

У діапазоні частот до 150 Гц, де найбільш інтенсивне випромінювання шуму вентиляторами, коефіцієнт звукопоглинання загортованого кермзіту з урахуванням його доступності та вартості, не поступається спеціальним звукопоглинаючим матеріалам.

Дані про послідовність виконання розроблених пропозицій та рівні звуку після їх реалізації наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Послідовність виконання розробок	Рівні звуку на відстані 45 м від дифузorzів		
	Місця виконання вимірювання		збоку від дифузorzів
	вздовж вісі дифузorzів		
	робочий вентилятор	резервний вентилятор	
Без засобів зниження шуму	77	74	61
Зняті екрани над дифузorzами	73	71	57
Установлені акустичні екрани вздовж стінок дифузorzів	72	71	59
Установлено камерний глушник шуму із розворотом потоку на 90°	69	72	62

**Висновок та напрямок подальших досліджень.** Результати виконаних досліджень показують, що:

рівні звуку в приміщенні приводних двигунів вентиляторів та на території промплощадці ВУГП в межах санітарно-захисної із радіусом  $R=100$  м перевищують гранично-допустимі величини;

захист від шуму в приміщенні вентиляторів досягається за рахунок використання кабін нагляду із вікнами та дверми підвищеної звукоізоляції, засобів індивідуального захисту від шуму та акустичних екранів між вентиляторами.

Останні в першу чергу захищають від підвищення рівнів шуму працівників, які виконують ремонтні та регламентні роботи на площадці резервного вентилятора;

зниження шуму на території ВУГП досягнуто за рахунок використання камерного глушника шуму та розвороту напрямку викиду повітря на 90° в горизонтальній площині;

подальші дослідження з метою зниження рівнів шуму на територіях, які прилягають до санітарно-захисної зони навколо вентиляторів, повинні проводитись з метою використання звукопоглинаючих пластин в конструкції камерного глушника та можливості використання елементів пластинчастих глушників;

виконання цього завдання дозволить зменшити буферної зони між санітарно-захисною зоною вентиляторів та територією житлових забудов селитебної зони.

#### Список літератури

1. Юдин Е.Я. Борьба с шумом шахтных вентиляторных установок. / Юдин Е.Я., Терехин А.С. // 2-е изд. Пере-раб и доп. – М.: Недра.1985.-191 с., ил.
2. Г.А. Хорошев. Борьба с шумом вентиляторных. / Г.А. Хорошев, Ю.И. Петров, Н.Ф. Егоров // - М.: Энергоиз-дат. 1981.-144 с.,ил.
3. Юдин Е.Я. Исследование шума вентиляторных установок и методов борьбы с ним. Труды ЦАГИ, вып. № 713.-М.: Оборонгиз.1958.
4. Ивановский И.Г. Шахтные вентиляторы. Ивановский И.Г./ Учеб. пособие / Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2003.-196 с., ил.86.- табл.7
5. Вентиляторы шахтные главные проветривания. Технические условия. ГОСТ 11004-84 (СТ СЭВ 3830-82).-М., Изд-во стандартов, 1984.-31 с., ил.
6. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. ДСН 3.3.6.037-99.-К., 199,с.-29.
7. СН № 3077-84. Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки.

Рукопис подано до редакції 31.03.16

УДК 622.271.32: 005.61

О.Ю.БЛИЗНЮКОВА, аспирантка, Криворожский национальный университет

### ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРА НА ОБЪЕМЫ ВСКРЫШНЫХ РАБОТ

Со ссылкой на всемирно известных ученых-горняков обоснована проблема определения минимально необходимых объемов извлечения из недр пустых пород, которые сопровождают добычу полезных ископаемых открытым

способом. Доказано, что увеличение производительности карьера по руде ведет к непропорциональному увеличению объемов вскрышных работ.

Вскрышные работы на карьерах являются вынужденной необходимостью: они удорожают добычу полезных ископаемых и увеличивают вредное влияние открытой разработки месторождений на окружающую среду. Поэтому для проектировщиков одной из приоритетных и проблемных задач является определение минимальных объемов вскрышных работ, обеспечивающих достижение заданной производительности по полезному ископаемому.

Аналитически выведена зависимость изменения текущего коэффициента вскрыши от изменения производительности карьера по руде. Для условного карьера подобного по мощности и условиям залегания железорудным карьерам Кривбасса графически показано влияние производительности карьера по руде на объемы вскрышных работ. Для обеспечения нормальной работы карьеров и обеспечения эффективного использования горного оборудования, промышленных зданий и сооружений эти показатели проектируются постоянными на длительный период времени. Однако практика показывает, что проектные показатели по объемам добычи руды и выемки вскрышных пород постоянно изменяются в ту или иную сторону в зависимости от состояния экономики в мире и стране, от изменения потребности в полезном ископаемом и финансовых возможностей владельцев горных предприятий.

