© И.Л. Гуменик, А.И. Панасенко, А.М. Маевский, 2007

УДК 622.271

И.Л. Гуменик, А.И. Панасенко, А.М. Маевский

РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ УСТАНОВЛЕНИЯ КОНЕЧНЫХ КОНТУРОВ КАРЬЕРНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПОЛОГОПАДАЮЩИХ ЗАЛЕЖЕЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Семинар № 16

Современное развитие открытых горных работ характеризуется возрастанием их глубины. Это приводит к существенному ухудшению технико-экономических показателей работы горных предприятий и снижению техногенной безопасности. Таким образом, наносится значительный экономический и экологический ущерб от ведения горных работ. Этот ущерб может быть существенно снижен, если решения о целесообразности разработки крупноплощадных месторождений с большой мощностью вскрышных пород будут приниматься на основе современного теоретико-методологического обоснования способа и глубины разработки, а так же экологически безопасной технологии открытых горных работ, которая отвечает требованиям общей концепции устойчивого развития.

Анализ научно-исследовательских работ по теории и методологии создания экологически безопасной технологии открытых горных работ при разработке крупноплощадных месторождений с большой мощностью вскрышных пород показал, что ряд аспектов проблемы в ее теоретико-методологическом и прикладном аспектах остаются недостаточно установленными и требуют дальнейшего научного обоснования и поиска эффективных практических решений.

При установлении способа разработки горизонтальных и пологих месторождений и конечной глубины карьера в зависимости от конкретных горно-геологических условий следует использовать три методологических принципа:

1) сравнение граничного коэффициента вскрыши ($K_{гр}$) со средним ($K_{ср}$) ($K_{гр} \geq K_{ср}$);

2) сравнение суммарных расчетных затрат на разработку месторождения открытым $З_о$ и подземным $З_п$ способами ($З_о \leq З_п$);

3) оптимизация суммарных расчетных затрат на разработку месторождения открытым и подземным способами ($\sum З = З_о + З_п \rightarrow min$).

Первые два принципа более приемлемы для случаев, когда залежи горизонтальные ($\alpha \leq 1°$) и находятся на такой глубине от поверхности, что могут быть отработаны при сегодняшнем уровне развития техники и технологии горных работ открытым или подземным способами. При этом второй принцип сравнения $З_о \leq З_п$ позволяет непосредственно определить расчетные затраты и возможную прибыль или ущерб от разработки месторождения. Он более приемлем при необходимости учета дополнительных факторов.

Третий принцип $\sum З = З_о + З_п \rightarrow min$ может быть использован в двух случаях:

1) залежи пологие, падающие, а также мульдо-, штоко- и линзообразные;

2) залежи горизонтальные, однако часть территории горного отвода по условию её застроенности не позволяет эффективно использовать открытый способ разработки.

Все указанные принципы установления способа разработки месторож-дения и конечных границ открытых горных работ основываются на использовании трех удельных экономических показателей: себестоимостей добычи единицы полезного ископаемого открытым $C_д$ и подземным $C_п$ способами, а также стоимости разработки 1 м^3 вскрыши $C_в$.

Величины $C_п$, $C_д$ и $C_в$ наиболее часто принимаются на основе статистических или проектных данных при разработке аналогичных месторождений. Как показали многочисленные исследования, сравнение затрат при открытой и подземной разработках не всегда возможно осуществить, тем более при современной ситуации, сложившейся в последние годы в Украине при разработке горизонтальных залежей полезных ископаемых, когда подземный способ применяется очень редко. Такое положение характерно для эксплуатируемых месторождений бурого угля (п.о. «Александрия-уголь»), марганцевой руды (Никопольский марганцеворудный бассейн), титаноциркониевых руд (Вольногорский ГМК), а также для перспективных месторождений Украины бурого угля и горючих сланцев.

