

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ВСКРЫШНЫХ РАБОТ ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРА ПО РУДЕ

S. Zhukov, S. Lutsenko

DEFINITION OF VOLUME OF OVERBURDEN WORKS AT INCREASING THE ORE PERFORMANCE OF THE OPEN PIT

Цель. Снижение текущих коэффициентов вскрыши можно достичь за счет уменьшения ширины рабочей площадки до минимальной ее величины. Нормальные условия для добычи полезного ископаемого требуют формирования рабочей зоны карьера рабочими площадками, включающими нормативные запасы скальной горной массы, готовые к выемке. Увеличение производительности карьера по руде приводит к увеличению ширины рабочих площадок. При этом объемы вскрыши возрастают, как за счет краткосрочного увеличения скорости горизонтального подвигания каждого вышележащего горизонта, так и за счет изменения режима горных работ. Целью данной работы является усовершенствование методики определения отставания вскрышных работ, которая позволит определять необходимые объемы вскрышных работ при увеличении производительности карьера по руде, как в случае вовлечения в разработку одного, так и нескольких участков рабочей зоны карьера.

Методика. При определении отставания вскрышных работ необходимо учитывать взаимосвязь ширины рабочей площадки и длины активного фронта горных работ, которые обеспечивают в карьере необходимый объем готовых к выемке запасов. Выведены формулы для определения текущих коэффициентов вскрыши при расширении рабочих площадок, а также объемов задолженности по вскрыше.

Результаты. Разработана методика определения объемов вскрышных работ, обеспечивающих в карьере нормальные условия добычи полезного ископаемого при изменении его производительности. Применение методики возможно, как в случае вовлечения в разработку одного, так и нескольких участков рабочей зоны карьера.

Научная новизна. Установлено, что при увеличении производительности карьера по руде, за счет вовлечения в разработку нескольких участков рабочего борта карьера характеризующимися различными коэффициентами вскрыши, скорость горизонтального подвигания, а также ширина рабочей площадки, должны определяться отдельно для каждого участка в зависимости от его производительности.

Практическая значимость. Результаты выполненных исследований могут быть использованы проектными организациями и горнодобывающими предприятиями при определении объемов выемки вскрышных пород.

Ключевые слова: железорудные карьеры, вскрышные работы, коэффициент вскрыши, ширина рабочей площадки, отставание вскрышных работ.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. В современных условиях разработки месторождений, вопросы, связанные с выбором направления развития и установлением рационального режима горных работ, занимают одно из ведущих мест в горном деле. В процессе эксплуатации большинства месторождений Кривбасса, особенно за последнее десятилетие, невыполнялись объемы вскрышных работ, что привело к накоплению значительных объемов задолжен-

ности по вскрыше. Такая тенденция привела к тому, что составление производственных программ предприятий, а в последующем и их выполнение, становится все более проблематичным, что подтверждается практикой производства.

Практика работы карьеров показывает, что для добычи руды требуется извлечение больших объемов пустых пород, что характерно для крутопадающих залежей железорудных месторождений. В процессе эксплуатации железорудных месторождений карьерами, соотношение объемов добычи руды и выемки вскрышных пород определяется проектами их разработки, которые составляются согласно норм технологического проектирования. Установленное соотношение определяет необходимые параметры системы разработки для эффективной и безопасной добычи полезного ископаемого. Такая работа считается нормальной и определена требованием формировать рабочую зону карьера с рабочей площадкой включающей нормативные запасы руды и вскрышных пород готовые к выемке [1]. Поэтому для добычи руды требуется извлечение больших объемов пустых пород, что характерно для крутопадающих залежей железорудных месторождений.

Затраты на извлечение пустой породы входят в суммарные затраты на разработку месторождений, поэтому считают, что необходимо по возможности, как можно меньше извлекать пустой породы [2]. Однако, с другой стороны, уменьшение объемов пустых пород и стремление снизить затраты на производство концентрата за счет сокращения объемов пустых пород приводит к отклонению от норм технологического проектирования и как следствие этого появлению задолженности по вскрышным работам.

