

$$l_c = l_o - h \cdot ctg\varphi - h_1 \cdot ctg\gamma = 20,9 - 6 \cdot 1,235 - 4 \cdot 0,176 = 12,8.$$

Полученный результат рассчитан согласно законам баллистики движения пород при взрыве, поэтому может считаться точным. Однако на практике ширину неубранной горной массы на уровне верхнего торца заряда целесообразно брать с запасом. Например, среднее значение линии сопротивления по подошве перед 1-м рядом скважин в паспортах берут равной 10,5 м. Фактически имеет место случай, когда значение ЛСПП меньше проектных значений. Соответственно и ширина развала будет увеличена. Поэтому ширину неубранной горной массы берут на 30 % выше, чем теоретически рассчитанный результат, что будет составлять порядка 17 м. Тогда на уровне подошвы уступа ширина подпорной стенки должна равняться 25 м.

Список литературы

1. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Проблемы гидродинамики и их математические модели. - М.: Наука, 1973. - 416 с.
 2. Мельников Н.В. Определение устойчивости откосов уступов на карьерах КМА. - М., 1964. 42 с.
 3. Бронников Д.М. Исследование закономерностей дробления руды при ее отбойке взрывными скважинами». - М., 1963.
 4. Садовский М.А. Взрывная волна и защита от нее. - Свердловск: ОГИЗ, 1942. - 45 с.
 5. Малахов Г.М. Управление горным давлением при разработке рудных месторождений Криворожского бассейна. - Киев: Наук. думка, 1990. - 199 с.
 6. Кузнецов В.М. Математические модели взрывного дела. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1977. - 262 с.
 7. Родионов В.Н. К вопросу о повышении эффективности взрыва в твердой среде. - М., 1962. - 30 с.
 8. Черниговский А.А. Применение направленного взрыва в горном деле и строительстве. - М.: Недра. 1976. - 319 с.
 9. Ильин В.И. Буровзрывные работы на карьерах. - М., 1978.
 10. Клевцов И.В. Схемы взрывания на карьерах и качество дробления горной массы. - К.: Техника, 1981. – 103 с.
 11. Кушко А.А. Исследование и разработка методов управления параметрами развала горной массы при взрывной отбойке пород в карьере. - Кривой Рог, 1976. - 40 с.
- Рукопись поступила в редакцию 16.03.12

УДК 622.271:622.7.012

С.А. ЛУЦЕНКО, канд. техн. наук, доц.,
И.В. БАРАНОВ, О.Ю. БЛИЗНЮКОВА, ассистенты
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРА ПО РУДЕ ПРИ ЗАДАННОМ НАПРАВЛЕНИИ РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Предложена новая методика определения производительности карьера по руде, которая учитывает заданное направление развития горных работ в карьере.

Производительность по руде один из основных параметров карьера, определяющих экономические показатели открытой разработки любого месторождения полезных ископаемых. Она устанавливается в пределах горных возможностей месторождения по потребности в полезном ископаемом. Какова бы не была потребность в полезном ископаемом, ее стремятся удовлетворить с минимальными затратами на вскрышные работы.

Поэтому в практике проектирования чаще всего выбирают направление развития горных работ, обеспечивающее работу карьера с минимальными текущими коэффициентами вскрыши. Однако такая работа на некоторое время может исключать добычу руды на участках, не обеспечивающих минимальные текущие коэффициенты вскрыши, что исключит возможность увеличения производительности карьера. Если развивать горные работы во всех направлениях, где прослеживается полезное ископаемое, то производительность увеличится, но текущий коэффициент вскрыши выйдет за рамки минимального.

В конечном итоге необходимо будет решать экономическую задачу: выгодно работать с меньшей производительностью и меньшими коэффициентами вскрыши или с большей производительностью и большими текущими коэффициентами вскрыши. Но при любом ответе на этот вопрос, учитывая взаимосвязь направления развития горных работ в карьере и его производительности, необходимо определять максимально возможную производительность при заданном направлении развития горных работ.

Методику определения производительности по руде A_p при выбранном развитии горных работ рассмотрим на примере условного карьера, разрабатывающего крутопадающую залежь вытянутой формы (рис. 1). Отметка дневной поверхности гор. ± 0 м.

