Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LII, вып. 1, 1966 г.

УДК 622.271.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ДОБЫЧНОГО БЛОКА

В. Н. Синьчковский, Н. Д. Золотарев

Затраты труда на основных и вспомогательных процессах добычи зависят от числа экскаваторов на уступе, определяющего длину блоков и интенсивность подвигания фронта. Под длиной блока подразумевают длину фронта работ на один экскаватор, которая обеспечивает независимую и производительную работу горнотранспортного оборудования.

Длину блока определяют по условиям рациональной технологии смежных производственных процессов — рыхления, погрузки и транспорта — в соответствии с «Типовыми проектами систем разработки и транспорта на карьерах» [1962]. При проектировании длина блока принимается по данным практики, нормам или типовым проектам.

Исходя из принятой длины блока, определяют число блоков (экскаваторов) на одном уступе

$$n_{б.\,у} = \frac{L_р}{l_{б.\,т}},$$

где $L_р$ — длина добычного фронта уступа, *м*;

$l_{б.\,т}$ — длина блока, определяемая по условиям рациональной технологии смежных производственных процессов.

Такие расчеты не учитывают зависимости длины, числа и производительности блоков на уступе от размеров и формы залежей, а также от применяемых систем разработки.

В данной статье рассматривается методика определения длины и производительности добычного блока для крутопадающих залежей правильных и неправильных форм при системе разработки с продольной полевой подготовкой [Золотарев, 1965] и железнодорожным транспортом.

При заданной производительности карьера общее число добычных блоков

$$n_б = \frac{A_р}{A_б}, \qquad (1)$$

где $A_р$ — производительность карьера, *м³/год*;

$A_б$ — производительность блока (экскаватора), *м³/год*.

$$n_{б.\,у} = \frac{A_{р.\,у}}{A_б} = \frac{A_р}{n_о A_б}; \qquad (2)$$

$A_{р.\,у}$ — производительность уступа, *м³/год*;

$n_о$ — число добычных уступов в одновременной выемке.

Длина блока при принятом числе уступов в одновременной выемке

$$l_б = \frac{L_р}{n_{б.у}} \geqslant l_{б.т}. \qquad (3)$$

При одном выезде с добычного фронта уступа рекомендуется учитывать дополнительное условие $n_{б.у} \leqslant 3$.

Выражение (3) можно представить в ином виде

$$l_б = \frac{A_б}{У_{г.у}h} = \frac{A_б}{У_г h} n_о = \frac{A_б}{mnh} n_о, \ м, \qquad (4)$$

где $У_г$ — общее годовое подвигание добычного фронта, *м/год*, $У_г = mn$;

$У_{г.у}$ — годовое подвигание добычного фронта уступа, *м/год*, $У_{г.у} = \frac{У_г}{n_о}$;

n — показатель интенсивности добычи, $n = \frac{A_р}{q}$;

q — запасы руды на уступе, $м^3$;

m — горизонтальная мощность залежи, *м*;

h — высота уступа, *м*.

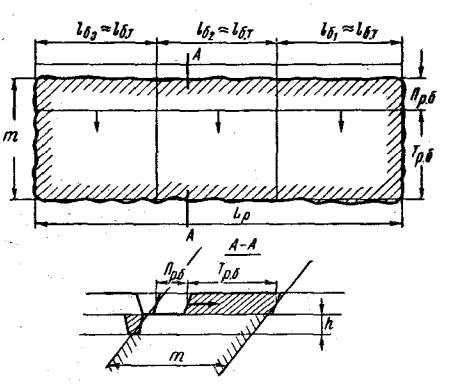


Рис. 1. Система разработки с продольной полевой подготовкой на залежи правильной формы, $n_о = 1$, $l_б \approx l_{б.т}$, $n_{б.у} = 3$, $A_б = \text{const}$.

При известных $A_б$, m, n, h длина блока прямо пропорциональна числу добычных уступов в одновременной выемке.

Между $n_о$ и величиной $T_{р.б}$, на которую подвигается добычной фронт при доработке запасов верхнего уступа, существует зависимость *

$$T_{р.б} = \frac{m}{n_б} - П_{р.б}, \qquad (5)$$

где $П_{р.б}$ — ширина площадки подготовки, *м*.

При залежах правильной формы величина $T_{р.б}$ постоянна и по ней можно определить необходимую скорость проведения траншей при принятом числе уступов в одновременной выемке и соответствующей длине блока

$$t_т = \frac{T_{р.б} l_б h}{A_б}, \qquad (6)$$

$$v_т = \frac{L_р}{t_т} \leqslant v_{т.д}, \qquad (7)$$

где $t_т$ — время проходки траншей, лет;

$v_т$ — необходимая скорость проходки траншей, *м/год*;

$v_{т.д}$ — достижимая скорость проходки, *м/год*.