Исследованиями установлено, что увеличение производительности карьера по руде приводит к увеличению ширины рабочих площадок [3]. А это, как известно, приводит уменьшению угла откоса рабочего борта карьера и как следствие к увеличению коэффициентов вскрыши [4]. При этом объемы вскрыши возрастают, как за счет краткосрочного увеличения скорости горизонтального подвигания каждого вышележащего горизонта, так и за счет изменения режима горных работ. Невыполнение данного объема вскрыши при увеличении производительности по руде приведет к нарушению законов развития карьерного пространства и как следствие этого неплановому накоплению объемов вскрышных пород. Этот процесс принято называть отставанием вскрышных работ от проектного положения [5].

В данной работе отставанием вскрышных работ в карьере считается невыполнение объемов вскрыши, рассчитанное относительно положения горных работ в карьере, обеспечивающее норматив готовых к выемке запасов для заданной производительности карьера по руде, с учетом ее изменения на конец каждого года эксплуатации карьера. При этом проектные параметры системы разработки должны соответствовать нормативной обеспеченности карьера запасами горной массы, готовой к выемке на 1,5 месяца.

Анализ исследований и публикаций. Вопросами уменьшения объемов вскрышных работ занимались известные всему миру ученые: доктора наук А.И.Арсентьев [6], М.Г.Новожилов, В.В.Ржевский [7] и в настоящее время в

Украине занимаются их ученики и последователи доктора наук В.Г.Близнюков [8], М.С.Четверик и др. В результате выполненного анализ научных публикаций, в области регулирования режима горных работ, было установлено, что в процессе определения ширины рабочей площадки при заданной производительности карьера по руде учитывается только длина активного фронта по руде и вскрышным породам на момент оценки. При этом не учитывается влияние на фронт горных работ изменения ширины рабочей площадки. Существующие методы планирования горных работ не учитывают взаимосвязь режима горных работ и производительности карьера по руде [9] исходя из условия обеспечения в карьере норматива готовых к выемке запасов руды в случае изменения производительности. Кроме этого существующие методики определения объемов вскрышных работ, обеспечивающих в карьере нормальные условия для добычи полезного ископаемого [10] не учитывают возможность увеличения производительности карьера по руде за счет вовлечения в разработку нескольких участков рабочей зоны карьера. Поэтому область применения методик ограничена.

Постановка задач. Цель настоящей работы – усовершенствовать методику определения отставания вскрышных работ, которая позволит определять необходимые объемы вскрышных работ при увеличении производительности карьера по руде, как в случае вовлечения в разработку одного, так и нескольких участков рабочей зоны карьера.

Изложение материалов и результаты. Для ликвидации вскрышного отставания нужно выполнить определенный объем вскрышных работ для формирования на всех уступах рабочих площадок, обеспечивающих создание в карьере нормативного готового к выемке запаса горной массы.

При подсчете размера задолженности по вскрышным работам трудно определить момент ее появления. Задолженность карьера может появиться с момента пуска карьера в эксплуатацию. Поэтому трудно определить текущий коэффициент вскрыши, обеспечивающий работу карьера с нормальными рабочими площадками. Принимаем, что в текущий момент времени работа карьера будет сформирована нормальными рабочими площадками.

Увеличение производительности карьера по руде возможно, как за счет, увеличения ее до максимально возможного значения, путем изменения угла откоса рабочего борта карьера, на одном участке рабочей зоны, так и за счет вовлечения в разработку нескольких участков, которые характеризуются различными коэффициентами вскрыши.

В этом случае для работы всего карьера с минимальными текущими коэффициентами вскрыши увеличивать производительность путем изменения угла откоса рабочего борта карьера необходимо, в первую очередь, на участке с минимальными коэффициентами вскрыши (I участок). После того, как производительность первого участка достигнет максимально возможного значения или коэффициенты вскрыши данного участка сравняются с коэффициентами вскрыши другого участка, в работу вовлекается второй участок.

