

УДК 622.013.3; 622.276.6

А.И. Косолапов, А.И. Пташник

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИРАЩЕНИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ КАРЬЕРА
ПРИ РАЗРАБОТКЕ КРУТОПАДАЮЩИХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Рассмотрены вопросы управления развитием рабочей зоны карьера, выполнен анализ влияния параметров системы разработки и главных параметров карьера на величину возможного приращения производственной мощности карьера, а также приведены уравнения, позволяющие провести её оценку для условий этапной разработки крутопадающих месторождений.

Ключевые слова: интенсификация производственной мощности, режим горных работ, этапная разработка месторождений.

Основным показателем, определяющим масштаб производства, его интенсивность и экономическую эффективность, является производственная мощность карьера. Адаптация горнодобывающего производства к требованиям рынка, является, на сегодняшний день, актуальной научно-практической задачей, которая сводится к установлению рационального режима горных работ и поиску технологических приёмов его оперативного изменения. Мировой опыт свидетельствует о том, что из-за определённой инерционности свойственной горному производству, предприятиям необходимо ориентироваться на внутренние ресурсы при интенсификации его производственной мощности.

В работе [1] отмечено, что при вариации производственной мощности карьера разрабатываемого этапами нарушается проектный порядок развития рабочей зоны из-за изменения скоростей углубки в зонах ведения добычных работ и разноса временно нерабочего борта (ВНБ). Также рассмотрен алгоритм действий и приведена методика по определению потенциальных возможностей интенсификации производственной мощности карьера. Однако, на сегодняшний день, важна именно оперативная оценка потенциала предприятия. Это предопределило необходимость выполнения исследований по установлению зависимостей, позволяющих осуществить оценку количественных показателей интенсификации производственной мощности. С этой целью, выполнено математическое моделирование развития рабочей зоны карьера, по алгоритму, изложенному в работе [1], а в качестве результирующих показателей приняты:

- количество дополнительно вводимого оборудования $N_э$;
- продолжительность работы карьера в пределах этапа разработки с увеличенной производственной мощностью T .

При этом исследованы следующие зависимости:

$$N_э = f_1(\Delta A_{\text{ПН}}; A_{\text{ПН}}; T'; \alpha_{\text{р.б}}; \beta_{\text{внб}}; \varphi_{\text{к}}; h_{\text{раз}}; H_{\text{Т}}; H_{\text{к}}; S_{\text{р.т}}; K_{\text{ф}}), \quad (1)$$

Детерминированные параметры карьеров

Группа карьера	Апи, млн.т	Нк, м	Нт, м	Ср.т, тыс.м	Кф
I	0,5	300	70; 120; 160	30	0,213; 0,333
	1				
	1,5				
II	1,5	375	80; 140; 210	50	0,2; 0,3125
	2				
	2,5				
III	3	450	100; 180; 250	100	0,156; 0,256
	4				
	5				
IV	5	525	120; 210; 300	200	0,2; 0,3125
	6				
	7				
V	7	600	140; 250; 350	300	0,208; 0,3
	8,5				
	10				

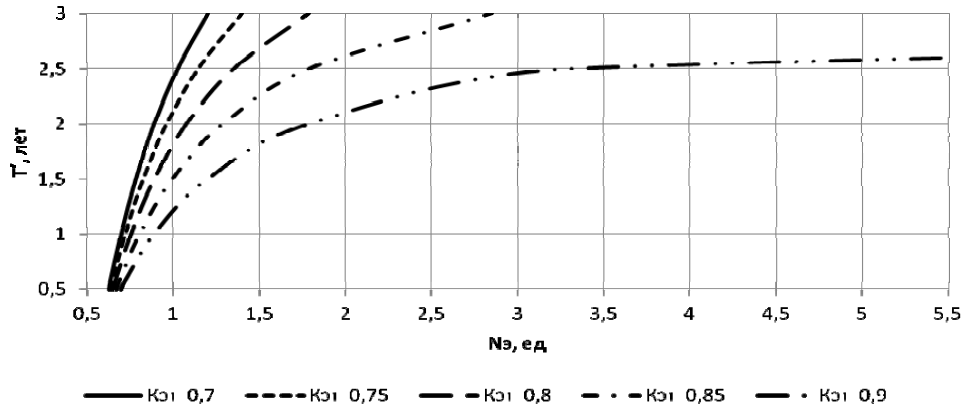
$$T = f_2(\Delta A_{\text{пи}}; A_{\text{пи}}; \alpha_{\text{р.б}}; H_T; H_K; S_{\text{р.т}}; K_{\phi}), \quad (2)$$

где $\Delta A_{\text{пи}}$ и $A_{\text{пи}}$ – соответственно приращение производственной мощности карьера и её проектная величина, млн т; T' – период времени от начала приращения производственной мощности до ввода дополнительного горнотранспортного оборудования (ГТО), лет; $\alpha_{\text{р.б}}$ – угол рабочего борта карьера, град.; $\beta_{\text{внб}}$ – угол временно-нерабочего борта карьера (ВНБ), град.; ϕ_k – угол нерабочего борта карьера, град.; $h_{\text{раз}}$ – скорость понижения горных работ по разному ВНБ, м/год; H_T и H_K – соответственно, текущая и конечная глубина карьера, м; $S_{\text{р.т}}$ – площадь рудного тела, м²; K_{ϕ} – коэффициент, учитывающий отношение горизонтальной мощности рудного тела к его длине по простиранию.

