Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LXIII, вып. 1, 1972 г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗЕРВА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РУДНОГО КАРЬЕРА

О. В. Шпанский

Правильно выбранная производительность карьера по полезному ископаемому всегда являлась залогом устойчивой и экономичной работы горного предприятия. И чем сложнее геологическое строение месторождения, тем труднее задача по определению производительности. Коашвинское апатито-нефелиновое месторождение комбината «Апатит» относится к числу очень сложных. Оно представлено четырьмя рудными телами с конфигурацией, характеризующейся в плане и на глубину частыми вздутиями и пережимами.

Производительность карьера тесно связана с направлением развития горных работ, которое зависит от принятого критерия оптимизации. В самом простом случае это минимальный средний от начала разработки коэффициент вскрыши. Определенное по нему направление развития для Коашвинского карьера приведено на продольном разрезе (рис. 1) *.

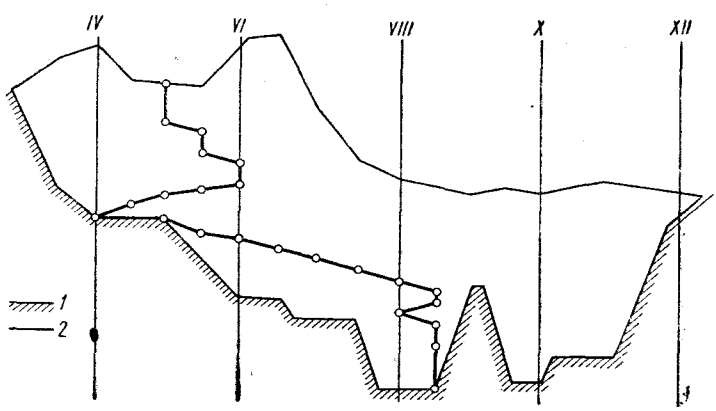


Рис. 1. Рекомендуемое направление развития горных работ в Коашвинском карьере (продольный разрез)
1 — контур карьера; *2* — поверхность

Рассматривались два случая интенсификации горных работ [1], когда горные работы развиваются: 1) с максимальной интенсивностью в глубину, а в горизонтальном направлении обеспечивается только мини-

* Направление развития определено в Кольском филиале АН СССР под руководством канд. техн. наук Б. К. Оводенко.

мальная необходимая скорость, чтобы сохранить нормальную ширину рабочих площадок. Угол откоса рабочего борта в этом случае всегда близок к максимальной величине φ_{max}; 2) с максимальной интенсивностью как в глубину, так и в горизонтальном направлении. В этом случае угол откоса рабочего борта φ_{min} за редким исключением будет по величине меньше максимального. В обоих случаях расчеты основывались на положениях и объемах горных работ, отстроенных на горизонтных планах на момент окончания подготовки каждого горизонта. Для построения принималось вскрытие месторождения — системой поступательных съездов по лежачему борту карьера; система разработки — поперечными заходками со следующими параметрами: высота уступа 15 *м*; направление развития работ по руде на горизонте — двустороннее по простиранию рудных тел; ширина рабочих площадок по простиранию 200—430 *м*, вкрест простирания 52 *м*; угол откоса рабочего борта вкрест простиранию 14°40′, по простиранию 2—4°; погрузочное оборудование — экскаватор ЭКГ-8И; технологический транспорт — автомобильный; уклоны вскрывающих выработок составляли 8%.

Значения производительности на каждом из этапов находились из выражения

$$A_{max} = \frac{P_i}{T_i}, \qquad (1)$$

где A_{max} — возможная производительность, тыс. *м*³/*год*; P_i — объем руды, извлекаемой за время подготовки i-го горизонта, тыс. *м*³; T_i — время подготовки i-го горизонта, годы.

