

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ КАРЬЕРА МЕТОДОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОПУСТИМОГО СРЕДНЕГО КОЭФФИЦИЕНТА ВСКРЫШИ

О. В. Шпанский, А. А. Ковпак

Определение границ карьера — одна из основных задач проектирования разработки месторождения. Ее решение обычно осуществляется в три стадии. Рассчитывается граничный коэффициент вскрыши, затем выбирается метод оконтуривания, и, наконец, по выбранному методу карьер оконтуривается.

Для Коашвинского апатитового карьера граничный коэффициент, определенный на основе сравнения открытого и подземного способов разработки с учетом эффективности капитальных вложений, составил $5 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

После анализа существующих принципов оконтуривания выбор был остановлен на методе проф. А. И. Арсентьева*, основанном на равенстве

$$n_r \geq n_0 + n,$$

где n_r — граничный коэффициент вскрыши, $\text{м}^3/\text{м}^3$; n_0 — первоначальный коэффициент вскрыши, приведенный по стоимости к эксплуатационному, $\text{м}^3/\text{м}^3$; n — наибольший, усредненный по периодам работы карьера, эксплуатационный коэффициент вскрыши, $\text{м}^3/\text{м}^3$.

Карьер, запроектированный по этому принципу, будет иметь в один из периодов нормальной работы себестоимость руды, равную допустимой себестоимости, принятой ранее при определении граничного коэффициента вскрыши; в остальные периоды — ниже допустимой.

Из имеющихся способов реализации этого принципа был выбран метод использования допустимого среднего коэффициента вскрыши, как наиболее простой. Весьма интересно также было выяснить точность этого метода применительно к такому очень сложному в геологическом отношении месторождению, как Коашвинское. В основе способа лежит уравнение

$$n_{\text{ср.д}} = \frac{n_r}{\lambda - \mu(\lambda - 1)},$$

где $n_{\text{ср.д}}$ — допустимый средний коэффициент вскрыши, $\text{м}^3/\text{м}^3$; λ — коэффициент неравномерности вскрышных работ, показывающий отношение усредненного на данный период эксплуатационного коэффициента вскрыши к среднему эксплуатационному; μ — коэффициент, показывающий отношение первоначального коэффициента вскрыши n_0 к среднему коэффициенту $n_{\text{ср.д}}$ или долю вскрышных пород, вынимаемых в период строительства карьера.

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

Зависимость величины $n_{\text{ср.д}}$ от коэффициента μ незначительна. Коэффициент же λ сильно влияет на $n_{\text{ср.д}}$ и зависит от всех основных факторов, влияющих на показатели работы карьера, т. е. формы рудного тела, его мощности, угла падения и т. д.

Порядок работы при определении глубины карьера по этому методу будет следующим.

Из имеющихся по месторождению поперечных разрезов было отобрано пять (VI, VII, VII^a, VIII, X^a), на которых (рис. 1) наиболее

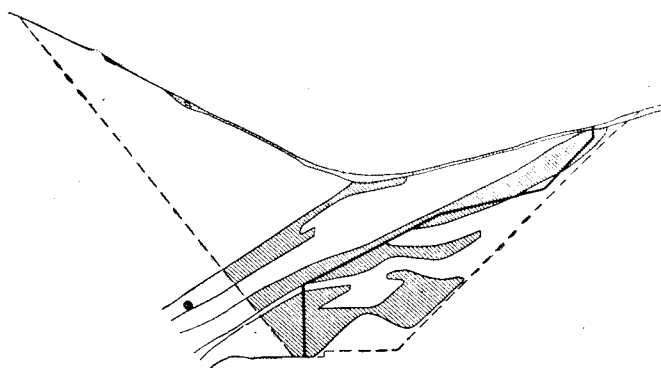


Рис. 1. Поперечный профиль VI Коашвинского месторождения. Жирной линией показано направление углубки карьера