Результаты проведенных исследований показали, что при увеличении производительности карьера по руде объемы вскрышных работ увеличиваются не пропорционально увеличению производительности по руде, а в большей степени; т.е., растет коэффициент вскрыши. Несоблюдение выявленных закономерностей при планировании горных работ часто приводит к отставанию вскрышных работ. На основе этого разработана методика определения размера отставания вскрышных работ от необходимых объемов. По этой методике были определены объемы отставания вскрышных работ от необходимых на некоторых карьерах Кривбасса.

**Ключевые слова:** вскрышные работы, производительность карьера, финансовые возможности

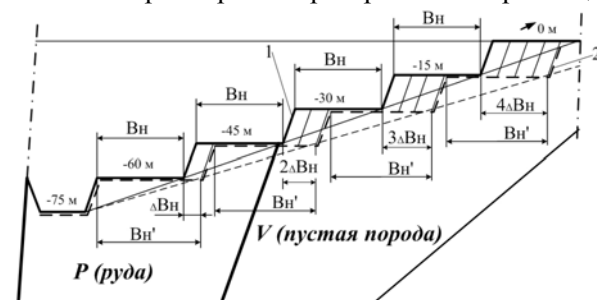
**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Вскрышные работы на карьерах являются вынужденной необходимостью: они удорожают добычу полезных ископаемых и увеличивают вредное влияние открытой разработки месторождений на окружающую среду. Поэтому для проектировщиков одной из приоритетных и проблемных задач является определение минимальных объемов вскрышных работ, обеспечивающих достижение заданной производительности по полезному ископаемому.

**Анализ исследований и публикаций.** Совершенствованием методов планирования горных работ и проектирования карьеров постоянно занимались известные всему миру ученые: Ю.И. Анистратов [1]; А.И. Арсентьев [2,3]; М.Г. Новожилов [4]; В.В. Ржевский [5,6]; Дриженко А.Ю. [7,8]; В.А. Ковальчук [9]; М.С. Четверик [10]; В.Г. Близиюков [11, 2] и др.

**Постановка задач.** Цель настоящей работы: показать влияние производительности карьера по полезному ископаемому на объемы вскрышных работ и их основной показатель - коэффициент вскрыши.

**Изложение материалов и результаты.** Наиболее крупными карьерами Украины являются железорудные карьеры горно-обогатительных комбинатов (ГОК). Их проектная производительность по сырой руде составляет от 6 до 38 млн т в год, а текущие коэффициенты вскрыши - от 0,2 до 3 м<sup>3</sup>/т. Для обеспечения нормальной работы карьеров и обеспечения эффективного использования горного оборудования, промышленных зданий и сооружений эти показатели проектируются постоянными на длительный период времени. Однако практика показывает, что проектные показатели по объемам добычи руды и выемки вскрышных пород постоянно изменяются в ту или иную сторону в зависимости от состояния экономики в мире и стране, от изменения потребности в полезном ископаемом и финансовых возможностей владельцев горных предприятий.

На примере условного карьера, представленного разрезом на рис. 1, линией 1 показано положение горных работ при проектной производительности карьера по руде  $A_p$ .



**Рис. 1** Схема для определения взаимосвязи вскрышных работ и производительности карьера: 1 (-) и 2 (- -) – положение рабочего борта карьера при работе с производительностью по руде  $A_p$  и  $A_p + \Delta A_p$ ;  $\Delta B_n$  – увеличение нормативной ширины рабочей площадки при увеличении производительности карьера по руде на  $\Delta A_p$ ;  $B'_n$  – нормальная ширина рабочей площадки при работе карьера с производительностью по руде  $A_p + \Delta A_p$

Ширина рабочей площадки в карьере на рудных уступах определена по нормативам, м

$$B_H = B_{\min} + \frac{A_p \cdot \psi}{L_p \cdot h_y}, \quad (1)$$

где  $B_H$  - средняя ширина рабочей площадки в карьере, обеспечивающая наличие в нем нормативного запаса руды и объема пустых пород, готовых к выемке, м;  $B_{\min}$  - минимальная ширина рабочей площадки в карьере, м;  $\psi$  - нормативный коэффициент готовых к выемке запасов руды (при полуторамесячном запасе руды этот коэффициент равен 0,125);  $l_p$  - длина активного рудного фронта в карьере, м;  $h_y$  - высота рудного уступа, м.

