Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLIX, вып. 1, 1964 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФИКОВ НАРАСТАЮЩИХ ОБЪЕМОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ПЛАНИРОВАНИИ ГОРНЫХ РАБОТ НА КАРЬЕРАХ

Н. Д. Золотарев, И. М. Норкин, В. Д. Смелов

При разработке любого месторождения возможны многочисленные варианты систем разработки по порядку развития фронта работ в карьере. Окончательная оценка вариантов с выбором наиболее экономичного из них ведется по обычной методике [1]

$$K_i + T_0 C_i \text{ или } C_i + EK_i,$$

где K_i — капитальные затраты по вариантам, руб.;
C_i — себестоимость годовой продукции по вариантам, руб.;
T_0 — отраслевой нормативный срок окупаемости, лет;
$E = \frac{1}{T_0}$ — отраслевой нормативный коэффициент эффективности капитальных затрат.

Принимается вариант, который при прочих лучших или равных показателях надежности в практическом осуществлении дает наименьшую сумму затрат. Основные капитальные затраты и эксплуатационные расходы во многих случаях определяются общими объемами строительной и годовыми объемами эксплуатационной вскрыши, которые и приходится рассчитывать для каждой возможной системы разработки. Обычные расчеты с помощью планиметра требуют составления планов каждого горизонта. В соответствии с годовой производительностью карьера на планы наносятся (путем постепенного приближения с многократными подсчетами объемов) годовые границы добычи и вскрыши.

График-модель карьера (рис. 1, *а*) характеризует нарастающие объемы добычи полезного ископаемого и вскрыши по мере подвигания фронта работ и позволяет быстро определять строительные и годовые объемы эксплуатационной вскрыши по конкурирующим вариантам разработки.

Чтобы упростить изложение методики использования графиков-моделей рассмотрим разработку небольшой залежи. По рис. 1, *б* казалось бы целесообразна система разработки маломощной вытянутой залежи с подвиганием поперечного фронта по падению. Она обеспечивает минимальные объемы строительной и эксплуатационной (в первые годы эксплуатации) вскрыши. Но в конкретных условиях, например при значительной обводненности, такая система может оказаться ненадежной в практическом осуществлении или менее экономичной, чем система с подвиганием фронта по восстанию (рис. 1, *в*). Эти две системы могут различаться и по прочим затратам: например, на транспортировку горной массы от карьера на отвалы и фабрики и т. п. Таким образом, для полностью обоснованных

решений или специальных исследований необходимы расчеты объемов по многим системам. Для этого и удобны графики-модели или (для более сложных случаев) быстродействующие по определенной программе вычислительные машины [2].

Для составления графика необходимо знать конечный контур карьера или его участка, принятую высоту уступов, разбивку на отдельные блоки подсчета запасов и объемов, ориентированные относительно принятого положения фронта работ. На таком графике-модели карьера по оси абс-

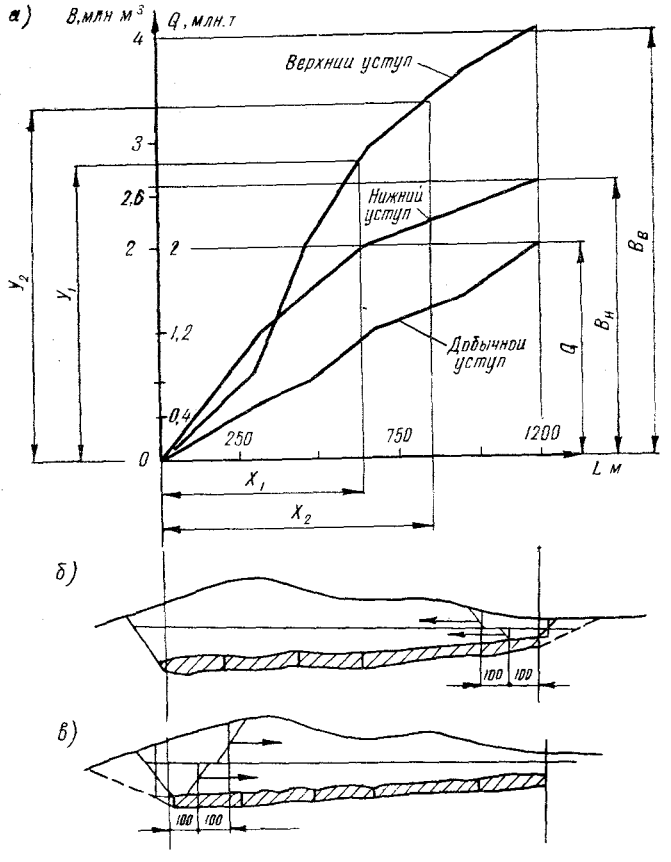


Рис. 1. Характеристика конкретного карьера. *а* — график-модель карьера; *б*, *в* — возможные системы разработки.