Длина и производительность блоков при залежах правильной формы стабильны за все время отработки запасов уступа (рис. 1). Длина блоков одинакова и примерно соответствует определенной по условиям рациональной технологии производственных процессов. Блоки меньшей длины допускать не следует. Стабильность основных параметров $l_б$, $A_б$

* См. в настоящем сборнике Н. Д. Золотарев. К теории систем и совершенствованию технологии открытой разработки месторождений.

нарушается при залежах неправильной формы. В связи с изменяющейся мощностью залежи, когда на отдельных участках верхнего уступа значения $T_{\text{р.б}\,i}$ ($i = 1, 2.., n$ — номер участка) меньше или больше средней величины $T_{\text{р.б}}$, неизбежны переменные значения $l_{\text{б}}$ или $A_{\text{б}}$.

При залежах неправильной формы удобны расчеты графоаналитическим методом. Вместо объемных $A_{\text{р}}$, $A_{\text{б}}$ и линейных m, $П_{\text{р.б}}$, $T_{\text{р.б}}$ величин для расчета используют годовые площади отработки $A_{\text{р}\,S}$, $A_{\text{б}\,S}$, общую площадь залежи m_S, площадь отработки $П_{\text{р.б}\,S}$ и площадь доработки запасов уступа $T_{\text{р.б}\,S}$.

В этом случае площадь залежи, отрабатываемая одним блоком,

$$m'_S = \frac{m_S}{n_{\text{б.у}}}, \tag{8}$$

$$T'_{\text{р.б}\,S} = \frac{T_{\text{р.б}\,S}}{n_{\text{б.у}}}, \tag{9}$$

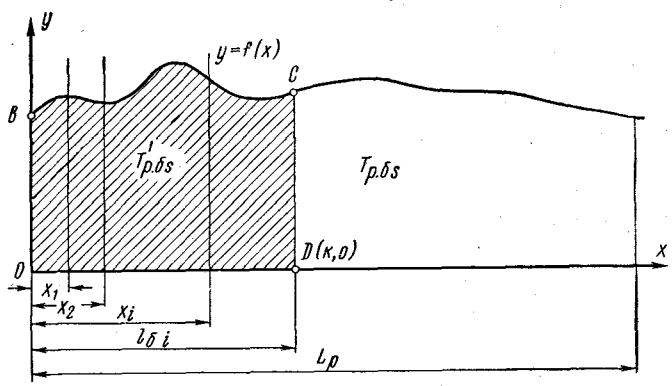


Рис. 2. Схема к определению длины блока аналитическим способом.

где $T'_{\text{р.б}\,S}$ — площадь залежи, дорабатываемая одним блоком в период подготовки фронта на новом уступе, $м^2$;

$T_{\text{р.б}\,S}$ — общая площадь доработки запасов уступа, $м^2$.

Площади m'_S и $T'_{\text{р.б}\,S}$ ограничивают на плане залежи палеткой, а длину блоков $l_{\text{б}\,i}$ непосредственно измеряют.

При выделении на фронте уступа участков с мало изменяющейся мощностью залежи длину блока определяют по формуле

$$l_{\text{б}\,i} = \frac{A_{\text{б}} T_{\text{т}}}{T_{\text{р.б}\,ih}}, \tag{10}$$

где $T_{\text{р.б}\,i}$ — среднее подвигание фронта на участке мощностью m_i.

При выборе оптимального режима горных работ с учетом деталей развития фронта добычи целесообразны аналитические методы расчета с применением электронных вычислительных машин. Длина блока (рис. 2) определяется решением равенства

$$T'_{\text{р.б}\,S} = \int_0^k f(x)\,dx = F(k) - F_k(0), \text{ при } 0 \leqslant x \leqslant k, \tag{11}$$

где интеграл вычисляется по уравнению кривой BC. Уравнение этой кривой характеризует изменение $T_{\text{р.б}}$ по длине залежи. Возможно ее приближенное изображение. Для этого через экстремальные точки и точки пере-

гиба проводят дополнительные прямые линии, параллельные оси y и отстоящие от нее на расстоянии x_1, x_2,..,x_i. По каждому направлению замеряют величину $T_{р.б}$ и составляют общую таблицу. По таблице с использованием метода наименьших квадратов составляют аппроксимирующую функцию $\varphi(x)$ в виде многочлена n-степени.

