

## **ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ И ПУТИ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ**

Розглянуто сучасний стан на кар'єрах України, існуючі методи визначення виробничої потужності. Наведено шляхи підтримання та підвищення необхідної виробничої потужності.

## **PRODUCTIVE CAPACITY DEEPS OF QUARRY AND WAY OF ITS INCREASE**

The modern condition on quarris of Ukraine, existing methods of definition of capacity are considered. The ways of maintenance on same level and increase of necessary capacity are given.

В период спада экономики Украины и производства сырья в горнорудном комплексе для того, чтобы поддерживать себестоимость добычи руды на низком уровне, не выполняли вскрышные работы. А в связи с тем, что ухудшились условия, то комплексы, которые должны были работать по вскрыше, использовали для добычи руды. Возникшая ситуация привела к тому, что уменьшились вскрытые запасы, а невыполненные объемы вскрыши относительно проектных, приводят к снижению производственной мощности карьеров. В то же время обоснование зависимости производственной мощности карьеров по руде от производительности комплексов по выемке пород вскрыши отсутствуют. В этой связи актуальным является определение производственной мощности глубоких карьеров при разработке крутопадающих залежей, достижимой по горнотехническим условиям.

Горнорудные предприятия, которые входят в состав металлургического комплекса, используют свои производственные мощности на 50%, не экспортируют продукцию. Для удовлетворения потребности некоторые металлургические заводы вынуждены импортировать железорудную продукцию или изыскивать собственную минерально-сырьевую базу.

Дефицит в железорудном сырье связан также с тем, что ряд стран стремится экологически опасное производство, каким является и горнорудное, не развивать на собственной территории.

Возрастающая потребность в железорудной продукции приводит к необходимости применения перспективных и совершенствованию существующих технологий добычи руды и выемки вскрышных пород.

Сегодня добыча железорудного сырья на Украине с помощью открытого способа сосредоточена на следующих горно-обогатительных комбинатах: Северном, Центральном, Южном, Ингулецком, ОАО «Миттал Стил Кривой Рог», находящиеся в Криворожском бассейне.

В настоящее время в связи с интенсивным понижением горных работ глубина карьеров достигает 300-350 м и такую же высоту во многих случаях составляет рабочая зона. Одновременно в рассредоточенной рабочей зоне карьера применяют несколько технологий: цикличную, циклично-поточную и по-

точную, которые включают такие виды транспорта как автомобильный, железнодорожный, автомобильно-железнодорожный, автомобильно-конвейерный, а также внешнее и внутреннее отвалообразование. Этот комплекс технологий и видов транспорта представляет сложную геотехнологическую систему. При этом для каждой из технологий, которые составляют систему, необходимы рациональные схемы вскрытия горизонтов с соответствующими параметрами. Поэтому возникла потребность в определении производственной мощности, достижимой по горнотехническим возможностям и обосновании путей ее повышения.

Наиболее полно исследована производственная мощность карьеров, достижимая по горнотехническим возможностям, а также дана методика ее определения в работах Арсентьева А.И. [2, 3], здесь же приведена методика и определение границ карьеров. В его работе [3] также как и в работе [4] впервые показано, что если подготовка разрезной траншеи на нижнем горизонте не будет достаточной длины, то производственная мощность карьера по полезному ископаемому не будет достигнута.

Используют два метода определения производительности  $Q$  карьера по полезному ископаемому – по возможной интенсивности понижения горных работ (скорости подготовки нижних горизонтов) и по возможному числу добычных экскаваторных забоев.

