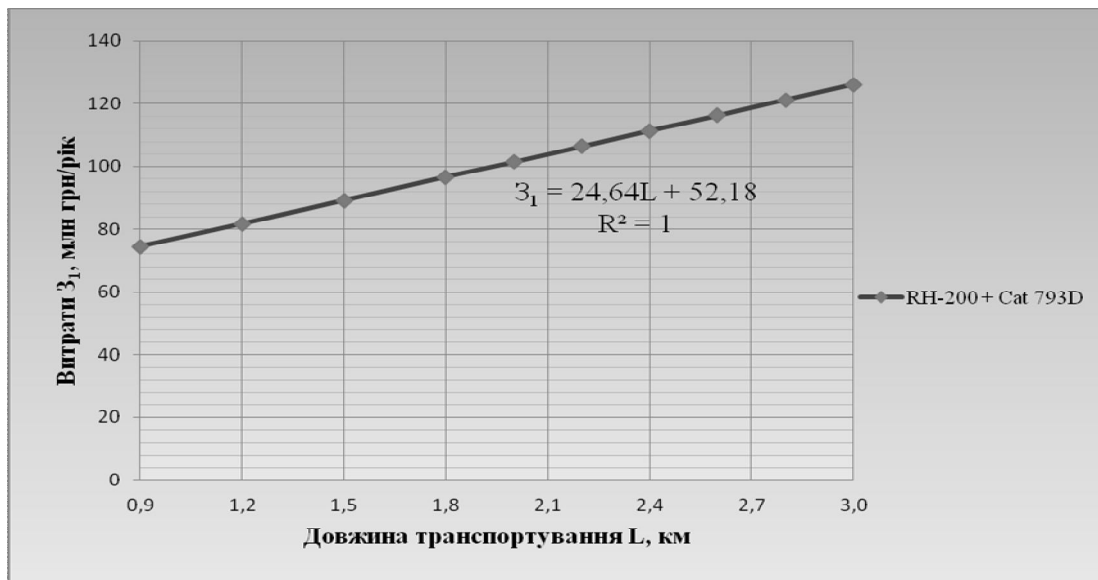


Рис. 2. Графік залежності витрат  $Z_1$  від відстані транспортування  $L$  при розробці розкривних порід комплексом «RH-200 + Caterpillar 793D»

З даних графіку видно, що чим більша відстань транспортування, тим більші витрати на розробку та переміщення гірської маси. Отже маємо прямо пропорційну залежність, яка дозволяє оперативно встановлювати експлуатаційні витрати при роботі комплексу «RH-200 + Caterpillar 793D» від дальності транспортування гірничої маси.

Залежність витрат від дальності транспортування  $Z_1=f(L)$  описується лінійним рівнянням виду:  $Z_1 = 24,64L + 52,18$ , що максимально відображає точність даної залежності, свідченням цьому являється  $R^2 = 1$ , отже дана залежність описується з точністю 100 %. Таким чином, отримане рівняння може використовуватись для поточного оперативного планування гірничих робіт при

розрахунках вартості вантажно-транспортних робіт на кар'єрах в умовах зміни профілю і довжини кар'єрних автодоріг.

За вищенаведеною методикою було проведено аналіз експлуатаційних витрат для другого та третього варіантів застосування гірничотранспортного обладнання.

На рис. 3 представлена залежність собівартості  $1\text{ м}^3$  порід розкриву для трьох комплексів обладнання в залежності від дальності транспортування розкривних порід:  $C_{1\text{м}^3} = f(L)$ .

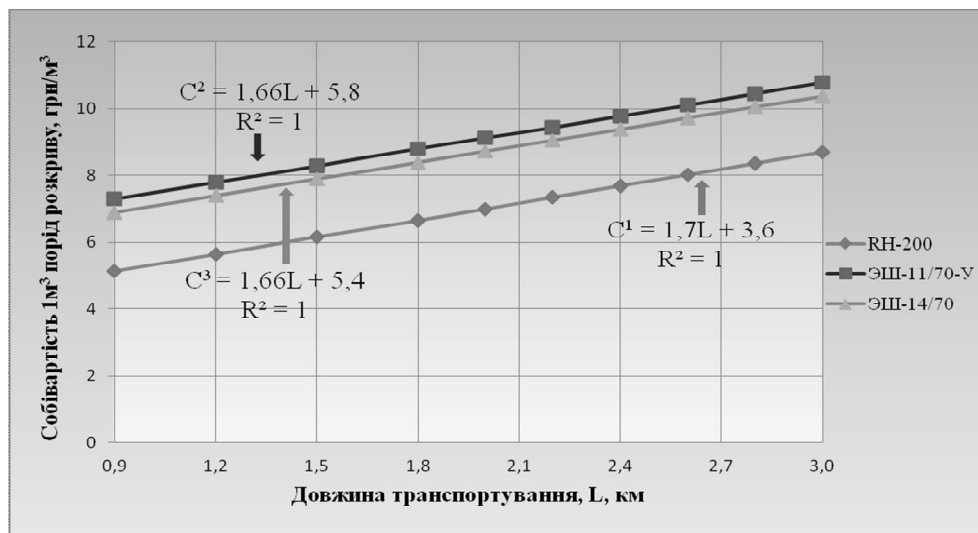


Рис. 3. Залежність собівартості видобутку порід розкриву від дальності транспортування розкривних порід:  $C_{1\text{м}^3} = f(L)$

З даних графіку видно, що прямі не перетинаються, отже не залежно від відстані транспортування собівартість виймання та транспортування порід розкриву буде меншою при використанні комплексу ««RH-200 + Caterpillar 793D» + Caterpillar 793D».

В середньому собівартість використання комплексу «RH-200 + Caterpillar 793D» при розробці порід розкриву нижча на 25 % ніж при використанні крокуючих екскаваторів ЕШ-11/70 та ЕШ-14/50 та автосамоскидів Caterpillar 789С.

Також, завдяки апроксимації отримані залежності собівартості розкривних порід від дальності транспортування. Лінійні рівняння мають коефіцієнт детермінації  $R^2 = 1$ , який говорить про найбільшу точність даних залежностей – 100 %.

Таким чином, проведенні дослідження дозволили вибрати раціональний комплекс гірничотранспортного обладнання для проведення розкривних робіт на Єристівському ГЗК з використанням екскаватора RH-200 та автосамоскида Caterpillar 793D».

#### Список літератури

1. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых/ Новожилов М.Г., Хохряков В.С., Пчелкин Г.Д., Эскин В.С.: Под ред. М.Г. Новожилова.- М.: Недра, 1971.-552 с.
2. Ржевский В.В. Технология и комплексная механизация открытых горных работ. - М.: Недра, 1975.- 574 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Дриженком А.Ю.  
Надійшла до редакції 06.05.2013*