Очевидно, что ширина рабочей площадки и скорость горизонтального продвижения первого и второго участков будут отличаться. Скорость горизонталь-

ного подвигания первого участка будет максимальной (линия 4 рис. 1), а второго участка обеспечивать необходимое его подвигание для достижения заданного значения производительности карьера по руде (линия 5 рис. 1). В этом случае реконструкция борта карьера на втором участке может и не потребоваться.

Однако если определять объемы отставания и текущие коэффициенты вскрыши по базовой методике при увеличении фронта горных работ за счет вовлечения в отработку нескольких участков рабочей зоны расширение рабочих площадок необходимо будет осуществлять на всех участках. Кроме этого скорость горизонтального подвигания на всех участках, вовлекаемых в работу, будет одинакова. Это приведет к значительному увеличению коэффициентов вскрыши.

В случае вовлечения в разработку нескольких участков рабочей зоны, производительности карьера по руде определяться по формуле:

$$A'_p = \sum_{k=1}^K A_{(k)}^{уч}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1)$$

где $A_{(k)}^{уч}$ - производительность по руде k -го участка рабочей зоны карьера, $\text{м}^3/\text{год}$; k - индекс участка рабочей зоны карьера; K - количество участков рабочей зоны карьера одновременно вовлекаемых в разработку, шт.

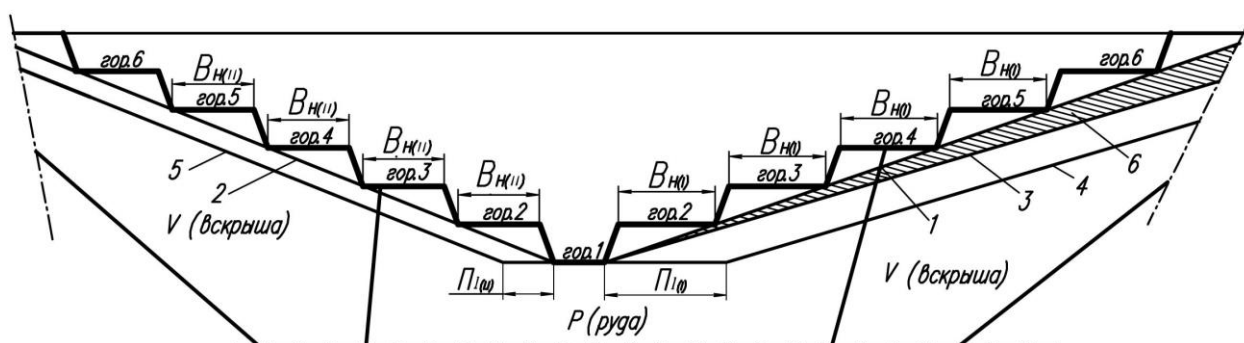


Рис. 1. Схема для определения объемов вскрышных работ при вовлечении в разработку нескольких участков рабочей зоны карьера: 1 – положение рабочего борта карьера на I участке рабочей зоны; 2 – положение рабочего борта карьера на II участке рабочей зоны; 3 – положение рабочего борта карьера на I участке рабочей зоны после расширения рабочих площадок; 4 – положение рабочего борта на I участке рабочей зоны, обеспечивающее выполнение заданной производительности карьера по руде; 5 – положение рабочего борта на II участке рабочей зоны, обеспечивающее выполнение заданной производительности карьера по руде; 6 – объемы выемки руды и вскрышных пород при расширении рабочих площадок

Исследованиями было установлено, что производительность карьера должна определяться с учетом взаимосвязи ширины рабочей площадки и длины активного фронта горных работ, которые обеспечивают в карьере необходимый объем готовых к выемке запасов. Из этого следует, что ширина рабочей пло-

щадки должна определяться исходя из ее взаимосвязи с длиной активного фронта горных работ обеспечивающих в карьере объем готовых к выемке запасов соответствующий заданной производительности с учетом ее увеличения.

Таким образом при увеличении годовой производительности карьера по руде с величины A_p до A'_p нормальная ширина рабочей площадки на каждом горизонте k -го участка рабочей зоны увеличится с величины $B_{H(k)}$ до $B'_{H(k)}$.