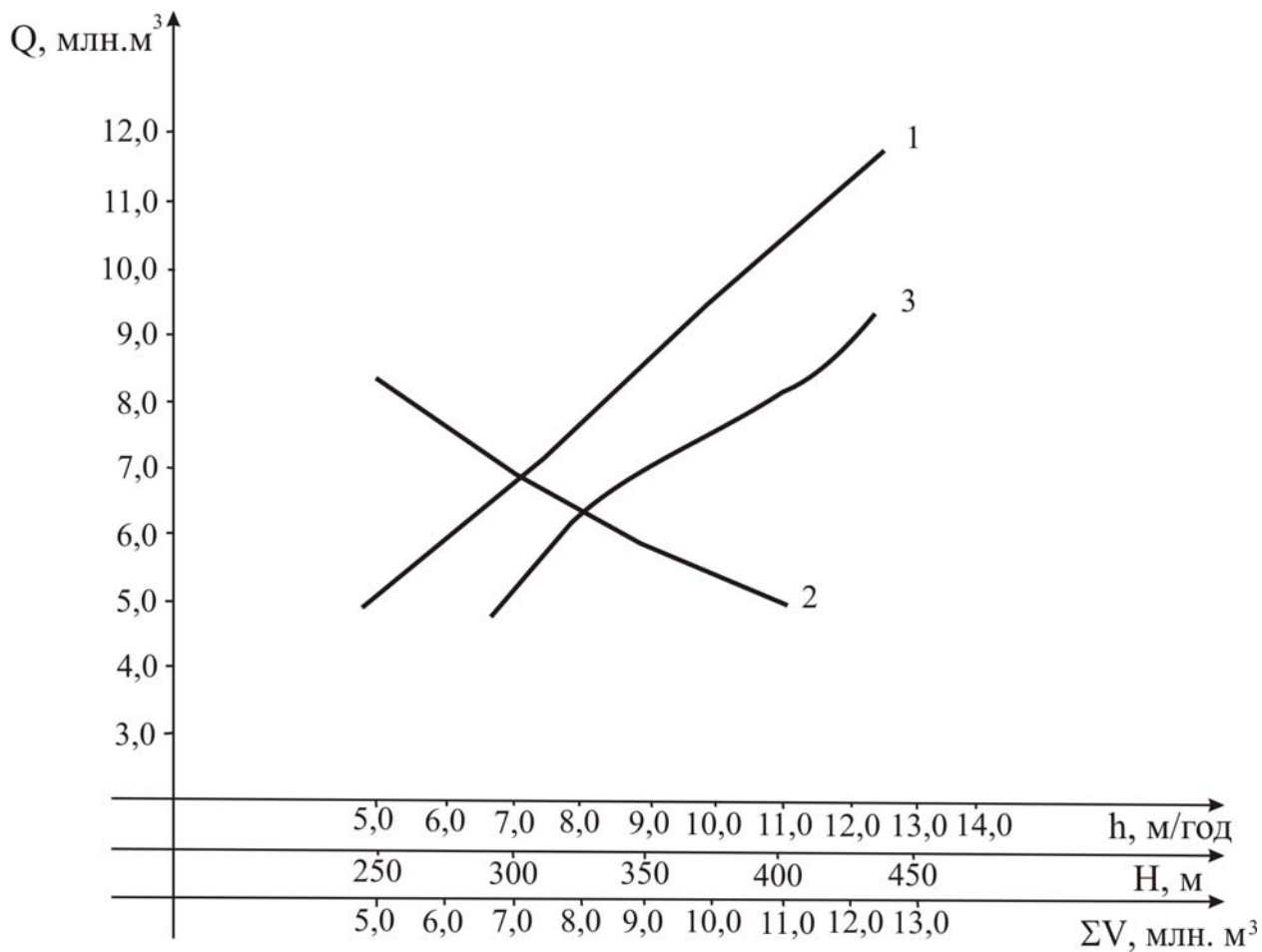
Производственную мощность глубоких карьеров, достижимую по горнотехническим возможностям, исходя из выемки пород вскрыши устанавливали путем выбора определенного режима горных работ. Под режимом горных работ, основы которого заложены в трудах академика В.В.Ржевского, понималось выбор такого направления развития горных работ, параметров систем разработки и схем вскрытия, при которых при заданной производственной мощности карьера по полезному ископаемому выполнялись бы запланированные определенные годовые объемы пород вскрыши на длительный период. Для этого разрабатывались специальные методы горногеометрического анализа карьеров.

В работе [8] Новожилова М.Г., Тартаковского Б.Н., Четверика М.С. впервые показано, что необходимость интенсивного перемещения добычных работ для достижения заданной производственной мощности карьера может не обеспечиваться производительностью комплекса по выемке пород вскрыши. Приведены способы регулирования режима горных работ.

