

Алгоритм и программа оптимизации строительства горизонтов глубоких шахт

Разработаны алгоритм и программа исследования организационно-технологических параметров строительства подземных горных выработок. Для различных условий исследованы схемы строительства горизонтов второй ступени вскрытия, с учетом возможной интенсивности ведения работ. Предложена методика оптимизации строительства глубоких горизонтов шахт. Ил. 1. Библиогр.: 2 назв.

Ключевые слова: алгоритм, программа, вскрытие, схема, способ, выработка, ствол, квершлаг, штрек, точка встречи, направление работ

An algorithm and a program of research of organizational process conditions for construction of underground mining workings are developed. The schemes for different conditions for construction of the second stage layers of open horizons, taking into account the possible intensity of reference works are investigated. Methodology of optimizing the construction of deep horizons of mines.

Keywords: algorithm, program, development, scheme, methodology, groove, trunk, crosscut, drift, meeting point, the direction of the works

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами

Современный этап функционирования железорудной промышленности Украины характеризуется: исчерпанностью богатых легкодоступных месторождений железных руд; большой глубиной ведения горных работ на карьерах и проблемами, связанными с увеличением выемки вскрышных пород; экологическим ущербом, связанным с деятельностью горнообогатительных комбинатов; увеличением себестоимости продукции при открытой добыче бедных руд и их последующим обогащением, ввиду применения энергозатратных технологий и высокой стоимостью энергоносителей на мировом рынке. Кроме того, следует подчеркнуть постоянный характер роста мировых цен на энергетические ресурсы, что позволяет прогнозировать дальнейшее возрастание себестоимости продукции; близостью к исчерпанию запасов природно-богатых железных руд, разрабатываемых в настоящее время подземным способом и вскрытых с помощью одной ступени вскрытия.

Постановка задачи

Указанное позволяет предполагать возможность в перспективе разработки на больших глубинах (свыше 1500 м) природно-богатых железных руд на действующих шахтах Криворожского бассейна с использованием второй и более высоких ступеней вскрытия месторождений.

Изложение результатов исследования

Указанное позволяет предполагать возможность в перспективе разработки на больших глубинах (свыше 1500 м) природно-богатых железных руд на действующих шахтах Криворожского бассейна с использованием второй и более высоких ступеней вскрытия месторождений. В связи с увеличением глубины добычи полезных иско-

паемых важной и сложной проблемой является вскрытие и разработка месторождений на весьма больших глубинах с помощью использования нескольких ступеней вскрытия. Месторождения железных руд в Криворожском бассейне в различное время вскрывались вертикальными и конвейерными стволами, использовалась их комбинация.

Анализ применения способов вскрытия месторождений, выполненный, в частности, с учетом работ [1, 2], позволил установить следующее.

Вертикальные стволы могут быть пройдены высокими темпами, использованы одновременно для подъема руды, породы, для проветривания, доставки материалов и оборудования, спуска-подъема людей, прокладки трубопроводов и кабельных линий, что невозможно или неэкономично при вскрытии горизонтов наклонными конвейерными стволами. В связи с этим на глубокой шахте высокой производительности при вертикальном подъеме число стволов (главных и вспомогательных) на 30-50 % меньше, чем при конвейерном подъеме в аналогичных условиях.

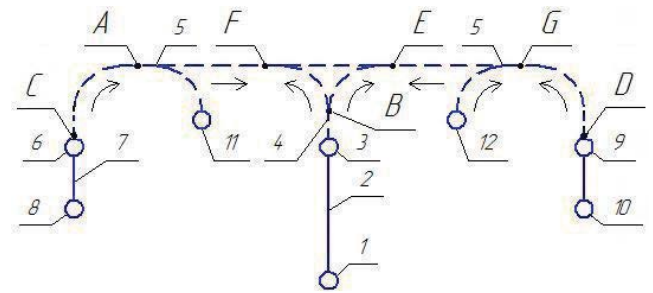
Проходка вертикальных стволов более безопасна даже в условиях высокого горного давления и горных ударов: число рудоподъемных стволов на крупных шахтах можно увеличивать по мере возрастания глубины разработки и уменьшать при доработке месторождения, используя освобожденные стволы для вентиляции.

Конвейерные стволы необходимо проходить сразу в запроектированном комплексе на глубинной очереди, а затем нести по ним эксплуатационные расходы в полном объеме независимо от колебаний в добыче руды.