Степень многочлена должна выбираться, исходя из условия [Ржевский, Школьников, Коробов, 1965]

$$n \geqslant M + 1,$$

где M — число экстремальных точек функции и точек перегиба, указанных в таблице исходных данных.

Наибольшая длина блока $l_{б\,max}$ соответствует участку с минимальной средней мощностью m_{min}. Длина блоков на других участках получается меньше допустимой $l_{б.i} < l_{б.т}$ (рис. 3, *а*). Следовательно, при разработке залежей неправильной формы необходим резерв длины добычного фронта. Средняя длина блока на уступе должна быть больше $l_{б.т}$, а число блоков определяется по формуле

$$n_{б.у} = \frac{A_{р.у}}{A_б} = \frac{L_р - l_{б\,max}}{l_{б.т}} + 1. \quad (12)$$

При стабильной длине блоков неизбежна переменная производительность экскаваторов $A_{б\,min}$, $A_{б\,max}$ на участках, где величина $T_{р.б\,i}$ соответственно меньше или больше средней величины $T_{р.б}$ (см. рис. 3, *б*)

$$A_{б.\,min} = A_б \frac{T_{р.б\,min}}{T_{р.б}}, \quad (13)$$

$$A_{б\,max} = A_б \frac{T_{р.б\,max}}{T_{р.б}}. \quad (14)$$

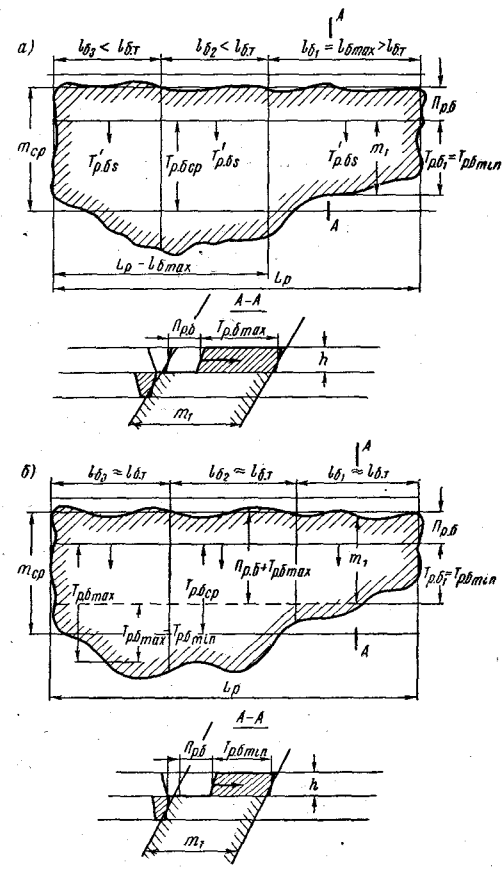


Рис. 3. Система разработки с продольной полевой подготовкой на залежи неправильной формы ($n_0 = 1$, $n_{б.у} = 3$):

а — при одинаковой производительности блоков, $l_б \geqslant l_{б.т}$, $A_б = \text{const}$; *б* — при разной производительности блоков, $l_б \approx l_{б.т}$, $A_б \neq \text{const}$.

При стабильных длине и производительности блоков будут быстрее отработаны участки с минимальными значениями m_i и $T_{р.б\,i}$, что связано с потерей добычного фронта. С целью сохранения общей длины фронта и заданной производительности карьера горные работы могут развиваться по двум вариантам: 1) за время доработки запасов маломощного участка подготавливают равноценный фронт на новом горизонте, куда и ставят добычной экскаватор; 2) после отработки участков с малой мощностью залежи экскаваторы уступа сосредоточивают на оставшемся фронте; следовательно, на уступе должен существовать резерв длины фронта.

При первом варианте новый блок вводят на участке с увеличенной мощностью залежи. При этом число добычных уступов в одновременной

выемке в период подвигания фронта на величину $T_{\text{р. б max}} - T_{\text{р. б min}}$ будет различным на отдельных участках. На участках с $T_{\text{р. б min}}$ и $T_{\text{р. б max}}$ в одновременной разработке будет находиться соответственно $n_0 - 1$ и $n_0 + 1$ добычных уступов.

