

4. Временные правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на месторождениях руд редких металлов. – Л.: ВНИМИ, 1981. – 65 с.

5. Методические указания по определению параметров процесса сдвижения горных пород, охране сооружений и горных выработок на месторождениях цветных металлов. – Л.: ВНИМИ, 1974. – 65 с.

6. Указания по определению параметров процесса сдвижения, построению зон опасных сдвижений предохранительных целиков на месторождениях руд редких металлов с изученным процессом сдвижения. – Л.: ВНИМИ, 1986. – 51 с.

7. Закладочные работы в шахтах: Справочник / Под редакцией Д.М. Бронникова, М. Н. Цыгалога. – М.: Недра, 1989. – 400 с.

Рукопись поступила 13.12.2016

УДК 622.271.33-027.235

*С.А. Луценко, канд.техн.наук, доцент  
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРА ПО РУДЕ**

*Описан метод определения ширины рабочей площадки и длины активного фронта горных работ, которые удовлетворяют требованиям нормируемых запасов, для различных вариантов производительности карьера по руде. Установлено, что для заданной производительности карьера по руде при определении параметров системы разработки необходимо учитывать размер активной части рабочей зоны карьера, а также влияние концентрации горных работ на себестоимость товарной продукции.*

*Ключевые слова: ширина рабочей площадки, длина фронта горных работ, производительность карьера, готовые к выемке запасы, параметры системы разработки.*

*Описано метод визначення ширини робочої площадки й довжини активного фронту гірничих робіт, які задовольняють вимогам нормованих запасів, для різних варіантів продуктивності кар'єру за рудою. Встановлено, що для заданої продуктивності кар'єру за рудою при визначенні параметрів системи розробки необхідно враховувати розмір активної частини робочої зони кар'єру, а також вплив концентрації гірничих робіт на собівартість товарної продукції.*

*Ключові слова: ширина робочого майданчика, довжина фронту гірських робіт, продуктивність кар'єру, готові до виїмки запаси, параметри системи розробки.*

*A method for determining working site width and operating mining front length meeting requirements of regulated reserves for various options of ore open-pit output has been described. It has been established that it is necessary to take into account the size of operating part of working zone in the open-pit as well as the influence of mining activities concentration on saleable output cost for specified productivity of an ore open-pit when determining mining system parameters.*

*Keywords: working site width, mining front length, open-pit output, ready to excavation reserves, mining system parameters.*

### **Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.**

Возможность реализации календарного плана, составленного при исследовании режима горных работ, определяют в процессе проектирования системы разработки. Поддержание размеров действующей части рабочей зоны глубоких карьеров, необходимой для получения запланированного объема добычи полезного ископаемого и безопасной реализации принятого календарного графика разработки, можно достичь за счет изменения ширины рабочих площадок и протяженности активного фронта работ. По найденным элементам системы разработки конкретизируют направление развития работ, установленное при исследовании режима горных работ, и принимают окончательное решение о характере развития рабочей зоны карьера

Переход на экономические механизмы, основанные на изменяющемся спросе на сырье, изменение затрат на разработку и цен на полезные ископаемые требуют согласования режима горных работ, а также параметров и конструкции рабочей зоны глубоких карьеров с финансово-экономическими показателями проектируемого предприятия, которые зависят от возможностей реализации товарной продукции.

Ширина рабочей площадки является основной исходной информацией при проектировании развития горных работ. Она определяет объемы вскрышных работ и выход различных видов полезных ископаемых, надежную и безопасную работу горнотранспортного оборудования, возможности усреднения качества руд и другие показатели разработки.

С целью уменьшения текущих объемов вскрышных работ стремятся ширину рабочей площадки принимать минимальной. Нормы технологического проектирования [1] ограничивают уменьшение ширины рабочей площадки условием безопасной работы горнотранспортного оборудования. Кроме того, для надежной работы карьера необходим запас руды, готовой к выемке. В свою очередь, увеличение ширины рабочей площадки приводит к сокращению длины активного фронта горных работ. Однако, протяженность фронта работ должна быть достаточна для обеспечения установленной мощности карьера, а его конструкция должна создавать наилучшие условия для использования горного и транспортного оборудования.