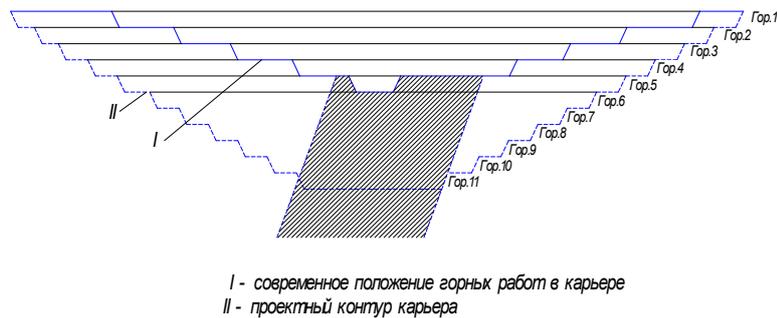


Рис. 1. Поперечный разрез месторождения с нанесенными проектными контурами карьера и современным состоянием горных работ в карьере

Исходным материалом для определения максимальной производительности при заданном развитии горных работ являются погоризонтные планы карьера, на которых показан порядок от-

работки уступов по мере понижения горных работ (рис. 2а,б,в,г,д). Установленный порядок отработки уступа при заданном направлении развития горных работ на погоризонтных планах характеризуется линиями, фиксирующими положение фронта горных работ на момент вскрытия и подготовки каждого горизонта. Горизонт считается подготовленным, если на нем пройдена съездная и разрезная траншеи, которые обеспечивают нормальную работу хотя бы одного экскаватора.

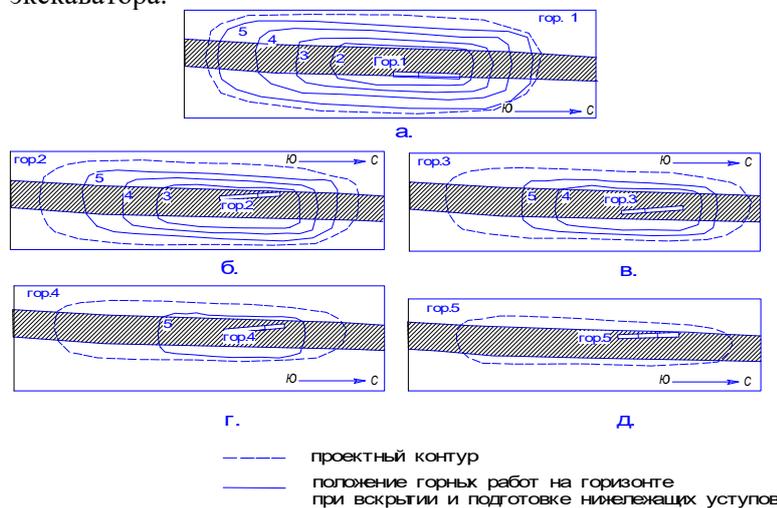


Рис. 2. Погоризонтные планы карьера

Для определения максимально возможной производительности карьера по руде необходимо определить производительность, которую может обеспечить каждый уступ по мере углубки дна карьера в соответствии с заданным направлением развития горных работ.

Одним из показателей, определяющих производительность уступа по руде при заданном направлении развития горных работ, является величина подвигания уступа l в разных направлениях от сложившегося

состояния.

Для карьеров, разрабатывающих залежи вытянутой формы, рекомендуется система разработки с поперечными заходками. Поэтому рудный фронт на уступе практически будет состоять из «Северного» и «Южного» фронтов работ, протяженность которых в принятом случае не превышает горизонтальной мощности залежи. При наличии рудного фронта работ в других направлениях его также делят на участки с различным подвиганием, характерным для заданного направления развития горных работ.

Из рис. 1 видно, что при понижении дна карьера с гор. 1 на гор. 2 рудный фронт горных работ гор. 1 необходимо подвинуть в «Северном» и «Южном» направлениях на разное расстояние. При этом максимальное подвигание фронта горных работ l_j^{max} наблюдается в «Южном» направлении. В «Северном» направлении подвигание фронта горных работ на этом уступе l_i будет меньше. Различие в величине подвигания фронта горных работ в различных направлениях обусловлено выбранным развитием горных работ, обеспечивающим работу карьера с минимальными коэффициентами вскрыши.