Кроме перечисленных независимых переменных на величину N_{Σ} оказывают влияние эксплуатационная производительность вновь вводимых экскаваторов (Q_{Σ}), плотность руды (ρ), а также величина потерь (Π) и разубоживания (P) руды. Моделирование выполнено для $Q_{\Sigma} = 1$ млн м³/год; $\rho = 2,7$ т/м³; Π и P по 5 % и скорости понижения горных работ по разному ВНБ в два раза больше скорости углубки. Поэтому, в случае их изменения необходимо скорректировать величину N_{Σ} .

Для получения репрезентативных данных часть независимых переменных в моделях (1) и (2) детерминирована с учетом различных параметров карьеров (таблица).

Для проведения регрессионного анализа [2] по указанным результирующим признакам было рассчитано 12150 и 2250 значений соответственно N_{Σ} и T . Это позволило получить уравнения регрессии, достоверно (>99,999%), описывающие искомые зависимости. Так среднее значение множественного коэффициента корреляции ($|r|$), критерия Стьюдента (t) и F-критерия Фишера (F) по всем группам карьеров составляет для N_{Σ} и $\Delta A_{\text{пи}}$: $|r| = 0,9526$; $t = 25,63$; $F = 13,23$; для T : $|r| = 0,9954$; $t = 34,37$; $F = 104,01$.



Зависимость необходимого срока ввода оборудования от его количества и доли отработки этапа по глубине

В результате регрессионного анализа установлены эмпирические коэффициенты для каждой группы карьеров ($k_1 \dots k_7; a; b; \varepsilon$) и получены искомые уравнения в каноническом виде:

- при ВНБ в границах последнего этапа разработки

$$N_9 = e^{k_1 + k_2(k_4 \Delta A_{III} + k_5 T'^2 + \frac{k_6}{\beta_{внб}} + k_7) + k_3 \alpha_{p.б}}; \quad (3)$$

$$\Delta A_{III} = \frac{\left(\frac{\ln N_9 - k_3 \alpha_{p.б} - k_1}{k_2} - k_5 T'^2 - k_6 \beta_{внб}^{-1} - k_7 \right)}{k_4} \quad (4)$$

- при ВНБ в границах предыдущих этапов разработки

$$N_9 = e^{k_1 + k_2 \Delta A_{III} + k_5 T'^2 + k_4 \beta_{внб}^2 + k_3 \alpha_{p.б}^3}; \quad (5)$$

$$\Delta A_{III} = \frac{\ln N_9 - k_2 T' - k_3 \beta_{внб}^2 - k_4 \alpha_{p.б} - k_5}{k_1} \quad (6)$$

- во всех случаях

$$T = a \Delta A_{III} + b \alpha_{p.б} + \varepsilon \quad (7)$$

где e – основание натурального логарифма; \ln – натуральный логарифм; $k_1 \dots k_7$ – коэффициенты регрессии при независимых переменных (для формул 3-6); a, b, ε – коэффициенты регрессии при независимых переменных (для формулы 7).


Полученные уравнения позволяют выполнить оперативный расчёт показателей интенсификации производственной мощности карьера с ошибкой не превышающей 10 %. Анализ результатов моделирования показывает, что эффективность интенсификации производственной мощности в значительной степени зависит от срока ввода T' дополнительного ГТО, и это влияние возрастает при увеличении доли отработки этапа по глубине $K_{эт} = 0,7 \div 0,9$ (соответствует следующим соотношениям текущей глубины этапа к конечной глуби-

не этапа: $\frac{105}{150}; \frac{112,5}{150}; \frac{120}{150}; \frac{127,5}{150}; \frac{135}{150}$), что графически иллюстрировано на (рисунке).

Следовательно, интенсификацию производственной мощности целесообразно проводить при доле отработки этапа до 0,8 при минимально возможном сроке ввода дополнительного ГТО.

Таким образом, предложенная методика [1] и полученные уравнения регрессии позволяют выполнить оперативную количественную оценку возможности интенсификации производственной мощности на крутопадающих месторождениях разрабатываемых этапами, обеспечивая при этом управляемое развитие рабочей зоны карьера при наличии временно нерабочих бортов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косолапов А.И., Пташник А.И. Исследование потенциальных возможностей интенсификации производственной мощности карьеров при этапной разработке крутопадающих месторождений в современных условиях//ГИАБ – 2011. - №6. – С. 50-56.
2. Веретёнова Т.А. Математическое моделирование горнотехнических задач на карьерах. – Красноярск.: ИПК СФУ, 2008. – 132 с. 

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Косолапов Александр Иннокентьевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ОГР, Сибирский федеральный университет, Институт горного дела, геологии и геотехнологий, Kosolapov1953@mail.ru

Пташник Александр Игоревич – аспирант кафедры ОГР, горный инженер, Сибирский федеральный университет, Институт горного дела, геологии и геотехнологий, ptashnik_@mail.ru



ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
ЦЭДЭНБАТ Ариунжаргал	Обоснование и разработка способа взрывания твердых вскрышных пород с линзообразными включениями вечной мерзлоты на угольных предприятиях	25.00.20	к.т.н.