В этом случае ширина рабочей площадки $B'_{H(k)}$, а также ее увеличение $\Delta B_{H(k)}$ на различных участках рабочей зоны определяется по нормативам в зависимости от производительности участка $A_{(k)}^{yч}$ и длины фронта на данном участке $L'_{p(k)}$.

Текущий коэффициент вскрыши определяется по формуле:

$$n_t = \frac{A_v}{A_p} = \frac{L_v \cdot h_y \cdot l_v}{L_p \cdot h_y \cdot l_p}, \text{ м}^3/\text{м}^3, \quad (2)$$

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 будет постоянным, а текущий коэффициент вскрыши определится соотношением активных фронтов работ по пустым породам (L_v) и руде (L_p):

$$n_t = \frac{L_v}{L_p}, \text{ м}^3/\text{м}^3. \quad (3)$$

Необходимое подвигание i -го горизонта обеспечивающее расширения рабочих площадок до величины $B'_{H(k)}$ определяется по формуле:

$$\Pi_{(ki)} = (i - 1) \cdot \Delta B_{H(k)} + \sum_{j=2}^i \Pi_{(kj)}^{суу}, \text{ м} \quad (4)$$

где $\Pi_{(kj)}^{суу}$ – горизонтальное подвигание j -го горизонта k -го участка за счет увеличения существующей ширины рабочей площадки до нормативного значения $B_{H(k)}$, м;

$$\Pi_{(kj)}^{суу} = B_{H(k)} - B_{суу}(k), \text{ м}. \quad (5)$$

Горные работы на каждом уступе останавливаются, когда фронт работ подходит к проектным контурам карьера. Поэтому для правильного определения объемов горных работ на каждом i -ом горизонте необходимо, чтобы соблюдалось условие:

$$\Pi_{(ki)} < \Pi_{(ki)}^{\max} \quad (6)$$

где $\Pi_{(ki)}^{\max}$ – максимально возможное подвигание фронта горных работ на i -м горизонте k -го участка, которое ограничивается проектными контурами карьера, м.

Если условие (6) не соблюдается, подвигание фронта горных работ на i -ом горизонте принимается равным:

$$\Pi_{(ki)} = \Pi_{(ki)}^{\max} \quad (7)$$

Кроме этого для правильного определения объемов горных работ на рудных горизонтах необходимо, чтобы соблюдалось условие:

$$\Pi_{(ki)} < \Pi_{p(ki)}^{\max} \quad (8)$$

Если условие соблюдается, значит горизонтальное подвигание фронта горных работ по руде ($\Pi_{p(ki)}$) на i -ом горизонте составит:

$$\Pi_{p(ki)} = \Pi_{(ki)} \quad (9)$$

Если условие (8) не соблюдается значит фронт горных работ i -го горизонта выходит за контуры рудного тела, и подвигание по длине рудного фронта необходимо осуществлять как по полезному ископаемому так и по вскрышным породам. Тогда

$$\Pi_{p(ki)} = \Pi_{p(ki)}^{\max} \quad (10)$$

$$\Pi_{pv(ki)} = \Pi_{(ki)} - \Pi_{p(ki)}^{\max} \quad (11)$$

где $\Pi_{pv(ki)}$ - подвигание фронта горных работ по вскрышным породам на участке рудного фронта на i -ом горизонте k -го участка, м.

Дополнительный объем добычи руды при расширении рабочих площадок на k -ом участке определяется по формуле:

$$\Delta A_{pB(k)} = \sum_{i=2}^I (\Pi_{p(ki)} \cdot L_{p(ki)} \cdot h_{y(ki)}), \text{ м}^3 \quad (12)$$

где $L_{p(ki)}$ – длина активного рудного фронта на i -ом горизонте при ширине рабочей площадки $B_{H(k)}$, м; I – количество рабочих уступов в карьере.