Для достижения максимальной производительности карьера по руде необходимо подвигать рудный фронт с максимальной скоростью, м/год

$$l_{p,max} = Q_{экс} / L_{бл}^{min} h_y, \quad (1)$$

где $Q_{\text{экс}}$ - производительность экскаватора, м³/год; $L_{\text{бл}}^{\text{min}}$ - минимальная длина экскаваторного блока, м; h_y - высота уступа, м.

Закономерность развития открытых горных работ предполагает, что для вскрытия и подготовки нижележащего уступа необходимо осуществить подвигание горных на всех вышележащих уступах. Как видно из рис. 3, для того чтобы вскрыть гор. 5, необходимо осуществить подвигание фронта горных работ на вышележащих уступах как по руде, так и по вскрыше. Величина подвигания на каждом уступе определяется выбранным направлением развития горных работ.

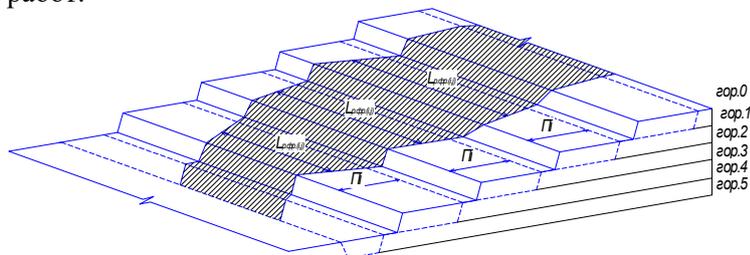


Рис. 3. Необходимое подвигание горных работ на вышележащих уступах при подготовке гор. 5

При этом должны соблюдаться условия, что при j -й углубке дна карьера фронт горных работ i -го уступа должен в горизонтальном направлении («Южное» и

«Северное» направление) одновременно подойти к линии, характеризующей выбранное развитие горных работ, т.е

$$t_{ij}^{\text{юг}} = t_{ij}^{\text{сев}}, \quad (2)$$

$$t_{ij}^{\text{юг}} = t_{(i+1,j)}^{\text{юг}}, \quad (3)$$

$$t_{ij}^{\text{сев}} = t_{(i+1,j)}^{\text{сев}}, \quad (4)$$

где $t_{ij}^{\text{юг}}$, $t_{ij}^{\text{сев}}$ – время, необходимое для подвигания фронта горных работ в горизонтальном направлении на i -м рабочем уступе до положения, обеспечивающего выбранное направление развития горных работ при j -й углубке дна карьера.

Отсюда необходимая скорость перемещения i -го уступа в Южном направлении будет равна, м/год

$$l_{p(i)}^{\text{юг}} = \frac{Q_{\text{экс}}}{L_{\text{бл}} h_y} \frac{\Pi_{(i,j)}^{\text{юг}}}{\Pi_{\text{max}}}, \quad (5)$$

где Π_{max} – максимальное подвигание рудного фронта при j -й углубке дна карьера, м; $\Pi_{(i,j)}^{\text{юг}}$ – подвигание рудного фронта на i -м уступе, необходимое для соблюдения выбранного развития горных работ при j -й углубке дна карьера, м.

Для определения производительности карьера по руде при выбранном направлении развития горных работ необходимо определить длину рудного фронта на i -м уступе при j -й углубке в каждом направлении, а также возможное подвигание фронта горных работ. Все полученные результаты заносим в табл. 1.

Таблица 1

| Горизонт подготовки | | Длина рудного фронта и его подвигание по мере углубки дна карьера | | | | | | | | Π_{max} , м | $\Sigma L_{\text{фр}}^p$, м | t , лет | ΣA_p , млн м ³ /год |
|---------------------|-------------------|---|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|-----------|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | |
| | | «Южное» направление | «Северное» направление | «Южное» направление | «Северное» направление | «Южное» направление | «Северное» направление | «Южное» направление | «Северное» направление | | | | |
| 2 | $L_{\text{фр}}^p$ | 300 | 300 | | | | | | | 450 | 600 | 3,5 | 10 |
| | П | 450 | 150 | | | | | | | | | | |
| 3 | $L_{\text{фр}}^p$ | 300 | 300 | 300 | 300 | | | | | 450 | 1200 | 5,5 | 11,5 |
| | П | 320 | 140 | 450 | 150 | | | | | | | | |
| 4 | $L_{\text{фр}}^p$ | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | | | 450 | 1800 | 5,5 | 13 |
| | П | 340 | 150 | 320 | 140 | 450 | 150 | | | | | | |
| 5 | $L_{\text{фр}}^p$ | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 450 | 2400 | 9,5 | 15 |
| | П | 350 | 145 | 340 | 150 | 320 | 140 | 450 | 150 | | | | |