Время доработки запасов на участке с малой мощностью должно быть увязано с временем подготовки равноценного по длине фронта на новом горизонте

$$t'_{\text{ф. у}} = \frac{T_{\text{р. б min}} l_{\text{б}} h}{A_{\text{б}}}, \tag{15}$$

$$t'_{\text{т}} = \frac{l_{\text{в}} + l_{\text{б}} + l_0}{v'_{\text{т}}}, \tag{16}$$

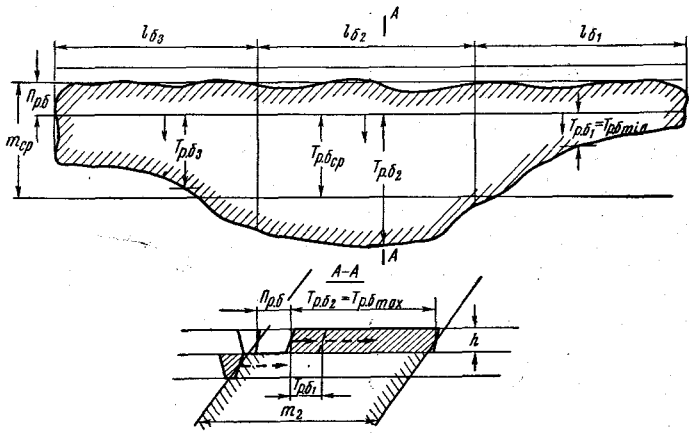


Рис. 4. Система разработки с переменным числом уступов при постоянной длине добычного фронта, $l_{\text{б}} \approx l_{\text{б. т}}$, $n_{\text{б. у}} = 3$, $A_{\text{б}} = \text{const}$.

где $t'_{\text{ф. у}}$ — время отработки блока, лет;

$t'_{\text{т}}$ — время подготовки равноценного по длине фронта, лет;

$l_{\text{в}}$ — длина въездной траншеи, *м*;

l_0 — допустимое минимальное расстояние между экскаватором, проходящим траншею, и экскаватором, работающим на разносе ее борта, *м*.

Приравнивая правые части зависимостей (15) и (16) и решая их относительно $v'_{\text{т}}$, получим формулу для определения необходимой скорости проходки

$$v'_{\text{т}} = \frac{A_{\text{б}} (l_{\text{в}} + l_{\text{б}} + l_0)}{T_{\text{р. б min}} l_{\text{б}} h}. \tag{17}$$

При форме рудного тела, представленной на рис. 4, вскрытие и подготовка нового горизонта должны осуществляться в центральной части залежи. В этом случае длина фронта работ, подготавливаемая на нижнем горизонте, должна обеспечивать размещение экскаваторов со всех участков с уменьшенной мощностью залежи. Необходимая для этого скорость проходки

$$v'_{\text{т}} = \frac{A_{\text{б}} (l_{\text{в}} + f l_{\text{б}} + l_0)}{T_{\text{р. б min}} l_{\text{б}} h}, \tag{18}$$

где f — число блоков, размещаемое на участках с малой мощностью залежи.

При втором варианте при продвигании фронта на величину $П_{р.б} + T_{р.б\,min}$ длина блока определится по формуле (4), а в период подвигания на величину $T_{р.б\,max} - T_{р.б\,min}$ — из выражения

$$l_{б.i} = \frac{L_р - l_{бf}}{n_{б.у}}. \qquad (19)$$

Таким образом, стабильность длины блока сохраняется в пределах каждого периода отработки, но различна по периодам.

При втором варианте время и скорость проходки траншей рассчитывают по известным формулам [Золотарев, 1965], причем величина m в них соответствует средней (средневзвешенной) мощности залежи. Вскрывающие траншеи могут располагаться либо на флангах рудного тела, либо в центральной части для обеспечения более высокой скорости за счет проходки траншеи в двух направлениях.

Выводы

1. Распространенная методика расчета длины, числа и производительности блоков не учитывает порядка отработки запасов руды на смежных уступах.

2. Рекомендуемой методикой расчета установлена зависимость длины, числа и производительности блоков от формы залежей и конкретных систем разработки, объяснена необходимость резерва добычного фронта, показана зависимость мест расположения вскрывающих выработок и скоростей проведения траншей от порядка отработки запасов уступа.

3. Применение рекомендуемой методики при проектировании и планировании работ будет способствовать дальнейшему выявлению наиболее рациональных параметров систем разработки и вскрытия, обеспечивающих повышение производительности оборудования и труда на карьерах.

ЛИТЕРАТУРА

Золотарев Н. Д. Технология и экономика открытой разработки месторождений. Недра, 1965.

Ржевский В. В., Школьников А. Д., Коробов С. Д. Использование электронных вычислительных машин для планирования и управления технологическими процессами на карьерах. ЦНИИТЭИ угля, 1965.

Типовые проекты систем разработки и транспорта на карьерах. Т. 2, Госгортехиздат, 1962.