Скорость перемещения рабочего борта карьера в горизонтальном направлении на k -ом участке рабочей зоны, обеспечивающая заданное увеличение производительности будет равна

$$l'_{p(k)} = \frac{A_{(k)}^{yч} - \Delta A_{pB(k)}}{L'_{p(k)} \cdot h_{y(k)}}, \text{ м/ГОД.} \quad (13)$$

где $L'_{p(k)}$ – длина активного рудного фронта в карьере при ширине рабочей площадки $B'_{H(k)}$, м.

Дополнительный объем вскрышных работ ($\Delta A_{vB(k)}$) при расширении рабочих площадок до $B'_{H(k)}$ определяется по выражению:

$$\Delta A_{vB(k)} = \sum_{i=2}^I (\Pi_{(ki)} \cdot L_{v(ki)} \cdot h_{y(ki)}) + \sum_{i=2}^I (\Pi_{vp(ki)} \cdot L_{p(ki)} \cdot h_{y(ki)}), \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (14)$$

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 ($l'_{p(k)}$) должна быть равна скорости горизонтального подвигания вскрышных уступов ($l'_{v(k)}$). Из этого следует, что после реконструкции борта карьера для обеспечения заданной производительности по руде A'_p фронт горных работ i -го горизонта k -го участка за год должен быть подвинут на величину $\Pi_{l(ki)}$, которая определяется скоростью горизонтального подвигания:

$$\Pi_{l(ki)} = 1 \cdot l'_{v(k)}, \text{ м} \quad (15)$$

При этом должно соблюдаться условие: суммарное годовое подвигание фронта горных работ i -го горизонта должно быть меньше либо равно максимально возможному подвиганию фронта горных работ на этом горизонте

$$\Pi_{(ki)} + \Pi_{l(ki)} \leq \Pi_{(ki)}^{\max} \quad (16)$$

Если условие (16) не соблюдается, значит на данном горизонте горные работы выходят на проектные контуры карьера, а необходимое подвигание фронта горных работ обеспечивающее заданную производительность карьера после расширения рабочих площадок на i -ом горизонте ($\Pi_{l(ki)}$) определяется исходя из условия (6).

Если условие (6) соблюдается, то $\Pi_{l(ki)}$ определится по формуле:

$$\Pi_{l(ki)} = \Pi_{(ki)}^{\max} - \Pi_{(ki)}, \text{ м} \quad (17)$$

Если условие (6) не соблюдается, то $\Pi_{l(ki)}$ принимаем равным 0

$$\Pi_{l(ki)} = 0 \quad (18)$$

Суммарный объем вскрышных работ, который необходимо удалить из карьера для обеспечения заданной производительности карьера по руде A'_p в зависимости от сложившегося состояния горных работ в карьере и принятой технологии разработки определяется по формуле:

$$\Delta A_{v(k)} = \Delta A_{vB(k)} + A_{vl(k)} = \sum_{i=2}^I (\Pi_{(ki)} \cdot L_{v(ki)} \cdot h_{y(ki)}) + , \\ + \sum_{i=2}^I (\Pi_{pv(ki)} \cdot L_{p(ki)} \cdot h_{y(ki)}) + L'_{v(ki)} \cdot h_{y(ki)} \cdot \Pi_{l(ki)}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (19)$$

$$A_{vl(k)} = L'_{v(ki)} \cdot h_{y(ki)} \cdot \Pi_{l(ki)} \quad (20)$$

где $A_{vl(k)}$ - объем вскрышных работ при параллельном перемещении борта k -го участка рабочей зоны, $\text{м}^3/\text{год}$; $L'_{v(i)}$ - протяженность фронта вскрышных работ на k -ом участке рабочей зоны при ширине рабочей площадки $B'_{H(k)}$, м.