Значения P_i определялись по методике, предложенной А. И. Арсентьевым [1]. В процессе исследования были уточнены некоторые положения методики по определению T_i. В частности, ранее предлагалось, определяя производительность, при φ_{max} использовать время, найденное из графиков организации работ $L=f(T)$, а при φ_{min} — время, найденное из выражения

$$T_i = \frac{V_{г.м}}{NQ_{г.м}}, \qquad (2)$$

где $V_{г.м}$ — объем горной массы на горизонте, вырабатываемый за период подготовки i-го горизонта, тыс. *м*³; $Q_{г.м}$ — годовая производительность экскаватора по горной массе, полученная взвешиванием по текущему коэффициенту производительностей по руде и породе, тыс. *м*³/*год*; N — количество экскаваторов, работающих на извлечении $V_{г.м}$, шт

$$N = \frac{L_{общ}}{L_{э.б}};$$

$L_{общ}$ — общая средняя длина фронта работ на горизонте за период подготовки i-го горизонта, *м*; $L_{э.б}$ — длина экскаваторного блока, *м*.

Нами доказано, что как при φ_{max}, так и при φ_{min} время подготовки горизонтов должно быть общее. Время подготовки i-го горизонта, определенное с помощью графика $L=f(T)$, следует сравнивать со временем, полученным в выражении (2) при максимальной интенсивности работ в горизонтальном направлении, и во всех случаях принимать большее, так как именно оно будет лимитировать скорость углубки. В конечном итоге на основании предложенных уточнений для большинства горизонтов Коашвинского карьера время подготовки определилось из графиков $L=f(T)$. И только подготовка горизонтов 245 *м* и 95 *м* зависит от горизонтального разноса.

Расчеты показали, что возможная производительность носит очень нестабильный характер как по глубине работ, так и во времени. Поэтому было произведено усреднение производительности по периодам. Для решения задачи построен график (рис. 2), на котором отображены на-