явно выражены особенности строения рудной зоны (в случае более простого строения месторождения достаточно одного характерного или средневзвешенного разреза). Для этих разрезов с контуром карьера, взятым из проекта кондиций института «Гипроруда» (в общем случае — для произвольно принятой глубины карьера) и принятом направлении углубки были построены графики $V=f(P)$. Для получения значений λ и μ на графиках $V=f(P)$ по методу А. И. Арсентьева было произведено усреднение эксплуатационных коэффициентов вскрыши по периодам работы карьера. Для расчетов принимались значения усредненных эксплуатационных коэффициентов вскрыши первого периода n_1 , так как они являлись наибольшими и отражали самую напряженную работу карьера. Прямая первого периода при пересечении с осью ординат отсекает объем горнокапитальных работ V_0 .

На основе полученных коэффициентов λ и μ и ранее определенно-го граничного коэффициента вскрыши рассчитывался допустимый средний коэффициент вскрыши. Результаты расчетов приведены в таблице.

Исходные данные для расчета допустимого среднего коэффициента вскрыши

Показатели	Разрезы					Средние значения, принимавшиеся при оконтуривании
	VI	VII	VII ^a	VIII	X ^a	
$n_{\text{ср}}, \text{м}^3/\text{м}^3$	2,63	3,98	4,97	3,57	2,78	3,59
$n_0, \text{м}^3/\text{м}^3$	0	0,40	0,32	0,25	0,32	0,26
$n_{\text{сз}} = n_{\text{ср}} - n_0, \text{м}^3/\text{м}^3$	2,63	3,58	4,65	3,32	2,46	3,33
$n_1, \text{м}^3/\text{м}^3$	6,11	6,72	7,30	7,34	3,82	6,26
λ	2,32	1,88	1,57	2,21	1,55	1,88
μ	0,00	0,10	0,06	0,07	0,12	0,07
$n_{\text{ср.д}}, \text{м}^3/\text{м}^3$	2,16	2,80	3,25	2,50	3,38	2,75