Тогда увеличение ширины рабочих площадок произойдет с коэффициентом вскрыши:

$$\Delta n = \frac{\sum_{k=1}^K \sum_{i=2}^I (\Pi_{(ki)} \cdot L_{v(ki)} \cdot h_{y(ki)}) + \sum_{k=1}^K \sum_{i=2}^I (\Pi_{pv(ik)} \cdot L_{p(ik)} \cdot h_{y(ik)})}{\sum_{k=1}^K \sum_{i=2}^I (\Pi_{p(ki)} \cdot L_{p(ki)} \cdot h_{y(ki)})}, \text{ м}^3/\text{м}^3, \quad (21)$$

а текущий коэффициент вскрыши, учитывающий объемы руды и вскрышных пород извлекаемые при расширении рабочих площадок станет равным:

$$n_t = \frac{\sum_{k=1}^K \sum_{i=2}^I (\Pi_{(ki)} \cdot L_{v(ki)} \cdot h_{y(ki)}) + \sum_{k=1}^K \sum_{i=2}^I (\Pi_{pv(ki)} \cdot L_{p(ki)} \cdot h_{y(ki)})}{A'_p} + \frac{\sum_{k=1}^K L'_{v(ki)} \cdot h_{y(ki)} \cdot \Pi_{1(ki)}}{A'_p}, \text{ м}^3/\text{м}^3, \quad (22)$$

Объем задолженности по вскрыше составит:

$$Q_3 = \sum_{k=1}^K \Delta A_{vB(k)} - \frac{L'_{v(k)}}{L'_{p(k)}} \Delta A_{pB(k)}, \text{ м}^3, \quad (23)$$

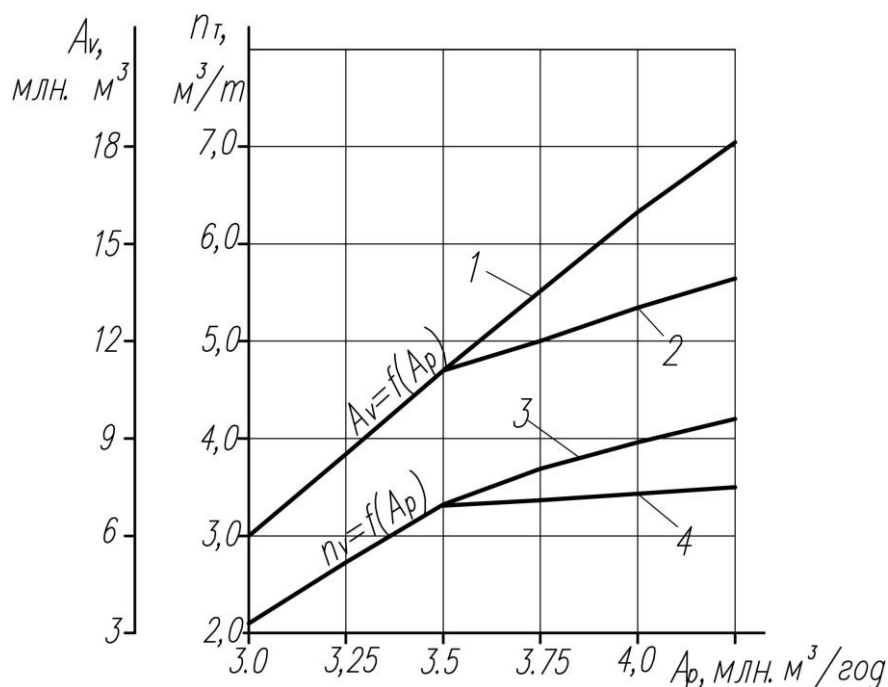


Рис. 2. Зависимость текущих коэффициентов вскрыши и объемов вскрышных пород от производительности карьера по руде: 1, 3 – по существующей методике; 2, 4 – по усовершенствованной методике.

На рис. 2 приведены результаты сравнения усовершенствованной методики с базовой. Из рисунка видно, что в случае, когда увеличение производитель-

ности карьера по руде происходит только за счет изменения угла откоса рабочего борта карьера на одном участке рабочей зоны ($A_p = 3; 3,25; 3,5$), результаты расчетов по базовой и усовершенствованной методике полностью совпадают. В том случае если рост производительности карьера происходит еще и за счет вовлечения в разработку нескольких участков рабочей зоны результаты расчетов по базовой методике дают ошибку (рис. 2 $A_p = 3,75; 4; 4,25$). Данная ошибка составляет от 11 до 24%.