В случаях, когда величина $C_п$ неизвестна, необходимо устанавливать допустимую себестоимость единицы полезного ископаемого ($C_{доп}$) исходя из следующих предпосылок. Так, при заданной норме прибыли S величина $C_{доп}$ составит

$$C_{доп} = \frac{Ц}{1+S}, \quad грн/т \qquad (1)$$

где Ц – цена единицы полезного ископаемого, грн/т;

Отличительной особенностью рекомендуемой методики является то, что при расчете граничного коэффициента вскрыши, а также эксплуатационных затрат на вскрышные и добычные работы, величины $C_в$ и $C_д$ учитываются как переменные, т.е. зависимые от роста мощности вскрыши и, соответственно, глубины карьера ($H_к$). Результаты исследований по установлению зависимостей $C_в = f_1(H_к)$ и $C_д = f_2(H_к)$ приводятся ниже.

При установлении рациональных способа разработки месторождения и конечной глубины открытых горных работ во всех случаях следует учитывать величину ущерба, возникающего в результате нарушения земель горными работами (У), которую компенсирует ГДК.

Так, принцип сравнения расчетных затрат при открытом и подземном способах разработки месторождения $З_о \le З_п$ представляется в общем виде как

$$C_в V_в + C_д V_д + У \le C_п V_д , \qquad (2)$$

где $V_в$ и $V_д$ – соответственно объёмы вскрышных пород и полезного ископаемого в заданных контурах карьерного поля, м^3; $У$ – суммарный ущерб, наносимый окружающей среде из-за производства открытых горных работ, и возмещаемый ГДП, грн;

Величина $У$ зависит от вида экологических нарушений, размеров карьерного поля и определяется по установленным закономерностям.

При освоении горизонтальных рудных месторождений и установлении конечных границ открытых горных работ величина граничного коэффициента вскрыши ($K_{гр}$)