Если техника и технология добычи руды и выемки пустых пород одинаковы, то нормальная ширина рабочей площадки на вскрышных уступах определится аналогично, м

$$B_H = B_{\min} + \frac{A_v \cdot \psi}{L_v \cdot h_y}, \quad (2)$$

где  $A_v$  - проектный объем вскрышных работ, м<sup>3</sup>/год;  $l_v$  - длина активного вскрышного фронта, м.

В этих формулах (1 и 2) ширина полосы, вмещающая готовые к выемке запасы руды и объемы пустых пород, представлена вторым слагаемым.

Текущий коэффициент вскрыши в представленном карьере определен по формуле, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>

$$n_t = \frac{A_v}{A_p} = \frac{L_v \cdot h_y \cdot l_v}{L_p \cdot h_y \cdot l_p}, \quad (3)$$

где  $l_v$  и  $l_p$  - скорость горизонтального подвигания вскрышных и рудных уступов, м/год.

При принятых ширине рабочей площадки, высоте уступов, производительности по руде и пустым породам, угол откоса рабочего борта карьера и текущий коэффициент вскрыши будут постоянными.

При увеличении годовой производительности карьера по руде на  $\Delta A_p$  нормальная ширина рабочей площадки на каждом горизонте увеличится до, м

$$B'_H = B_{\min} + \frac{(A_p + \Delta A_p)\psi}{L_p \cdot h_y}, \quad (4)$$

или на  $\Delta B_H$  метров от ранее определенной по выражениям (1) и (2), м

$$\Delta B_H = \frac{\Delta A_p \cdot \psi}{L_p \cdot h_y}. \quad (5)$$

Только в этом случае в карьере будут обеспечены нормативные запасы руды и объем пустых пород, готовые к выемке.

Как видно из рис. 1, при увеличении производительности карьера по руде на  $\Delta A_p$  необходимо на горизонте -60 м увеличить ширину рабочей площадки на величину  $\Delta B_H$ ; на вышележащем горизонте (-45 м) - на величину  $2\Delta B_H$  и так далее до самого верхнего рабочего уступа. В этом случае все рабочие площадки в карьере будут увеличены до нормативных размеров.

Дополнительный объем добычи от расширения рабочих площадок на всех уступах составит  $\Delta A_{pB}$ , м<sup>3</sup>/год

$$\begin{aligned} \Delta A_{pB} = & \Delta B_H \cdot L_{p2} \cdot h_y + 2\Delta B_H \cdot L_{p3} + \dots + \\ & + i\Delta B_H L_{p(i+1)} \cdot h_y = \Delta B_H \cdot h_y \sum_{i=2}^{\kappa} (i-1)L_{pi}, \end{aligned} \quad (6)$$

где  $L_{p2}, L_{p3}, \dots, L_{pi}$  - длина активного рудного фронта 2-го, 3-го, ...,  $i$ -го рабочих уступов в карьере, начиная с нижнего уступа;  $\kappa$  - количество рудных уступов в карьере.

Одновременно с расширением рабочих площадок до нормативных значений необходимо параллельно подвигать весь рабочий борт карьера для достижения заданного увеличения производительности карьера. Параллельное подвигание рабочего борта карьера обеспечит увеличение производительности карьера по руде на величину  $\Delta A_{pl}$ , м<sup>3</sup>/год

$$\Delta A_{pl} = L_p \cdot h_y \cdot \Delta l_p, \quad (7)$$

где  $\Delta l_p$  - необходимое увеличение скорости подвигания уступов в горизонтальном направлении при увеличении производительности карьера по руде на величину  $\Delta A_{pl}$ , м/год.

Таким образом, заданное увеличение производительности карьера по руде от проектной определяется по формуле, м<sup>3</sup>/год

$$\Delta A_p = \Delta A_{pB} + \Delta A_{pl} = \Delta B_H \cdot h_y \sum_{i=2}^{\kappa} (i-1) \cdot L_{pi} + L_p \cdot h_y \cdot \Delta l_p, \quad (8)$$

а скорость перемещения рабочего борта карьера в горизонтальном направлении, обеспечивающая заданное увеличение производительности, будет равна, м/год

$$\Delta l_p = \frac{\Delta A_p - \Delta B_H \cdot h_y \sum_{i=2}^{\kappa} (i-1) L_{pi}}{L_p \cdot h_y}. \quad (9)$$