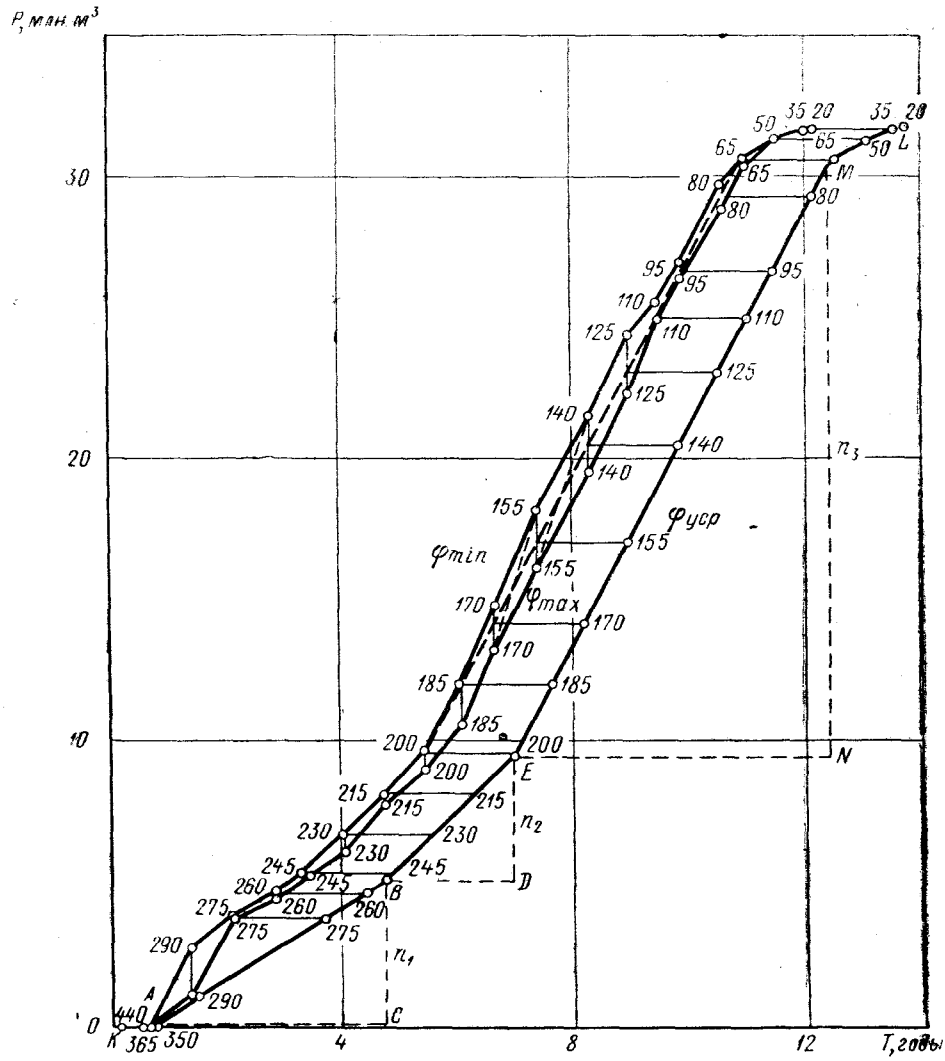


Рис. 2. График изменения объемов руды во времени при φ_{max}, φ_{min} и $\varphi_{уср}$

$$n_1 = \frac{BC}{AC} = 1250 \text{ тыс. } м^3/год; \qquad n_2 = \frac{ED}{BD} = 1950 \text{ тыс. } м^3/год;$$

$$n_3 = \frac{MN}{EN} = 3800 \text{ тыс. } м^3/год$$

растающие во времени объемы руды для рассмотренных случаев. Производительность по полезному ископаемому определяется тангенсом угла наклона к оси абсцисс, касательной к кривым. Постоянной производительности на графике соответствует прямая линия. Следует отметить, что в данном случае в любой период времени максимально возможная производительность определяется прямой, соединяющей точки двух смежных горизонтов: верхнего на кривой φ_{max} и нижнего на кри-

вой φ_{min}. Например, на рис. 2 это пунктирные линии между горизонтами 170—155 и 155—140.

Как видно из графика, период извлечения промышленных объемов руды наступает при достижении горизонта 305 *м*. При опускании с него до горизонта 275 *м* в обоих случаях извлекаются почти одинаковые объемы руды. Однако при φ_{min} производительность максимальна в начале периода, а при φ_{max} — в конце. В период опускания с горизонта 275 *м* до горизонта 260 *м* производительности резко снижаются и по значению меньше, чем в предыдущие периоды. Нормальная же работа карьера предусматривает постоянное наращивание производительности, исключая затухание горных работ. Чтобы соблюсти это условие, приходится снижать производительность в предыдущие периоды. Поэтому при опускании горных работ с горизонта 305 *м* до горизонта 260 *м* за максимальную была принята производительность, возможная между горизонтами 275 *м* и 260 *м*, соответствующая прямой с началом в отметке 275 *м* на φ_{max} и концом в отметке 260 *м* на φ_{min}. В результате интенсивность работ в период подготовки горизонтов 290 *м* и 275 *м* снизилась, а время подготовки увеличилось в общей сложности на 1,57 лет.

Начиная с горизонта 260 *м* до горизонта 65 *м* производительности растут и область между кривыми расширяется. Это дает возможность выделять периоды с постоянной производительностью, не выходя из определенного времени подготовки горизонтов. С горизонта 50 *м* производительность затухает по кривой φ_{min}.

В результате анализа были выделены три периода усреднения, обозначенные отрезками *AB*, *BE* и *EM*, в течение которых производительность составила соответственно 3700, 5750 и 11 200 тыс. *т/год*. Все запасы в контуре целесообразно отрабатывать по линии *KABEML*.

Надежная работа горного предприятия зависит не только от правильно выбранной производительности по полезному ископаемому, но и от достоверности разведанных запасов в пределах карьерного поля, на которых она основана [2, 3]. Несмотря на густую сеть разведочных скважин, из-за сложности геологического строения запасы Коашвинского месторождения на 1 октября 1967 г. ГКЗ отнесены к категории C_1.