Производственная мощность глубокого карьера, достижимая по горнотехническим условиям, определяется исходя из скорости понижения горных работ, которая может быть выполнена в соответствии с производительностью применяемого технологического комплекса по выемке пород вскрыши. Возможная скорость понижения горных работ зависит от производительности технологического комплекса по выемке пород вскрыши и уменьшается гиперболически с изменением глубины карьера в соответствии с увеличением высоты рабочей зоны как монотонно возрастающей функции [10-13]:

$$Q_B = \frac{\sum V_i}{\left(H + \sum_{i=1}^{T-1} h_i\right) \cdot L_{CP.B.} \cdot ctg\beta_{CP.}} \cdot m \cdot \left(D + 2 \cdot ctg\beta_B \cdot \left(H_K - \sum_{i=1}^{T-1} h_i\right)\right) \cdot \gamma \cdot \frac{1-\beta}{1-\nu}, \text{ м}^3/\text{ГОД.}$$

Проведенные исследования в работах [10-13] свидетельствуют о том, что производственная мощность глубоких карьеров зависит от изменений скорости понижения горных работ, глубины карьера и производительности технологического комплекса по выемке пород вскрыши. Зависимости приведены на рис. 1.



1, 2, 3 – соответственно кривые зависимости от скорости понижения горных работ, от глубины разработки, производительности технологического комплекса по выемке пород вскрыши

Рис. 1 – Зависимость производственной мощности от скорости понижения горных работ, глубины карьера и производительности технологического комплекса по выемке пород вскрыши

Применяется способ открытой разработки крутопадающих месторождений, при котором для добычи полезного ископаемого применяют автомобильно-конвейерный транспорт (циклично-поточную технологию ведения горных работ), а для выдачи пород вскрыши – автомобильно-железнодорожный транспорт, который широко применяется на глубоких карьерах, например,

Кривбасса.

На рис. 2 представлен применяемый способ разработки крутопадающих месторождений. От рабочей зоны по залежи 1 полезное ископаемое доставляют автомобильным транспортом до перегрузочного пункта 2, оборудованного дробилкой. Затем конвейерным транспортом 3 доставляют на поверхность. При понижении рабочей зоны по полезному ископаемому в положение 4, а затем в 5 перегрузочный пункт 2 переносят в 6, а затем в 7. При этом удлиняют конвейер 3.

Породы вскрыши транспортируют от рабочих зон по вскрыше соответственно 8, 9, 10 и доставляют автомобильным транспортом до перегрузочного пункта 11 для перегрузки пород вскрыши в железнодорожный транспорт. От перегрузочного пункта 11 вскрышные породы железнодорожным транспортом 12 доставляют на поверхность. Предусматривалось понижать железнодорожный транспорт в положение 13 и переносить перегрузочный из 11 в положение 14.

Для достижения возрастающего графика режима горных работ с минимальными годовыми объемами пород вскрыши формируют временно нерабочий борт 15 путем увеличения угла откоса рабочего борта карьера по вскрыше при его положении 8, 9, 10. Это не позволяет опустить железнодорожный транспорт на нижние горизонты и создать перегрузочный пункт 14.