Дополнительный объем вскрышных работ  $\Delta A_v$  при увеличении производительности карьера по руде по аналогии выводами формул (6-8) определяется по выражениям, м<sup>3</sup>/год

$$\begin{aligned} \Delta A_{vB} = \Delta B_H \cdot L_{v2} h_y + 2\Delta B_H L_{v3} \cdot h_y + \dots + \\ + i\Delta B_H L_{v(i+1)} \cdot h_y = \Delta B_H \cdot h_y \sum_{i=2}^{\kappa} (i-1) L_{vi} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\Delta A_{vl} = L_v \cdot h_y \cdot \Delta l_v, \quad (11)$$

$$\Delta A_v = \Delta A_{vB} + \Delta A_{vl} = \Delta B_H \cdot h_y \sum_{i=2}^{\kappa} (i-1) \cdot L_{vi} + L_v \cdot h_y \Delta l_v, \quad (12)$$

где  $\Delta A_{vB}$  - дополнительный объем вскрышных работ от расширения рабочих площадок уступов до нормативной величины, м<sup>3</sup>/год;  $\Delta A_{vl}$  - необходимый объем вскрышных работ при подвигании рабочего борта карьера с постоянным углом откоса, м<sup>3</sup>/год;  $L_{v2}, L_{v3}, \dots, L_{vi}$  - протяженность фронта вскрышных работ на 2,3,...,  $i$ -м рабочих уступах карьера, м;  $\Delta l_v$  - скорость перемещения рабочего борта карьера на вскрышных уступах в горизонтальном направлении, м/год.

Для достижения заданной производительности по руде, с учетом ее увеличения, необходимо чтобы на рабочих горизонтах сохранялись рабочие площадки нормальной ширины. Поэтому скорость горизонтального подвигания добычных уступов  $\Delta l_p$  должна быть равна скорости горизонтального подвигания вскрышных уступов  $\Delta l_v$ .

Прирост объемов добычи произойдет с коэффициентом вскрыши, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>

$$\Delta n = \frac{\Delta B_H \cdot \sum_{i=2}^{\kappa} (i-1) L_{vi} + L_v \cdot \Delta l_v}{\Delta B_H \cdot \sum_{i=2}^{\kappa} (i-1) L_{pi} + L_p \cdot \Delta l_p}, \quad (13)$$

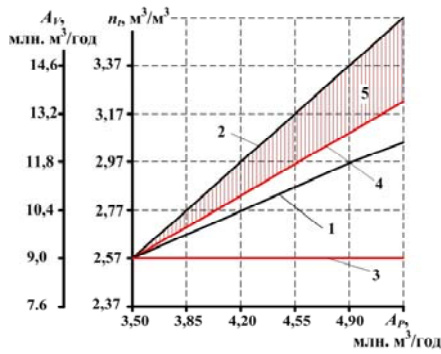
а текущий коэффициент вскрыши станет равным, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>

$$n_t = \frac{L_v \cdot l_v \cdot h_y + \Delta B_H \cdot h_y \cdot \sum_{i=2}^{\kappa} (i-1) \cdot L_{vi} + L_v \cdot \Delta l_v \cdot h_y}{(A_p + \Delta A_p) + h_y \cdot \Delta B_H \cdot \sum_{i=2}^{\kappa} (i-1) \cdot L_{pi}}. \quad (14)$$

Для случая, показанного на рис. 1, результаты расчета изменений текущего коэффициента вскрыши  $n_t$  и объемов вскрышных работ  $A_v$  в зависимости от изменения производительности карьера по руде  $A_p$  представлены графически на рис. 2.

По графикам видно, что увеличение производительности карьера по руде должно сопровождаться увеличением текущего коэффициента вскрыши (линия 1) и объемом вскрышных работ (линия 2).

Увеличение текущего коэффициента вскрыши и объемов вскрышных работ в большей степени, чем рост производительности карьера по руде, объясняется необходимостью увеличения ширины рабочих площадок на уступах для создания в карьере нормативных запасов руды и объемов пустых пород, готовых к выемке. При увеличении производительности карьера по руде планирование объемов вскрышных работ по постоянному коэффициенту вскрыши (линия 3) приведет к несоблюдению Норм технологического проектирования по готовым к выемке запасам руды и объемов пустых пород.