Рациональна такая наименьшая протяженность фронта, при которой в конкретных условиях полностью обеспечивается плановая производственная мощность карьера и соблюдается принятая технология работ.

Чрезмерное уменьшение или увеличение фронта против необходимой величины способно ухудшить технико-экономические результаты разработки [2]. Так при большой длине фронта увеличиваются затраты на транспортирование. Однако, появляется возможность выдерживания нормируемых запасов, при меньшей ширине рабочей площадки, которая определяет объемы вскрышных работ.

Уменьшением длины фронта горных работ, за счет концентрации их на отдельных участках карьера, достигается снижение себестоимости добычи полезного ископаемого [3] (уменьшается дальность транспортирования, увеличивается производительность экскаваторов). При этом для обеспечения норматива готовых к выемке запасов руды ширину рабочей площадки, на этих участках, необходимо увеличить, что повлечет за собой увеличение коэффициентов вскрыши.

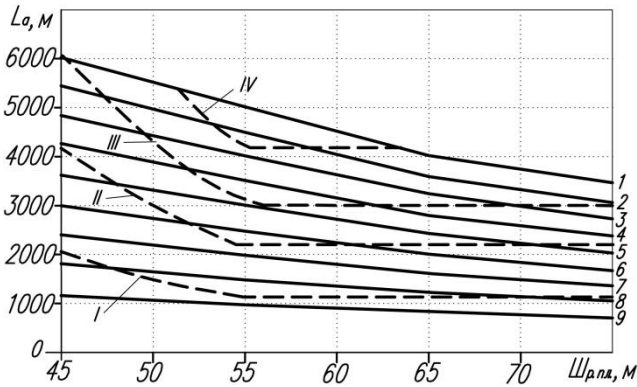
Анализ научных публикаций показал, что в процессе определения ширины рабочей площадки при заданной производительности карьера по руде учитывается только длина активного фронта по руде и вскрышным породам на момент оценки. При этом не учитывается влияние на нее изменения ширины рабочей площадки, которое заключается в том, что при увеличении ширины рабочей площадки длина фронта уменьшается.

Поэтому для достижения наибольшего экономического эффекта от разработки месторождения моделирование развития горных работ необходимо осуществлять с такими значениями ширины рабочей площадки и длины фронта горных работ, которые удовлетворяют требованиям нормируемых запасов для заданной производительности карьера по руде и при этом позволяют обеспечить максимальную степень концентрации горных работ в карьере.

**Постановка задач.** Цель настоящей работы – разработать метод определения оптимальных значений ширины рабочей площадки и длины активного фронта горных работ удовлетворяющих требованиям нормируемых запасов, для различных вариантов производительности карьера по руде.

**Изложение материалов и результаты.** Для выполнения исследований был рассмотрен пример условного карьера разрабатывающего месторождение, которое подобно, по условиям залегания и технологии открытой разработки, мощным месторождениям бедных железистых кварцитов, обрабатываемым карьерами Кривбасса. Для рассматриваемого карьера был выполнен горно-геометрический анализ и установлено

изменение длины активного фронта горных работ в зависимости от ширины рабочей площадки при уменьшении активной площади рабочей зоны карьера (линии 1-9 на рис. 1). Под активной площадью рабочей зоны понимается часть рабочей зоны карьера (участка карьера), которая вовлекается в разработку в течение планируемого периода [4].