цисс откладываются расстояния L, а по оси ординат — нарастающие объемы вскрыши B и добычи Q по мере подвигания фронта работ от условной координаты с нулевой отметкой. На рис. 2, 3 объемы вскрыши показаны отдельно по нижнему $B_н$ и верхнему $B_в$ уступам.

Расчеты по графику модели (рис. 1, *а*) предельно просты. При известном или заданном положении фронта по одному из уступов (добычному или вскрышному) по абсциссе X строят ординату Y до пересечения с кривой нарастающих объемов данного уступа и находят извлеченный к этому времени объем породы или руды. По разности абсцисс $X_2 - X_1$ (см. рис. 1, *а*) находят подвигание фронта за любой период времени, а по разности ординат $Y_2 - Y_1$ — извлеченный за это же время объем.

При известном или заданном объеме работ соответствующие ординаты Y сносят на ось абсцисс и находят необходимое положение фронта по данному уступу. По заданному опережению между уступами на период

пуска карьера в эксплуатацию находят объемы строительной вскрыши $B'_н$ и $B'_в$ (рис. 2, 3).

Как видно на графике-модели, общие эксплуатационные запасы карьерного поля $Q = 2$ млн. $т$, общий объем вскрыши в контуре карьера $B = 6{,}6$ млн. $м^3$, в том числе по верхнему уступу $B_в = 4$ млн. $м^3$ и нижнему $B_н = 2{,}6$ млн. $м^3$.

На рис. 2, *а* показан пример расчета объемных показателей по графику-модели карьера для следующих условий: годовой производительности карьера $A_р = 0{,}4$ млн. $т$; ширины площадок уступов на момент пуска карьера в эксплуатацию 100 $м$ и в период эксплуатации $П = 50$ $м$; системы разработки с подвиганием фронта по восстанию (рис. 1, *в*). Объемы строительной вскрыши $B'_в$ и $B'_н$, равные соответственно 0,6 и 0,3 млн. $м^3$, найдены откладыванием по оси абсцисс двух площадок по 100 $м$ каждая и построением ординат до пересечения с кривыми верхнего и нижнего уступов. Положения фронта добычи *1—5* на конец каждого года эксплуатации определились опусканием ординат с кривой добычи на ось абсцисс (см. рис. 2, *а*).

Положения фронта вскрыши на конец каждого года эксплуатации найдены откладыванием двух площадок по 50 $м$ каждая от соответствующего положения фронта добычи (см. рис. 2, *а*). Годовые объемы вскрыши по каждому уступу, показанные на рис. 2, *б*, получены построением и вычитанием ординат. Например, нарастающий объем вскрыши верхнего уступа на конец второго года равен 2,55, а на конец третьего 3,2 (см. рис. 2, *а*). Тогда объем вскрыши за третий год $3{,}2 - 2{,}55 = 0{,}65$ (см. рис. 2, *б*).

Как видно из рис. 2, *б*, рассчитанная система отличается кратковременным пиковым объемом вскрыши, особенно по верхнему уступу, где сосредоточена основная масса вскрыши (62%).

На рис. 3, *а* показан расчет по графику-модели системы разработки с равномерной вскрышей по верхнему уступу. Годовые объемы при этой системе, как обычно [3], находят усреднением пиковых объемов. Например, усредняют первый и второй годы (см. рис. 2, *б*)

$$B_{1-2} = \frac{0{,}5 + 1{,}45}{2} = 0{,}975,$$

первый, второй, третий годы

$$B_{1-3} = \frac{0{,}5 + 1{,}45 + 0{,}65}{3} = 0{,}87.$$

Принимают расчетный объем вскрыши $B_р = 0{,}975$, так как при усреднении в три года получают площадки уступов на второй год эксплуатации меньше принятых 50 $м$ (см. таблицу и рис. 3, *а* — ордината *I*).

Таблица

Нарастающие объемы вскрыши по верхнему уступу, млн. $м^3$

Год эксплуатации	Система с пиковыми объемами вскрыши	Система с равномерной вскрышей	
		$B_{1-3} = 0{,}87$	$B_{1-2} = 0{,}975$ (рис. 3)
1	1,1	1,47	1,575
2	2,55	$2{,}34 < 2{,}55$; $П < 50$ $м$	2,55
3	3,2	3,21	3,5
4	3,8	4	4
5	4		
	$П = 50$ $м$	$П \leqslant 50$ $м$	$П \geqslant 50$ $м$