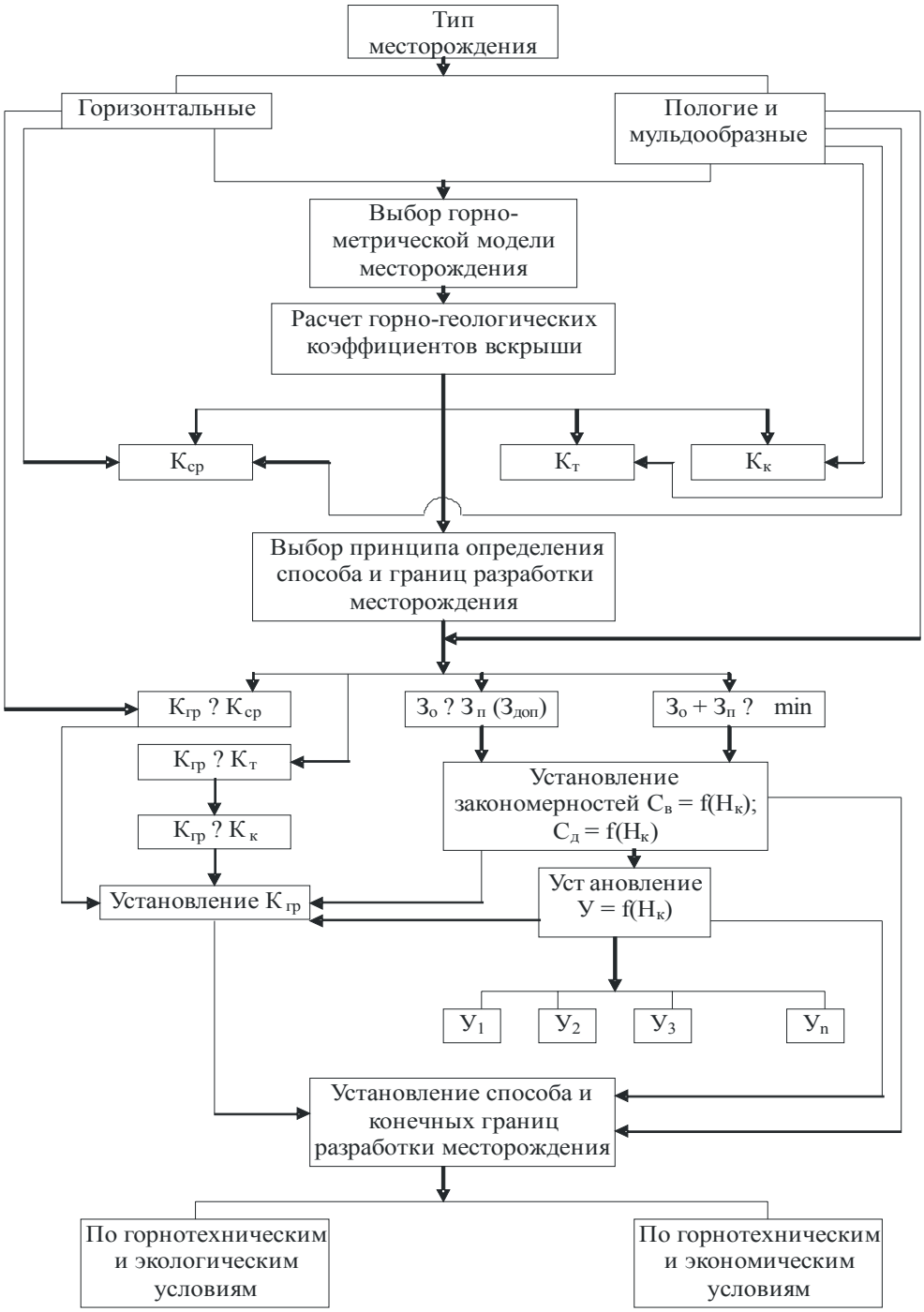

Рис. 1. Структурно-логическая схема методики установления способа разработки месторождения и конечных контуров карьерного поля

рассчитывается исходя из удельной величины ущерба (y), т.е.

$$K_{гр} = \frac{C_П - C_Д - y}{C_В}, \qquad (3)$$

где $y = \frac{У}{V_Д}, \quad грн/м^3.$ (4)

Использование принципа $K_{гр} \geq K_{ср}$ требует уточнения не только величины $K_{гр}$, но и $K_{ср}$, поскольку имеются несколько его разновидностей и разных методических подходов к их определению.

Для пологих и мульдообразных залежей, когда угол падения пластов ($\alpha > 1^o$), применимо сравнение граничного коэффициента вскрыши со средним ($K_{гр} \geq K_{ср}$), текущим ($K_{гр} \geq K_т$) и контурным ($K_{гр} \geq K_к$) коэффициентами.

Исходя из вышеизложенных основных положений методики установления способа разработки месторождения и конечных контуров карьера, составлена её структурно-логическая схема, определяющая последовательность выполнения расчетов (рис. 1).

Апробация рекомендуемой методики установления способа разработки месторождения и конечной глубины открытых горных работ произведена на примере горно-геологических условий эксплуатируемых горизонтальных месторождений (Никопольский марганцево-рудный бассейн, месторождения бурого угля ГХК «Александрияуголь»), а также намечаемых к освоению перспективных пологих (мульдообразных) месторождений Украины горючих сланцев (Болтышское) и бурого угля (Ново-Дмитровское). Эти месторождения характеризуются общей схожестью вскрышных, а также соответственно предполагаемой и существующей технологиями их разработки. Кроме того, для рассматриваемых месторождений характерным является диапазон изменения мощности вскрыши от 40 до 300 м (в целом). Диапазон изменения мощности залежи от 2 м (Никопольский марганцево-рудный бассейн) до 15 м (в среднем) на Болтышском месторождении горючих сланцев.