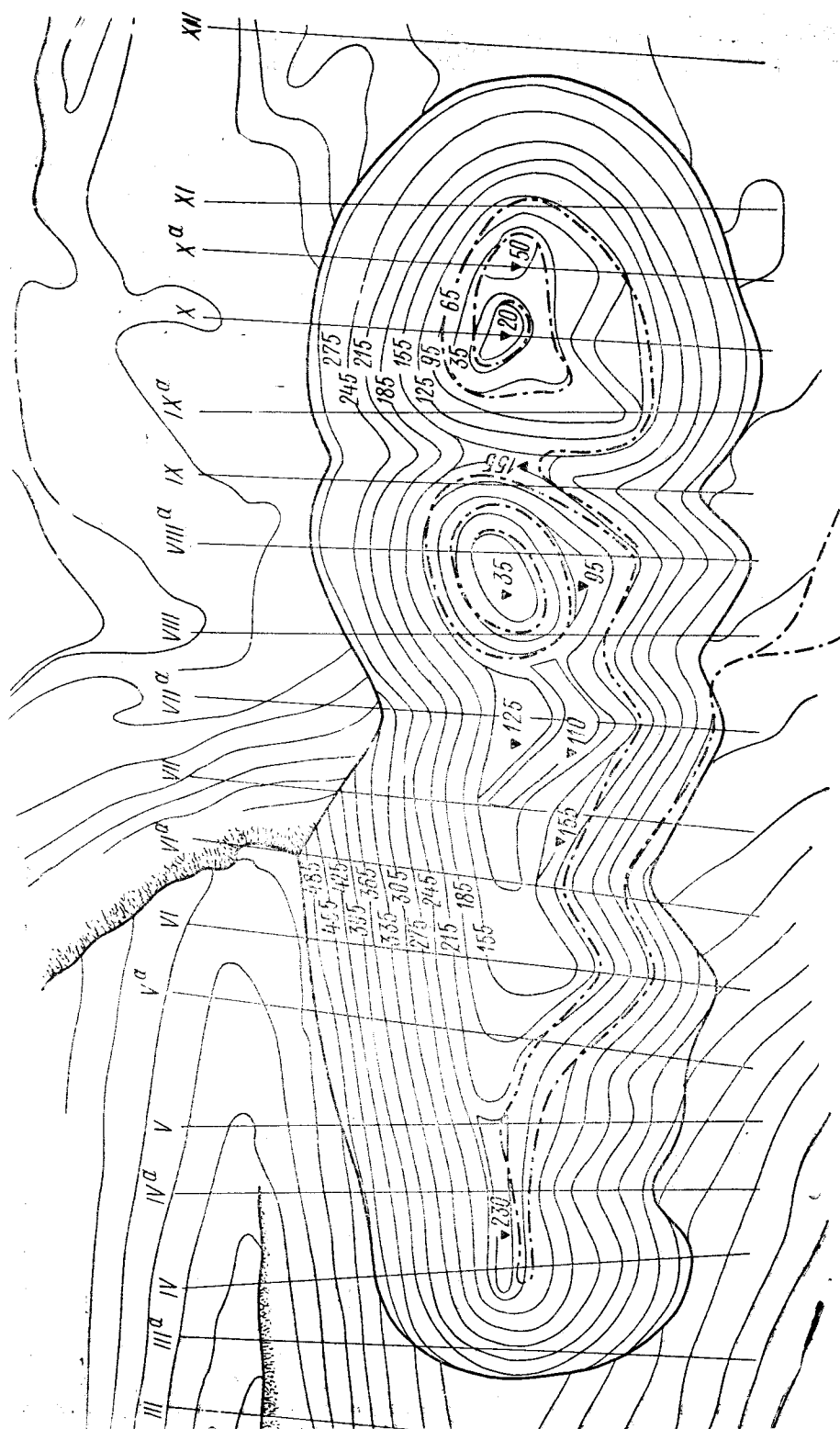


Рис. 2. Схема Кошвинского карьера в обработанном виде

Итак, для расчетов был принят $n_{ср.д} = 2,75 \text{ м}^3/\text{м}^3$. Контур карьера отстраивался на всех поперечных разрезах методом последовательных приближений до соблюдения условия $n_{ср} = n_{ср.д}$. Дальнейший порядок работы совпадал с принятым в проектной практике. Отметки дна с поперечных разрезов выносились на продольный разрез, где нивелировалось дно карьера в соответствии с транспортными и технологическими требованиями. Затем корректировались границы на поперечных разрезах и отстраивался карьер в отработанном виде (рис. 2). Размеры его составили: длина по верху 2200 м; ширина по верху 800 м; глубина по замкнутому контуру 260 м; глубина с учетом нагорной части 480 м. Запасы руды в контуре карьера 93 млн. т. Объем пустых пород 106,4 млн. м^3 .

Для анализа и сравнения полученных данных с исходными были построены погоризонтные планы с отметками принятых горизонтов. На этих планах в соответствии с принятой системой разработки и направлением углубки нанесены положения фронта горных работ, соответствующие окончанию периода подготовки каждого горизонта. Объ-