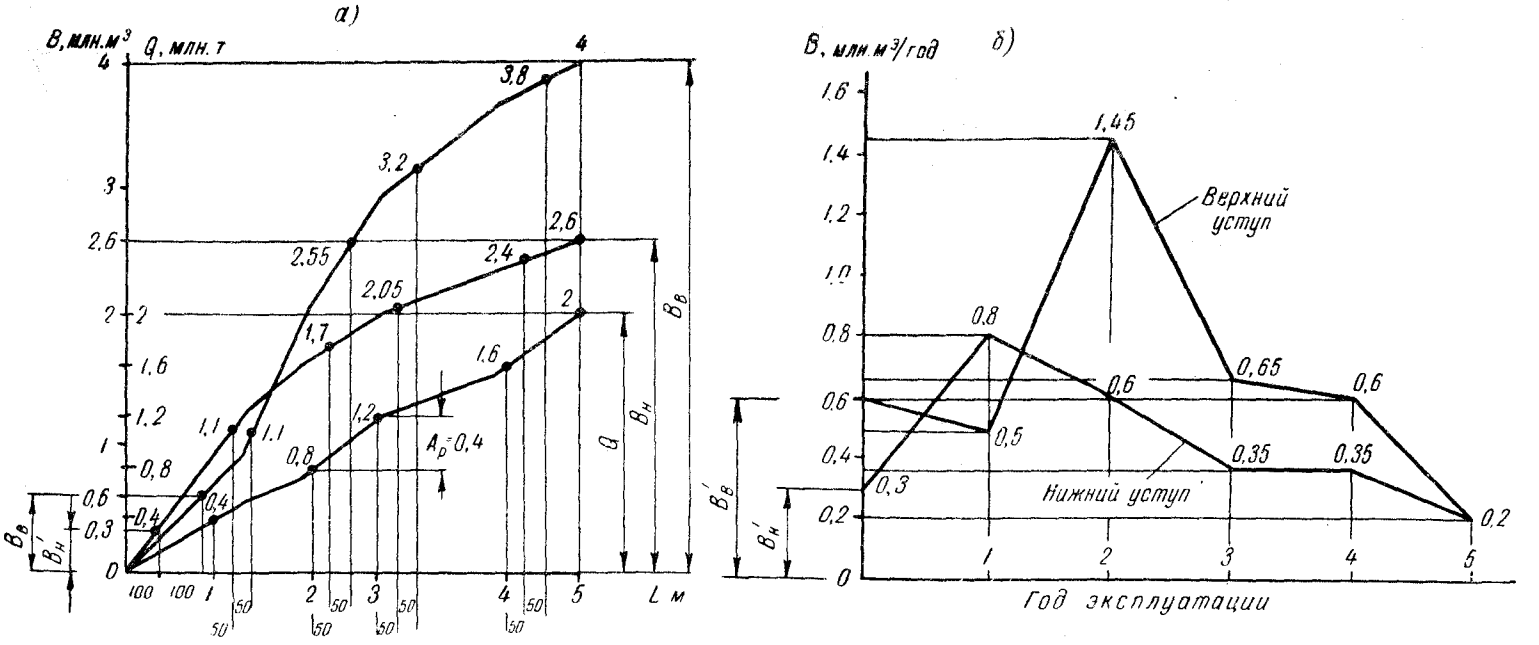


Рис. 2. Характеристика и расчет системы разработки. *а* — расчет нарастающих и годовых объемов по графику-модели; *1—5* — положения фронта добычи на конец каждого года эксплуатации; *б* — режим горных работ по вскрышным уступам.