По данным В. М. Крейтера [3] среднее значение возможной относительной ошибки при подсчете запасов категории C_1 составляет $\pm 45\%$. В случае неподтверждения запасов месторождения на 45% в сторону дефицита должно соблюдаться предложенное в работе [2] условие

$$\frac{A_{max} - A_{п}}{A_{max}} = \delta, \tag{3}$$

где A_{max} — максимальная производительность по горным возможностям, тыс. *м³/год*; $A_{п}$ — принятая производительность по полезному ископаемому, с учетом достоверности запасов, тыс. *м³/год*; δ — относительная погрешность в подсчете запасов.

Из выражения (3) при A_{max}, равной усредненной производительности, были определены производительности с учетом достоверности запасов $A_{п}$. По периодам усреднения они составили: $A_{п}(AB) = 2030$ тыс. *т/год*, $A_{п}(BE) = 3160$ тыс. *т/год*, $A_{п}(EM) = 6160$ тыс. *т/год*.

Резерв принятой производительности относительно значений производительностей при φ_{max}, φ_{min} и усредненной определен из выражения

$$R = \frac{A_{max} - A_{п}}{A_{п}} 100. \tag{4}$$

Значения R представлены на графике (рис. 3). Для усредненной производительности $R=82\%$, т. е. при неподтверждении запасов на 45% горные работы могут всегда обеспечить сохранение принятой произво-

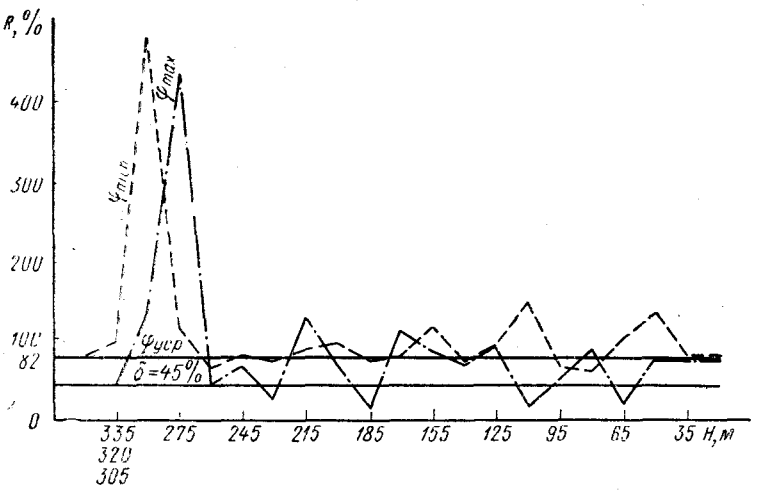


Рис. 3. График резерва производительностей при φ_{max}, φ_{min} и $\varphi_{уср}$

дительности по полезному ископаемому. Но при этом увеличится годовой объем вскрышных работ.

Выводы

1. На Коашвинском апатито-нефелиновом месторождении по горным возможностям может быть достигнута производительность 11,2 млн. *т* руды в год.

2. При проектировании необходимо резервировать производительность с учетом достоверности запасов, так как в противном случае в процессе эксплуатации карьера может быть не обеспечена расчетная производительность. С учетом возможной ошибки при подсчете запасов в сторону дефицита на 45% производительность Коашвинского карьера должна быть принята 6,2 млн. *т/год*.

3. При определении производительностей как при φ_{min}, так и при φ_{max} необходимо время подготовки горизонтов, определенное из графиков $L=f(T)$, проверять горизонтальным разносом и во всех случаях брать большее значение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арсентьев А. И. Определение производительности и границ карьеров. 2-е изд. Недра, 1970.

2. Арсентьев А. И., Квитка В. В. Влияние достоверности балансовых запасов на производственную мощность карьера. В сб. «Проблемы работы карьеров Севера». Изд. ЛГИ, 1968.

3. Левин Л. В. Учет достоверности запасов при определении производительности карьеров. В сб. «Работа карьеров в сложных условиях». Наука, 1967.