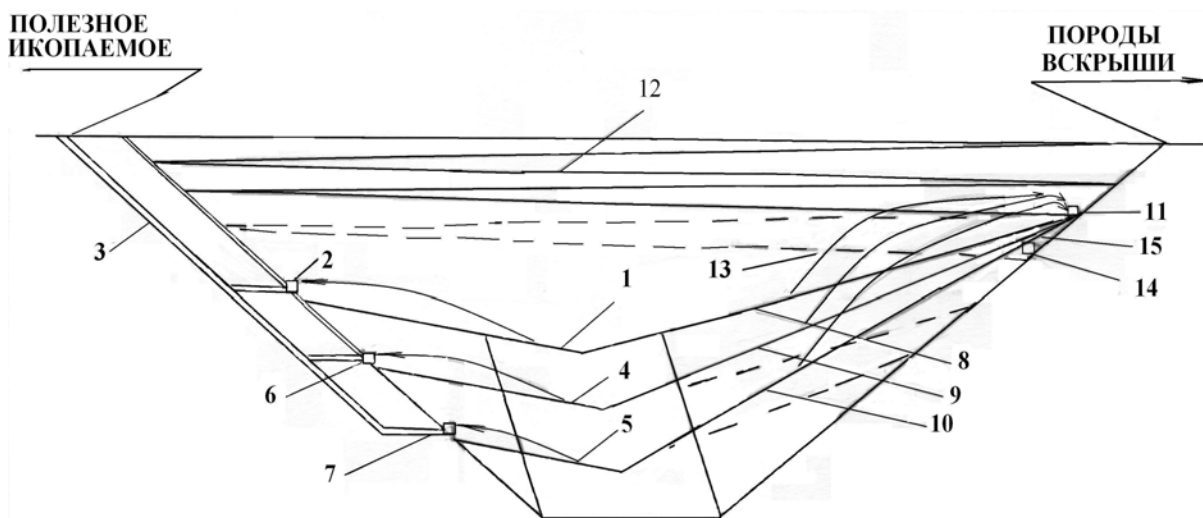


Рис. 2 – Применяемый способ разработки крутопадающих месторождений

Недостатками является следующее:

1. При понижении горных работ увеличиваются расстояния автоперевозок пород вскрыши от рабочей зоны по вскрыше до перегрузочного пункта для перегрузки их в железнодорожный транспорт.

2. Большая протяженность железнодорожных путей в карьере и расстояния транспортирования.

3. Перенос перегрузочного пункта, оборудованного дробилкой с вышележащего на нижележащий горизонт приводит к потере средств, израсходован-

ных на его сооружение.

Учитывая необходимость поддержания и наращивания производственной мощности, исходя из выше приведенного выражения, разработаны следующие направления:

1. Осуществить вскрытие нижних глубоких горизонтов с применением циклично-поточной технологии на карьерах, которые ее применяют, что позволит снизить расстояния автоперевозок полезного ископаемого, а высвободившиеся автосамосвалы применить на вскрыше.

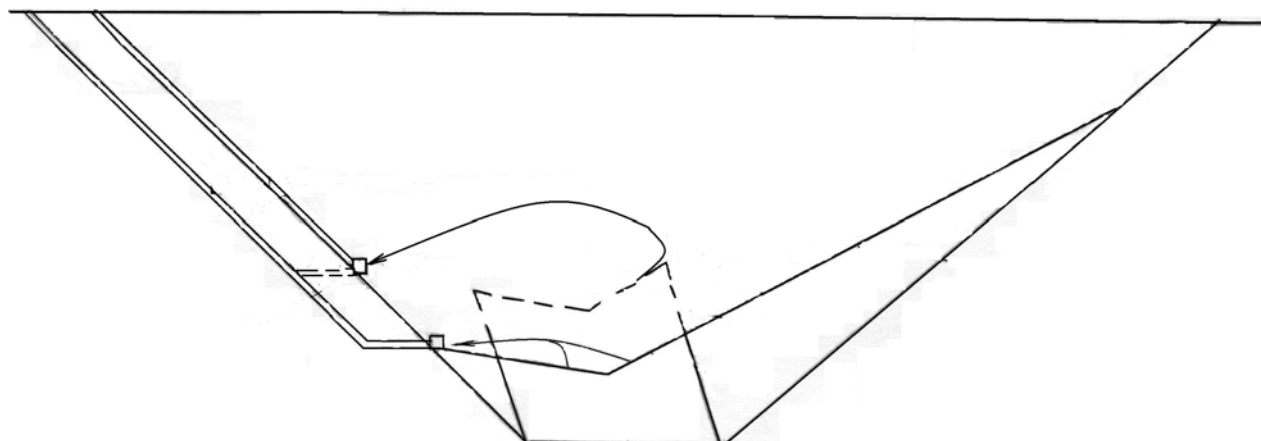


Рис. 3 – Схема вскрытия глубоких горизонтов с применением циклично-поточной технологии

Тогда с учетом транспортной схемы длина транспортирования горной массы составит:

$$L = \frac{K_p}{h_p \cdot i_a} [0,5 \cdot (h_p - H_y)^2 + 0,5H_y^2]$$

2. Опустить на нижние горизонты железнодорожный транспорт на временные борта карьеров. Это широко использовалось на карьерах Урала при добыче асбеста.