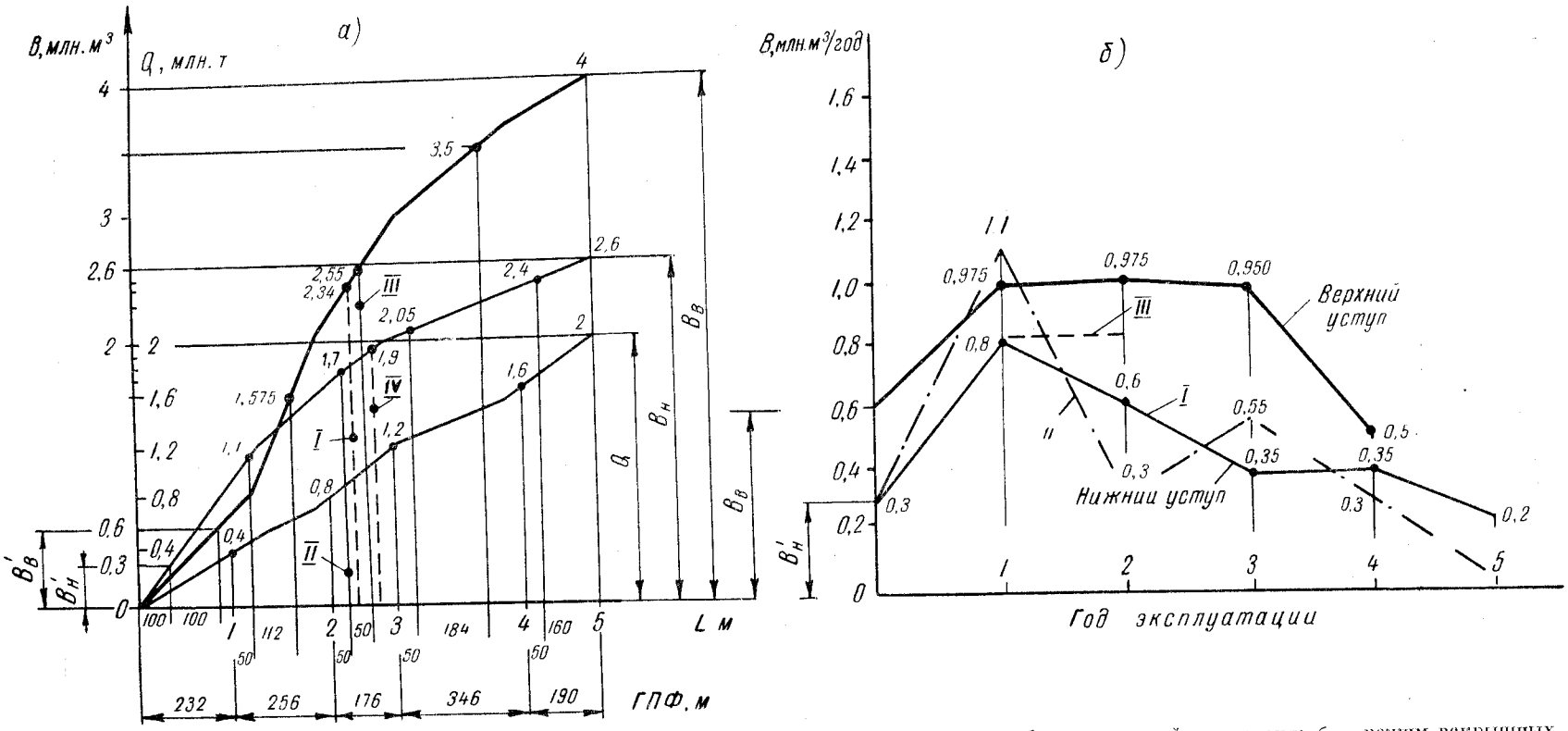


Рис. 3. Характеристика и расчет систем разработки. *а* — расчет нарастающих и годовых объемов по графику-модели; *б* — режим вскрышных работ по уступам.

При системе с равномерной вскрышей по верхнему уступу, естественно, получают рабочие площадки разной ширины на конец каждого года: 112, 50, 184, 160 *м* (см. рис. 3).

При равномерном режиме по верхнему нижний породный уступ можно отрабатывать с различным опережением относительно фронта добычи: например, при $П = 50$ *м*, т. е. с минимальным опережением или с минимальным отставанием от верхнего вскрышного уступа при $П \geqslant 50$ *м*. Соответствующие графики годовых объемов вскрыши по нижнему уступу показаны кривыми *I*, *II* (на рис. 3, *б*).

По графикам-моделям можно быстро проверить возможность равномерного режима по обоим породным уступам. Например, если по нижнему уступу выполнять во втором году 0,8 млн. $м^3$ (прямая *III* на рис. 3, *б*), получим нарастающий объем не 1,7, а 1,9 млн. $м^3$. Ордината *II* нижнего уступа отодвигается направо в положение *IV* (рис. 3, *а*) и окажется за ординатой *III* верхнего уступа. Следовательно, нижний уступ подработан, он опережает верхний (см. ординату *IV*, рис. 3, *а*), и отпадает равномерный режим по обоим породным уступам.

Подобным образом можно вести расчеты при любых системах разработки и изменениях их параметров.

Выводы

1. Графики-модели карьера облегчают и упрощают выбор варианта разработки при проектировании, а также при текущем и перспективном планировании горных работ на действующих карьерах.

2. Графики-модели карьера, характеризующие нарастающие объемы вскрыши и добычи полезного ископаемого по мере подвигания фронта работ, позволяют быстро определить первоначальные и годовые объемы вскрыши по конкурирующим вариантам систем разработки для оценки экономичности того или иного варианта.

3. Форма графика-модели карьера для горизонтальных и пологих залежей применима с некоторыми изменениями и для других условий залегания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений и новой техники в народном хозяйстве СССР. Госпланиздат, 1960.

2. Ржевский В. В. Использование электронных вычислительных машин для подсчета объемов открытых горных работ. Горный журнал, 1963, № 10.

3. Золотарев Н. Д. Методика определения границ карьера и годовых объемов вскрыши на основе опыта проектирования. Зап. ЛГИ, т. XLIV, вып. 1, 1961.