Приняв за основу эти исходные геологические условия, воспользуемся первоначально вторым принципом решения поставленной научной проблемы, а именно $З_о \leq З_п$, поскольку первый принцип $K_{гр} \geq K_{ср}$ следует из второго, т.е. $З_о = З_п$, а

$$З_о = C_в \cdot K_в + C_д + У, \qquad (5)$$

или

$$K_в = K'_{ср} = K_{гр} = \frac{C_П - C_Д - У}{C_В}, \qquad (6)$$

где $K_в$ – коэффициент вскрыши (в общем случае); $K'_{ср}$ – средний коэффициент вскрыши с учетом первоначального K_o; $C_п$ – себестоимость добычи 1 м^3 полезного ископаемого подземным способом, грн; $C_д$ – то же открытым способом (без учета затрат на вскрышные работы), грн/м^3; $C_в$ – стоимость извлечения 1 м^3 вскрыши, грн; $У$ – ущерб от изъятия земель из сельскохозяйственного производства, грн/м^3.

Указанные удельные экономические показатели $C_в$ и $C_д$ принимались с учетом установленных закономерностей их изменения с ростом мощности вскрыши и, соответственно, глубины карьера. Вместо величины $C_п$ принималась допустимая себестоимость добычи 1 м^3 полезного ископаемого (с учетом вскрышных работ). Величина $C_{доп}$ принята в диапазоне 50÷200 грн/м^3, который в целом охватывает все виды полезных ископаемых рассматриваемых месторождений.

Параметры карьерного поля по дну $B_д$ = 2000 м и длина $L_д$ = 5000 м. Эти размеры типичные для карьеров ОГОКа и ГХК «Александрияуголь». Таким об-