Тогда с учетом транспортной схемы длина транспортирования горной массы составит:

$$L = \frac{K_p}{(h_p - h_{жд}) \cdot i_a} [0,5 \cdot (h_p - h_{жд} - H_y)^2 + 0,5H_y^2]$$

3. Перенести перегрузочный пункт ЦПТ и применять его для перегрузки пород вскрыши и транспортировки их конвейером на поверхность.

4. Увеличить уклоны железнодорожных путей до  $i = 0,045-0,050$ .

5. Ввести дополнительные технологические комплексы в виде конвейерных или скиповых подъемников [12, 14].

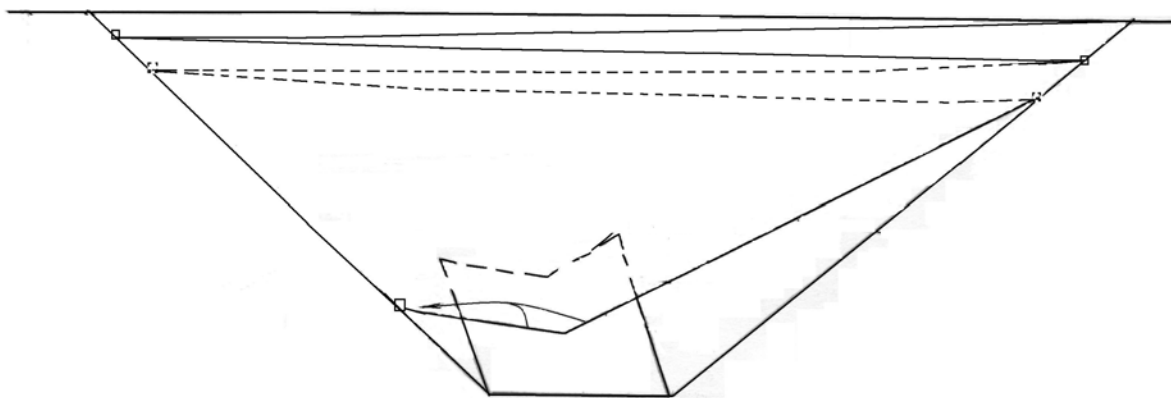


Рис. 4 – Схема вскрытия глубоких горизонтов карьера с применением железнодорожного транспорта

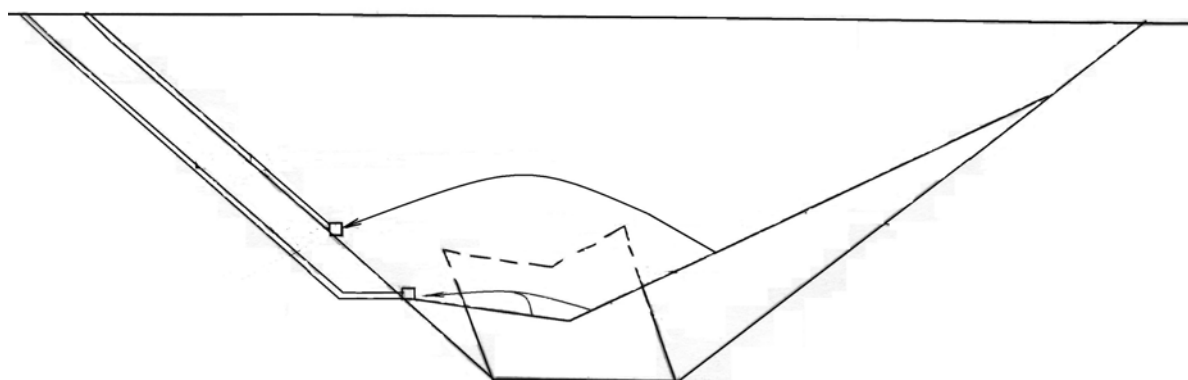


Рис. 5 – Схема вскрытия глубоких горизонтов карьера с применением циклично-поточной технологии для транспортировки пород вскрыши