Выводы. В результате выполненных исследований была усовершенствована методика определения объемов вскрышных работ, обеспечивающих в карьере нормальные условия добычи полезного ископаемого при изменении его производительности. Применение методики возможно, как в случае вовлечения в разработку одного, так и нескольких участков рабочей зоны карьера. Кроме этого, при увеличении производительности карьера по руде, за счет вовлечения в разработку нескольких участков рабочего борта карьера характеризующимися различными коэффициентами вскрыши, усовершенствованная методика учитывает, что скорость горизонтального подвигания, а также ширина рабочей площадки, должны определяться отдельно для каждого участка в зависимости от его производительности.

Перечень ссылок

1. (2007). Норми технологичного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. Міністерство промислової політики України, Київ.
2. Ракишев Б.Р. (2013). Проектирование карьеров. Алматы: КазНТУ.
3. Луценко С.А. (2017). Разработка метода определения максимальной, по горным возможностям, производительности карьера по руде. Геотехническая механика, №130. (pp. 168-175). Днепропетровск.
4. Луценко С. А. (2017). Исследование режима горных работ, обеспечивающего достижение максимально возможной производительности карьера по руде. Вісник НТУУ "КПІ", вып. 34 (pp. 34-40). Київ.
5. Ковальчук В.А. (1999). Исследование взаимосвязи отставания вскрышных работ и производительности карьера. Разработка рудных месторождений, вып. 67. (pp. 3-7). Кривой Рог.
6. Арсентьев А.И. и Холодняков Г.А. (1994). Проектирование горных работ при открытой разработке месторождений. М.: Недра.
7. Ржевский В.В., Новожилов М.Г. и Юматов Б.П. (1971). Научные основы проектирования карьеров. М.: Недра.
8. Близнюков В.Г., Савицкий А.В. и Близнюкова О.Ю. (2013). Планирование режима вскрышных работ с учетом производительности карьера по полезному ископаемому. Горный журнал, №5 (pp. 4-8).
9. Близнюков В.Г. и Луценко С. А. (2017). Improvement of technical criteria for comparative evaluation of mining operation options of iron ore open pits. Науковий вісник НГУ, №1 (pp. 44-49). Д.:ДВНЗ «НГУ».
10. Вилкул Ю.Г., Луценко С.А. и Близнюкова О.Ю. (2013). О проблеме отставания вскрышных работ в железорудных карьерах. Металлургическая и горнорудная промышленность, №3. (pp. 92-96). Днепропетровск.

АНОТАЦІЯ

Мета. Зниження поточних коефіцієнтів розкриття можливо досягти за рахунок зменшення ширини робочого майданчика до мінімальної величини. Нормальні умови для видобутку ко-

рисних копалин вимагають формування робочої зони кар'єру робочими майданчиками, що включають нормативні запаси скельної гірничої маси, які готові до виймання. Збільшення продуктивності кар'єру за рудою призводить до збільшення ширини робочих площадок. При цьому обсяги розкривних порід зростають, як за рахунок короткострокового збільшення швидкості горизонтального просування кожного вище розташованого горизонту, так і за рахунок зміни режиму гірничих робіт. Метою даної роботи є удосконалення методики визначення відставання розкривних робіт, яка дозволить визначати необхідні обсяги розкривних робіт при збільшенні продуктивності кар'єру за рудою, як в разі залучення в розробку одного, так і декількох ділянок робочої зони кар'єру.

Методика. При визначенні відставання розкривних робіт необхідно враховувати взаємозв'язок ширини робочого майданчика і довжини активного фронту гірничих робіт, які забезпечують в кар'єрі необхідний обсяг готових до виймання запасів. Виведені формули для визначення поточних коефіцієнтів розкриття при розширенні робочих майданчиків, а також обсягів заборгованості за розкриттям.