Таблица составляется последовательно по горизонтальным строкам. Например, при углубке на гор. 3 необходимо определить подвигание фронта горных работ и рудный фронт на гор.1 и гор. 2 и т.д. После этого определяем:

максимальное подвигание рудного фронта при j -й углубке дна карьера (табл. 1, столбец Π_{\max});

длину рудного фронта в карьере при j -й углубке (табл. 1, столбец ΣL_{fp}^j). Длина рудного фронта в карьере определяется как сумма активных фронтов на каждом уступе при j -й углубке; продолжительность работы карьера при понижении горных работ с i -го уступа на уступ $i+1$ (табл. 1, столбец t). Время определяется по формуле, лет

$$t = \frac{L_{\text{бл}}^{\min} \Pi^{\max} h_y}{Q_{\text{экс}}}, \quad (6)$$

Сумарную производительность уступов по руде при j -й углубке (табл. 1 столбец ΣA_p). Сумарная производительность по руде определяется по формуле, м³/год

$$\Sigma A_{p(j)} = \sum_{i=1}^n A_{p(i,j)}, \quad (7)$$

где n - количество рабочих уступов при j -й углубке; $A_{p(i,j)}$ - производительность по руде i -го уступа при j -й углубке.

Производительность по руде i -го уступа определяется по формуле, м³/год

$$A_{p(i,j)} = A_{p(i,j)}^{\text{юэ}} + A_{p(i,j)}^{\text{сее}}. \quad (8)$$

Производительность уступа в «Южном» («Северном») направлении определяется по выражению, м³/год

$$A_{p(i,j)}^{\text{юэ}} = \frac{Q_{\text{экс}}}{L_{\text{бл}}^{\min} h_y} L_{p(i,j)}^{\text{юэ}} h_y \frac{\Pi_{(i,j)}^{\text{юэ}}}{\Pi_{\max}}, \quad (9)$$

где $L_{p(i,j)}^{\text{юэ}}$ - длина рудного фронта горных работ в «Южном» направлении на i -м уступе при j -й углубке, м.

Отсюда с учетом выражений (1) и (9) производительность по руде составит, м³/год

$$A_{p(i,j)} = \frac{L_{p,\max} h_y}{\Pi_{\max}} (L_{p(i,j)}^{\text{юэ}} \Pi_{(i,j)}^{\text{юэ}} + L_{p(i,j)}^{\text{сее}} \Pi_{p(i,j)}^{\text{сее}}). \quad (10)$$

При сооставлении таблицы необходимо следить за тем, чтобы соблюдалось условие (в пределах каждой j -й углубки)

$$\Pi_{(i+1,j)} + B_{(i+1,j)} - \Pi_{(i,j)} \geq B_n, \quad (11)$$

где $\Pi_{(i+1)}$ - подвигание рудного фронта на вышележащем уступе, необходимое для соблюдения выбранного развития горных работ, м; $B_{(i+1)}$ - ширина рабочей площадки на вышележащем уступе, м; B_n - нормальная ширина рабочей площадки, м.

После определения производительности уступов по руде отстраиваем гистограмму распределения производительности карьера по руде, где на оси ординат откладывается сумарная производительность уступов по руде при j -й углубке, а по оси абсцисс - нарастающее время работы карьера при понижении его дна (рис. 4).