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Скорость понижения горных работ при постоянной производительности технологического комплекса по выемке пород вскрыши уменьшается гиперболически с изменением глубины карьера в соответствии с увеличением высоты рабочей зоны как монотонно возрастающей функции. Производственная мощность глубокого карьера по руде, достижимая по горнотехническим условиям, уменьшается соответственно скорости понижения горных работ в зависимости от постоянной производительности применяемого технологического комплекса по выемке пород вскрыши

2. Для поддержания производственной мощности карьера по руде необходимо повышать производительность технологического комплекса по выемке пород вскрыши.

3. Для повышения производительности технологического комплекса по выемке пород вскрыши разработаны возможные варианты (без ввода дополнительных комплексов, а на основании имеющегося транспорта, на предприятии) и приведены схемы вскрытия.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андросов А.Д., Акишев А.Н. Современные технологии горных работ при доработке глубоких карьеров // Колыма. Произв.-техн.журн. – 1987. – №12 – С. 15-17.
2. Арсентьев А.И. Вскрытие и системы разработки карьерных полей. – М.:Недра,1981. – 278 с.
3. Арсентьев А.И. Определение производительности и границ карьеров. – 2-е изд., перераб. и доп.-М: Недра, 1970. – 320 с.
4. Арсентьев А.И., Полищук А.К. Развитие методов определения границ карьеров. – Л.: Наука, 1967. – 93 с.
5. Шпанский О.В., Лигоцкий Д.Н., Ишкулова И.А., Арзуманян К.С. Совершенствование методов проектирования производственной мощности карьеров по полезному ископаемому и горной массе // Изв. вузов. Горн. ж. – 2005, – №4, – С. 9-17.
6. Обоснование производственной мощности карьеров, разрабатывающих крутопадающие месторождения с переменным направлением углубки.: Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. Ишкулова И.А. С.-Петербург гос. горн. ин-т (техн. ун-т) Санкт-Петербург, 2006, 21 с.
7. Дриженко А.Ю., Богданов В.М., Мартыненко В.П., Гонцул В.А. Поддержание производственной мощности железорудных карьеров при понижении горных работ // Горный журн. – 1991. – №9. – С.28-32.
8. Новожилов М.Г., Тартаковский Б.Н., Четверик М.С. Горно-геометрический анализ и режим горных работ карьеров. – К.: «Наукова думка», 1971. – 144 с.
9. Арсентьев А.И., Ещенко А.А., Оводенко Б.К. и др. Интенсификация горных работ в карьерах. – М.: Недра, 1965.-277 с.
10. Четверик М.С., Медведева О.А. Методика определения производительности карьера, достижимой по горнотехническим возможностям. // Сб. научн. трудов Национального горного университета.- Днепропетровск, 2002.- № 15 – Т. 1. – С. 94-98.
11. Медведева О.А. Производительность по руде и вскрышным породам горнотранспортных комплексов карьера. / Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов. Днепропетровск. – 2003. – №47. – С. 272-277.
12. Четверик М.С., Медведева О.А. Определение производительности глубоких карьеров по руде, исходя из мощности горнотранспортного вскрышного комплекса. / Научно-техн. збірник.- м.Кривий Ріг, Вип.. №85, 2004, – С. 153-156.
13. Четверик М.С., Медведева О.А. Определение производственной мощности глубоких карьеров, достижимой по горнотехническим возможностям. // Metallургическая и горнорудная промышленность.: Научно-техн. и произв. журнал. – 2006. – №6. – С. 64-67.
14. Медведева О.А. Целесообразность ввода многоканатной скиповой наклонной карьерной подъемной установки на карьере №3 ОАО „ЦГОК” / Геотехническая механика. Межвед. сб. научн. трудов.- г. Днепропетровск. – 2006. – №62. – С. 121-127.