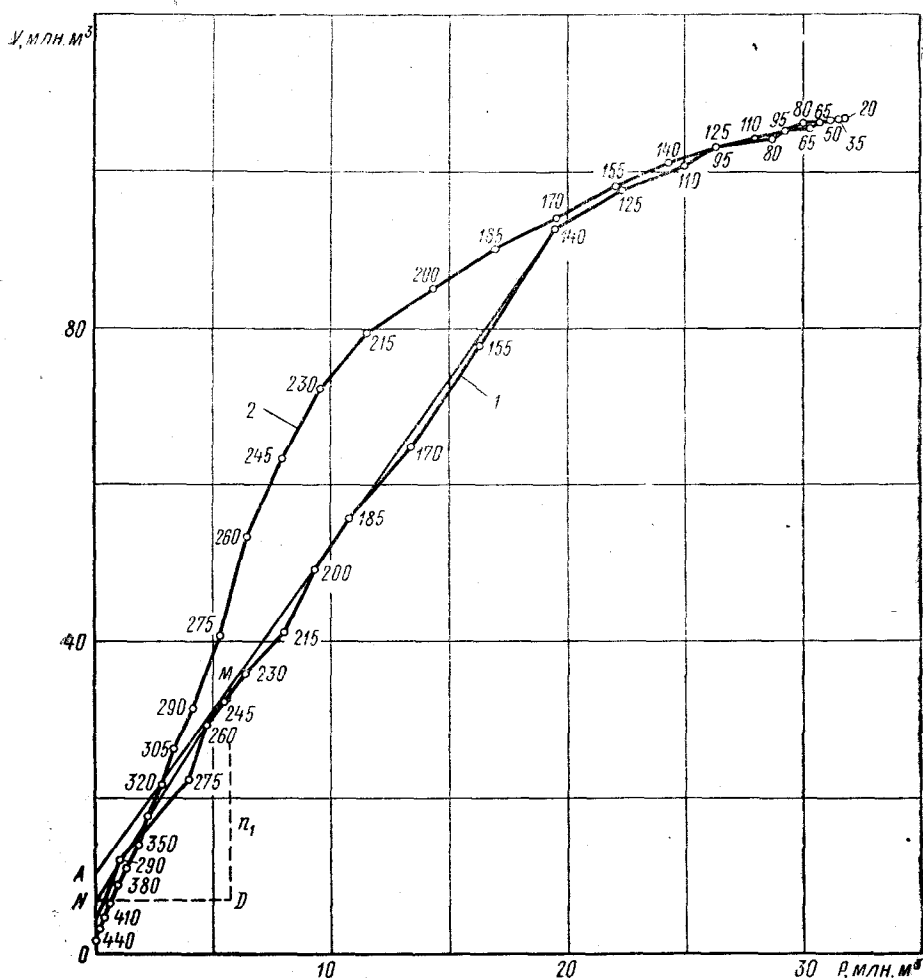


Рис. 3. График нарастающих объемов пустых пород в зависимости от нарастающих объемов руды для Кошвинского карьера

1 — при $\varphi = \varphi_{\text{таж}}$; 2 — при $\varphi \rightarrow 0$

мы пород и руды, соответствующие отдельным периодам, перенесенные нарастающим итогом на график, дали кривую 1; нарастающие погоризонтные объемы руды и породы — кривую 2 (рис. 3).

Из графика $V=f(P)$ для всего карьера расчетные коэффициенты приняли следующие значения: $\lambda_1=1,56$, $\mu=0,10$. Первый уменьшился, а второй увеличился по сравнению с принимавшимися для определения границ. В результате усреднения по периодам эксплуатационного коэффициента вскрыши для всего карьера увеличился объем горнокапитальных работ с 6 до 10,4 млн. m^3 . В свою очередь, на основании увеличения объема горнокапитальных работ, среднеэксплуатационный коэффициент вскрыши $n_{ср}$ уменьшился с 3,33 до 3,05 m^3/m^3 . Средний коэффициент по карьере $n_{ср}$ составил 3,38 m^3/m^3 , отличаясь от среднедопустимого $n_{ср.д}$ (2,75 m^3/m^3), применявшегося при определении границ на 22,9%.

Определенный на основе окончательно полученных данных допустимый средний коэффициент вскрыши

$$n_{ср.д} = \frac{5}{1,56 - 0,1(1,56 - 1)} = 3,33 \text{ } m^3/m^3.$$

Ошибка составила

$$\frac{3,38 - 3,33}{3,33} 100 = 1,5\%.$$

Сумма первоначального и наибольшего усредненного эксплуатационного коэффициентов в полученных границах

$$n_0 + n_1 = 0,33 + 4,77 = 5,10 \text{ } m^3/m^3.$$

Относительное отклонение от граничного коэффициента вскрыши, принимавшегося для оконтуривания, составило

$$\frac{(n_0 + n_1) - n_r}{n_r} 100 = \frac{5,1 - 5,0}{5,0} 100 = 2\%.$$

Учитывая очень большую сложность Коашвинского месторождения, полученные результаты можно считать вполне удовлетворительными. Этим подтвердилась достаточная надежность метода использования допустимого среднего коэффициента вскрыши.