Результати. Розроблено методику визначення обсягів розкривних робіт, які забезпечують в кар'єрі нормальні умови видобутку корисних копалин при зміні продуктивності. Застосування методики можливо, як у випадку залучення в розробку одного, так і декількох ділянок робочої зони кар'єру.

Наукова новизна. Встановлено, що при збільшенні продуктивності кар'єру за рудою, за рахунок залучення в розробку кількох ділянок робочого борта кар'єру, які характеризуються різними коефіцієнтами розкриття, швидкість горизонтального просування, а також ширина робочого майданчика, повинні визначатися окремо для кожної ділянки в залежності від його продуктивності.

Практична значимість. Результати виконаних досліджень можуть бути використані проектними організаціями і гірничодобувними підприємствами при визначенні об'ємів виймання розкривних порід.

Ключові слова: залізородні кар'єри, розкривні роботи, коефіцієнт розкриття, ширина робочого майданчика, відставання розкривних робіт.

ABSTRACT

Purpose. Reducing current overburden ratios can be achieved by reducing the width of the working platform to its minimum value. Normal conditions for the minerals extraction require the formation of a working area of the open pit by workstations, which include regulatory reserves of rock mass, ready to be mined. Increasing the ore productivity of the open pit leads to an increase the width of the working platforms. At the same time, the volumes of overburden increase, both due to the short-term increase in the speed of horizontal movement of each overlying horizon, and due to a change in the mining regime. The purpose of this work is to improve the method for determining the backlog of overburden works, which will allow to determine the necessary volumes of overburden work with both increasing the ore productivity of the open pit, and in the case of involving one or several sections of the working area of the open pit.

Methodology. When determining the backlog of overburden work, it is necessary to take into account the relationship between the width of the working platform and the length of the active front of mining works, which ensure the required volume of blocked out reserves in the open pit. Formulas were derived for determining current overburden ratios while the expansion of work sites, and the amount of indebtedness on overburden.

Results. The methodology has been developed for determining the amount of overburden work, that would ensure normal mining conditions in the open pit while the shifts in its productivity. The application of the methodology is possible, both in the case of involvement in the development of one and several sections of the working area of the open pit.

Scientific novelty. It has been established, that with the increase ore productivity of the open pit, by involving several sections of the working side of the open pit with different overburden coal ratio, the horizontal movement speed, as well as the width of the working platform, should be determined separately for each sector, depending on its productivity.

Practical significance. The results of the performed studies can be used by design organizations and mining plants in determining the volumes of excavation of overburden.

Keywords: *iron ore open pits, overburden works, overburden factor, working site width, lag of overburden works.*

УДК 622.014.2

© С.А. Зубко, М.В. Петлёванный

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ РУДНОЙ ЗАЛЕЖИ В НЕУСТОЙЧИВЫХ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОДАХ

© S. Zubko, M. Petlovanyi

ECONOMIC FEASIBILITY OF ORE DEPOSIT MINING METHOD PARAMETERS OPTIMIZATION IN UNSTABLE ADJACENT STRATA

Цель. Обоснование экономической целесообразности отработки камер с различными параметрами в неустойчивых вмещающих породах на основе сравнительного анализа ряда показателей, изучения их динамики, а также статистической зависимости.

Методика исследований. Для достижения поставленной цели в работе выполнен сравнительный анализ технико-экономических показателей вариантов камерных систем разработки с учетом затратной (участковая себестоимость) и доходной (надбавка к цене за качество, доход от реализации продукции, прибыль) составляющих. Обработка данных производилась с использованием методов математической статистики, экономико-математического моделирования и метода наименьших квадратов.

Результаты исследований. Разработана логическая схема формирования экономического эффекта при управлении геометрическими параметрами очистного пространства. Выполнен прогноз объемов добычи руды, а также расхода взрывчатых веществ (ВВ) при различных технологиях ее выпуска – с использованием виброполков и погрузочно-доставочных машин (ПДМ). В первом случае объемы добычи во времени существенно не изменяются, появляются объемы пород, требующие вторичного дробления, при этом расход ВВ устойчиво увели-