**Рис. 1. Определение параметров системы разработки, обеспечивающих заданную производительность по руде:**

1 – при уменьшении активной площади рабочей зоны на 0%; 2- 10%, 3- 20%, 4 – 30%, 5 – 40%, 6 – 50%, 7 – 60%, 8 – 70%, 9 – 80%; I – линия уровня производительности 2,5 млн. м<sup>3</sup>; II - 5 млн. м<sup>3</sup>; III - 7,5 млн. м<sup>3</sup>; IV - 10 млн. м<sup>3</sup>

Кроме этого на рис. 1 изображены линии уровня производительности карьера по руде (I-IV), которые определяются исходя из нормативов готовых к выемке запасов, а также исходя из максимального количества добычных экскаваторов. Линии уровня представляют собой линии, в каждой точке которых определенное значение производительности сохраняет одинаковое значение. Производительность карьера по руде изменяется от 2,5 млн. м<sup>3</sup> до 10 млн. м<sup>3</sup> с шагом 2,5 млн. м<sup>3</sup>

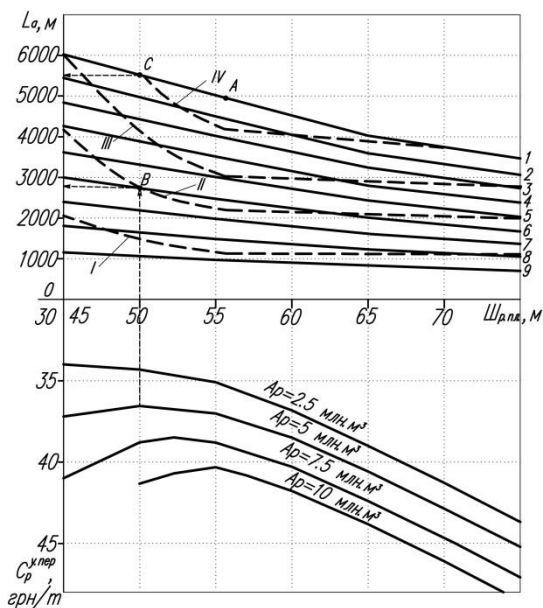
Из рис. 1 видно, что для производительности по руде 10 млн. м<sup>3</sup> при увеличении ширины рабочей площадки, от минимального значения до 56 м производительность карьера будет определяться из условия обеспечения нормативного запаса руды готового к выемке. При увеличении ширины рабочей площадки свыше 56м, производительность карьера определяется из условия расстановки максимального количества добычных экскаваторов.

Линия 1 на рис. 1 ограничивает область возможных значений длины активного фронта горных работ и ширины рабочей площадки,

удовлетворяющих требованиям нормируемых запасов для различных вариантов производительности по руде проектируемого карьера.

Анализ рис. 1 показывает, что одно и то же значение производительности карьера по руде можно достичь при различных значениях ширины рабочей площадки и длины активного фронта горных работ за счет увеличения степени концентрации горных работ. При этом с увеличением степени концентрации горных работ имеет место проявление и взаимодействие двух факторов, которые противоположным образом влияют на себестоимость товарной продукции: увеличение коэффициента вскрыши (таблица) и уменьшение расстояния транспортирования горной массы [5]. Поэтому при определении оптимальных значений ширины рабочей площадки и длины активного фронта горных работ удовлетворяющих требованиям нормируемых запасов, необходимо учесть влияние концентрации горных работ на себестоимость товарной продукции.

Для этих целей отстроим график зависимости удельных условно-переменных затрат на добычу руды и длины фронта горных работ от ширины рабочей площадки при различных значениях производительности карьера по руде при глубине карьера 210 м (рис. 2).



**Рис. 2. Зависимость удельных условно-переменных затрат на добычу руды и длины фронта горных работ от ширины рабочей площадки при различных значениях производительности карьера по руде**

Значения исходных данных для расчетов принимаем исходя из экономических показателей деятельности ряда карьеров Кривбасса. Так себестоимость производства буровзрывных работ составила 7,95 грн./м<sup>3</sup> скальной горной массы. Затраты на экскавацию 1 м<sup>3</sup> горной массы принимаем 11,07 грн. Стоимость 1 т·км горной массы при применении автомобильного транспорта составляет 4,15 грн. Исходные данные для построения занесены в таблицу.