**Рис. 2.** Залежність текущего коефіцієнта вскрыши (1) и об'ємов вскрышних робіт (2) от производительности кар'єра по руде для случая, обусловленного только реконструкцией рабочего борта кар'єра: 3 - постоянный коэффициент вскрыши; 4 - об'єм вскрышних робіт при постоянном коэффициенте вскрыши; 5 - отставание вскрышних робіт

**Выводы.** Результаты проведенных исследований показали, что при увеличении производительности кар'єра по руде об'ємы вскрышних робіт увеличиваются не пропорционально увеличению производительности по руде, а в большей степени; т.е., растет коэффициент вскрыши. Несоблюдение выявленных закономерностей при планировании

горных работ часто приводит к отставанию вскрышних робіт. На основе этого разработана методика определения размера отставания вскрышних робіт от необходимых об'ємов. По этой методике были определены об'ємы отставания вскрышних робіт от необходимых на некоторых кар'єрах Кривбасса [13].

### Список литературы

1. Анистратов Ю.И. Открытые горные работы. / Ю.И. Анистратов, К.Ю. Анистратов, М.И. Щадов // Справочник по открытым горным работам. – М.: НТЦ «Горное дело». 2010. - 700 с.
2. Арсентьев А.И. Определение производительности и границ кар'єров / А.И. Арсентьев. - 2-е издание переработанное и дополненное – М.: Недра, 1970. – 319 с.
3. Арсентьев А.И. Производительность кар'єров / А.И. Арсентьев. - Москва: Издательство Санкт-Петербургский горный институт. – 2002. – 85 с.
4. Новожилов М.Г. Высокопроизводительные глубокие кар'єры / М.Г. Новожилов, А.Ю. Дриженко, А.М. Маевский [и др.]. Москва: Недра. – 1984. – 188 с.
5. Ржевский В.В. Открытые горные работы в сложных условиях / В.В. Ржевский, Ю.И. Анистратов, С.А. Ильин. – М.: Недра, 1964. – 294 с.
6. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Часть 1 и 2. – М.: Недра, 1985.
7. Дриженко А.Ю. Поддержание производительности мощных железорудных кар'єров при понижении горных работ / А.Ю. Дриженко, В.М. Богданов, В.П. Мартыненко [и др.] // Горный журнал. - 1995. - № 9. - С.28-32.
8. Дриженко А.Ю. Открытая разработка железных руд Украины / Дриженко А.Ю., Козенко Г.В., Рыкус А.А. – Полтава: Полтавський літератор. 2009.
9. Ковальчук В.А. Оптимизация параметров концентрации горных работ в железорудных кар'єрах: дис. ... доктора технических наук: 05.15.03 / Ковальчук Виктор Анатольевич. - Кривой Рог, 2000. - 286 с.
10. Четверик М.С. Методика определения производительности кар'єра, достижимой по горнотехническим возможностям / М.С. Четверик, О.А. Медведева // Сборник научных трудов Национального горного университета. – Днепропетровск, 2002. - № 15 – Т. 1. – С.94-98.
11. Близиуков В.Г. Определение главных параметров кар'єра с учетом качества руды. / В.Г. Близиуков – М.: Недра, 1978. - 151 с.
12. Близиуков В.Г. Проектирование главных параметров группы кар'єров / В.Г. Близиуков, И.И. Дейнега // Разработка рудных месторождений. – Киев: Техника. - 1980. - Вып. 29. - С.42-46.
13. Ю.Г. Вилкул О проблеме отставания вскрышних робіт в железорудных кар'єрах / Ю.Г. Вилкул, С.А. Луценко, О.Ю. Близиукова // Металлургическая и горнорудная промышленность - 2013. - № 3. - С. 92–96.

Рукопис подано до редакції 31.03.16

УДК 656.11

А.В. ВЕСНІН, В.О. СІСТУК, кандидати. техн. наук, доц.,  
А.О.БОГАЧЕВСЬКИЙ, асистент, Криворізький національний університет

### КІНЦЕВО-ЕЛЕМЕНТНИЙ АНАЛІЗ МЕХАНІЗМУ СТАРІННЯ ІЗОЛЯЦІЇ ОБМОТКИ ТЯГОВОГО ДВИГУНА КАР'ЄРНОГО САМОСКИДА

**Мета.** Метою роботи є дослідження механізму старіння ізоляції обмотки тягового двигуна кар'єрного самоскида при потраплянні у тріщини лакового покриття залізрудного пилю. Об'єктом дослідження є ізоляція якірної обмотки тягового двигуна кар'єрного самоскида. Предметом дослідження є процес руйнування лобових частин якірної обмотки тягового двигуна кар'єрного самоскида під дією термомеханічних навантажень та електромагнітних властивостей часток залізрудного пилю.