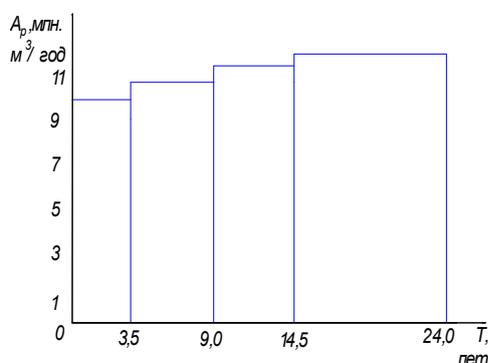


Рис. 4. Гистограмма распределения производительности уступов по руде

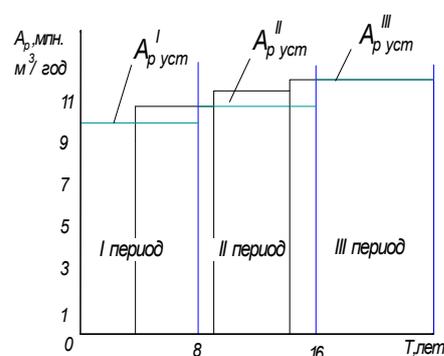


Рис. 5. Определение максимально возможной устойчивой производительности по руде

После этого весь срок отработки карьера разбиваем на периоды, при этом продолжительность периода усреднения должна быть не менее 7-8 лет (т.е. равна сроку окупаемости основных фондов). В пределах каждого периода определяем максимально возможную устойчивую производительность карьера по руде (рис. 5). Из рис. 4 следует, что производительность первого периода составит 10 млн т/год, второго – 11,5 млн т/год, третьего – 13 млн т/год.

После определения производительности карьера и времени отработки месторождения определяем производительность по вскрыше. Для этого по выбранному направлению развития горных работ отстраиваем график нарастающих объемов вскрышных пород и руды $V=f(P)$. По данному графику усредняем и определяем эксплуатационные коэффициенты вскрыши, а далее, в зависимости от производительности карьера по руде, в пределах каждого периода определяем производительность по вскрыше.

Приведенная методика позволяет определить максимально возможную производительность карьера по руде при порядке развития горных работ, обеспечивающем работу карьера с минимальными текущими коэффициентами вскрыши.

Рукопис подано до редакції 21.02.12

УДК 622.34

І.Є. ГРИГОР'ЄВ, канд.техн.наук, доц., Ю.І. ГРИГОР'ЄВ, магістрант,
О.О. ПОПРОЖУК, студентка, ДВНЗ «Криворізький національний університет»

УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ПРОЕКТУВАННЯ ГІРНИЧИХ ОБ'ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ФОРМАЛІЗАЦІЇ ТА АЛГОРИТМІЗАЦІЇ

Розглянуто та проаналізовано використання основних типів алгоритмів при проектуванні гірничих об'єктів у сучасних умовах.

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними задачами. Для підвищення ефективності та надійності проектних рішень, що приймаються при проектуванні гірничих об'єктів, в умовах невизначеності й неповноти вхідної інформації щодо об'єкта проектування необхідно застосовувати інформаційні технології. Такий підхід до процесу проектування гірничих об'єктів дозволяє прорахувати безліч альтернативних варіантів проекту розробки родовища корисних копалин. Широке застосування інформаційних технологій з використанням економіко-математичних методів та моделей дозволяє встановити кількісні та якісні взаємозв'язки та закономірності об'єкта проектування, визначити основні показники, якими характеризують варіант проекту. Тому подальший розвиток методів моделювання при проектуванні гірничих об'єктів є актуальною науково-практичною задачею.

Аналіз досліджень і публікацій: У радянські часи при виконанні проектних дій у гірничій промисловості широко застосовували економіко-математичні методи та моделі такі відомі вчені, як: Резниченко С.С., Хронін В.В., Арсентьев О.І., Ржевський В.В., Мельников М.В., Новожилов М.Г., Хохряков В.С., Астаф'єв Ю.П. та багато інших. У сучасній Україні розвитком такого підходу при проектуванні гірничих об'єктів займалися та займаються видатні вчені: Бизов В.Ф., Завсєгдашній В.О., Четверик М.С., Близиюков В.Г., Ковальчук В.А., Вілкул Ю.Г. та багато інших.

Для прийняття проектного рішення щодо досягнення мети проекту необхідно виконати оцінку показників варіанта проекту та вибрати серед них найкращий. Рішення проектувальника – це альтернатива, вибраний варіант проекту. Мета проекту – це майбутній та заданий стан системи показників проекту. У такому разі проект необхідно розглядати як систему та вивчати його за допомогою системного підходу. Множинність варіантів дій системи – це знакові моделі майбутнього стану проекту, визначення технологій проектних дій, які різняться як ресурсами, так і ймовірними результатами.

Постановка задачі: У даній роботі з метою підвищення ефективності проектних робіт при проектуванні гірничого підприємства запропоновано активно використовувати інформаційні технології. Такий підхід до об'єкта проектування дозволяє моделювати варіанти розвитку майбутнього стану гірничоекономічної системи, її основні показники. Запорукою успішного вирішення проблем проектування є широке використання економіко-математичних методів та