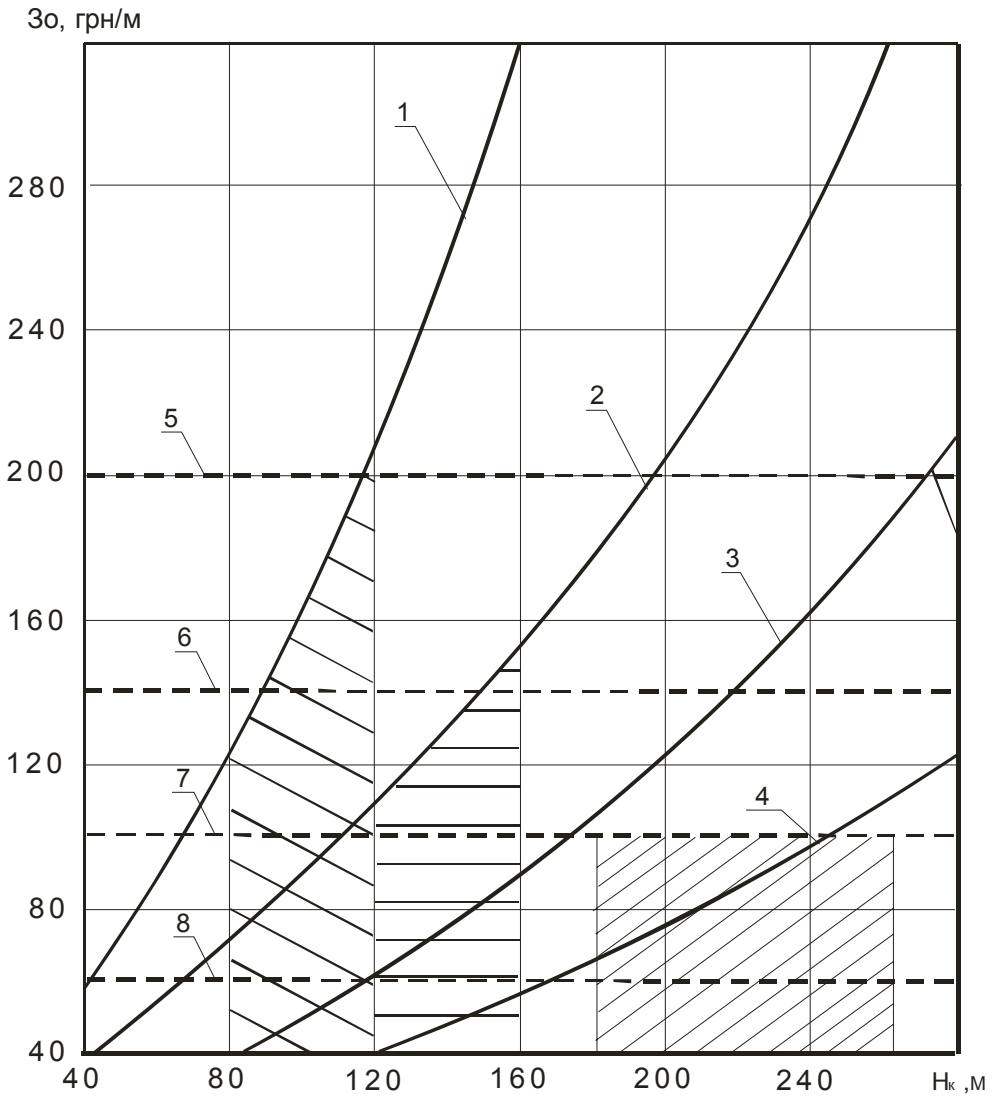

Рис. 2. Графики зависимости Зо = f(Нк): 1, 2, 3 и 4 соответственно $h_{пи}$ = 2, 5, 10 и 20 м; 5, 6, 7 и 8 соответственно *Сдоп* = 60, 100, 140 и 200 грн/м^3

разом, объём добычи $V_д$ будет независимым от изменения $H_в$ (при $h_{пи}$ = const).

Для указанных исходных данных выполнены расчеты по решению поставленной задачи установления рациональных границ открытых горных работ. Результаты расчетов представлены на рис. 2 в виде графиков зависимостей удельных (грн/м^3) затрат на открытый способ разработки ($З_о$) от роста глубины карьера $H_к$. Величина $З_о$ включает помимо затрат на вскрышные ($C_в{\cdot}K'_{ср}$) и добычные ($C_д$) работы ущерб ($У$) от нарушения земель горными работами.

Как видно из рис. 2, имеются точки пересечения кривых зависимости $З_о$ = f ($H_к$) и прямых (штриховые линии), соответствующих допустимой себестоимо-

сти $C_{доп}$, что свидетельствует о наличии областей рациональной глубины открытых горных работ. Так, для условий разработки марганцево-рудных месторождений ($h_{пи}$ = 2 м) при цене 1 т сырой руды 80÷120 грн/т, что соответствует диапазону $C_{доп}$ = 140÷200 грн/м^3 (при норме прибыли 20 %), область применения открытого способа ограничивается мощностью вскрыши 80÷120 м.

При средней мощности пласта $h_{пи}$ = 5 м (месторождение бурого угля ГХК «Александрияуголь») и цене за 1т угля 60÷80 грн/т максимальная глубина карьера может составлять 120÷160 м.

Для условий Болтышского месторождения горючих сланцев ($h_{пи}$ = 10÷20 м) и предполагаемой цене 1 т сланцев 40÷50 грн ($C_{доп}$ = 40÷80 грн/м^3) область открытого способа разработки ограничивается 120÷160 м. При большей цене за 1 т сланца величина $H_к$ увеличивается.

В результате выполненных исследований решена актуальная научная задача по дальнейшему развитию методологии установления конечных контуров карьерных полей при разработке крупноплощадных пологопадающих месторождений с большой мощностью вскрышных пород на основании установленных закономерностей изменения площадей земной поверхности, нарушаемой карьерами, степени и качества ее восстановления с увеличением глубины карьера; разработанных принципов определения ущерба от нарушения земной поверхности и социальной инфраструктуры территории; установленных зависимостей изменения объема планировочных работ и затрат на их выполнение с увеличением глубины карьера; установленных закономерностях изменения коэффициентов вскрыши с увеличением мощности вскрышных пород. ГИАБ

Коротко об авторах

Гуменик И.Л., Панасенко А.И., Маевский А.М. – Национальный горный университет, г. Днепропетровск, Украина.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 16 симпозиума «Неделя горняка-2007». Рецензент д-р техн. наук, проф. *В.С. Коваленко.*