Исходные показатели для определения оптимальных значений ширины рабочей площадки и длины активного фронта горных работ

Ширина рабочей площадки, м	Коэффициент вскрыши, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	Производительность карьера по руде, млн. т/год			
		2,5	5	7,5	10
		Дальность транспортирования, км			
45	0,59	1,56	1,83	2,05	-
55	0,66	1,57	1,76	1,95	2,02
65	0,72	1,57	1,72	1,86	1,97
75	0,8	1,6	1,71	1,82	1,93

Положение кривых, которые характеризуют удельные условно-переменные затраты на добычу руды свидетельствует о наличии оптимальных значений ширины рабочей площадки и длины активного фронта горных работ при различных вариантах производительности карьера по руде. Параметры системы разработки отвечающие минимуму удельных условно-переменных затрат на добычу руды считаются оптимальными для проектируемого карьера.

Из рис. 2 видно, что для достижения производительности карьера по руде 5 млн.м<sup>3</sup>/год оптимальное значение ширины рабочей площадки составит 50 м (т. В), а длина активного фронта горных работ - 2800 м. С учетом того, что при ширине рабочей площадки 50 м максимальная возможная длина фронта горных работ составляет 5600 м (точка С), то в рабочей зоне карьера целесообразно выделить два участка концентрации горных работ, которые смогут обеспечить необходимый уровень производительности по руде. При этом активная площадь рабочей зоны будет составлять не менее 50% от общей площади рабочей зоны.

**Выводы.** В результате исследований было установлено, что в случае концентрации горных работ на отдельных участках рабочей зоны карьера для заданной производительности при определении ширины рабочей площадки и длины активного фронта горных работ необходимо учитывать как

обеспечение нормативов готовых к выемке запасов при сокращении длины вовлекаемых в обработку уступов, так и уменьшение максимально возможной длины активного фронта горных работ на этих участках за счет увеличения ширины рабочей площадки.

Разработан метод определения оптимальных значений ширины рабочей площадки и длины активного фронта горных работ удовлетворяющих требованиям нормируемых запасов, для различных вариантов производительности карьера по руде.

*Список использованных источников*

1. Норми технологичного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. – Міністерство промислової політики України, м. Київ, 2007. – 279 с.
2. Трубецкой К.Н. Проектирование карьеров / К.Н.Трубецкой, Г.Л.Краснянский, В.В.Хронин. – М.:Высшая школа, 2009. – 694с.
3. Близнюков В.Г. Влияние концентрации горных работ на технико-экономические показатели разработки / В.Г. Близнюков, В.А.Ковальчук // Известия высших учебных заведений. Горный журнал, №8. 1992. – С.76-79.
4. Гавришев С.Е. Интенсивность формирования рабочей зоны глубоких карьеров / С.Е.Гавришев, К.В. Бурмистров, А.А. Колонюк. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. тех. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – 189 с.
5. Близнюков В.Г. Концентрация горных работ в карьере / В.Г. Близнюков, В.А.Ковальчук // Разработка рудных месторождений. – Киев: Техника, 1990. – Вып. 49. – С. 31-34.

Рукопис поступила 08.04.2016 г.

УДК 622.271.33.012.3:550.83.00015

*Є.К.Бабець, к.т.н.,с.н.с, професор, член-кореспондент АГНУ, директор,  
Є.П.Чистяков, к.т.н., завідувач відділу*

## **ПРИРОДООХОРОННІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ РУДНИХ КОПАЛЕНЬ УКРАЇНИ**

*Сучасна підземна розробка корисних копалин на території України виконується майже без виключення системами з обваленням порід, які над ними налягають. В результаті цього над виробленим простором по перше виникають без зовнішніх прикмет небезпечні зони вивр. Після них послідовно в часі формуються зони тріщин, терас та плавних зсувів. Внаслідок цього з користування вилучаються землі, які в них потрапляють.*

*Ключові слова: технологія, безпека, порожнеча, охорона, вирва, тріщина, закладка.*