При конвейерном подъеме большую долю в затратах составляют: амортизация капитальных вложений, стоимость конвейерных лент, поддерживающих роликов, расходы на электроэнергию и обслуживание стволов. Необходимы также дополнительные стволы для подачи воздуха в шахту

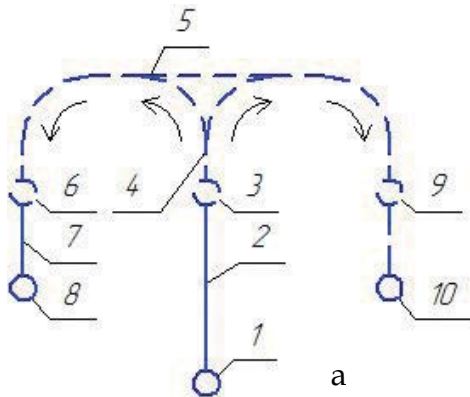
и выполнения вспомогательных операций; для перегрузочных узлов необходимы большие камеры, что допустимо в особо прочных породах и на ограниченных глубинах.

Как представляется в этой связи, для условий глубоких шахт можно рекомендовать вскрытие горизонтов с применением слепых вертикальных стволов. Для различных условий развитие работ может осуществляться по следующим схемам (рисунок).

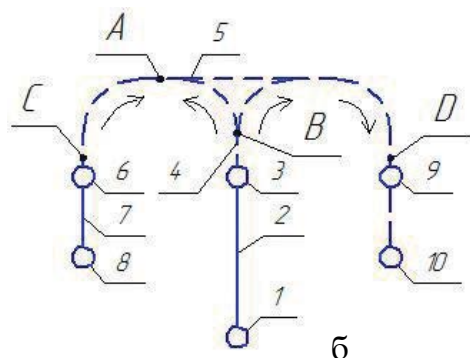


Д

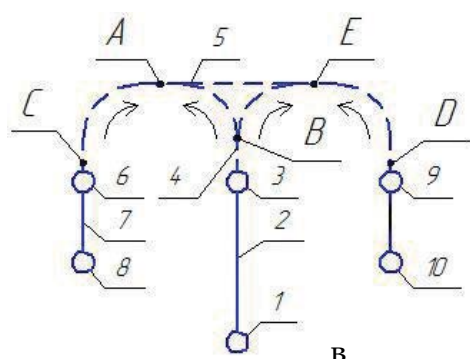
Рисунок. Строительство горизонта второй ступени с использованием: а – одной точки приложения работ (от главного ствола); б – двух точек приложения работ (от главного ствола и одного из фланговых); в – трех точек приложения работ (от главного ствола и обоих фланговых); г – трех точек приложения работ (от главного ствола, флангового и временного околоштрекового); д – пяти точек приложения работ (от главного ствола, двух фланговых и двух временных околоштрековых). 1 – главный ствол горизонта первой ступени вскрытия; 2 – главный квершлаг горизонта первой ступени вскрытия; 3 – главный слепой вертикальный ствол, вскрывающий горизонт второй ступени; 4 – главный квершлаг горизонта второй ступени вскрытия; 5 – штрек горизонта второй ступени вскрытия; 6, 9 – фланговые слепые вертикальные стволы, вскрывающие горизонт второй ступени; 7 – вентиляционный квершлаг горизонта первой ступени вскрытия; 8, 10 – фланговые стволы горизонта первой ступени вскрытия; 11, 12 – временные околоштрековые слепые стволы. А, Е, F, G – точки встречи; ← – направления развития проходческих работ



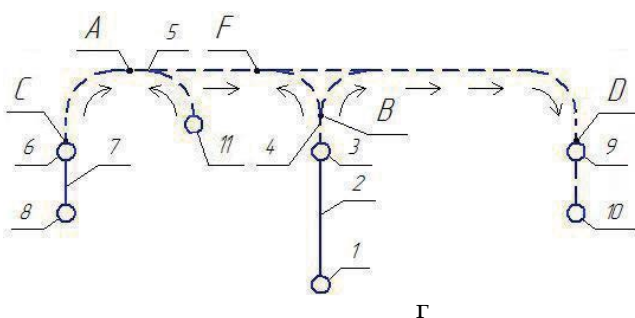
а



б



в



г

Для выбора сочетаний различных комплексов и оптимизации темпов проведения комплекса выработок, выбора средств бурения, погрузки и крепления, обеспечивающих эти темпы, в совокупности позволяющих достигать минимальных затрат на используемое проходческое оборудование, необходима математическая модель. Методика оптимизации строительства глубоких горизонтов шахт по стоимости эксплуатации оборудования в общем виде может содержать следующие положения.

1. Находим время строительства горизонта 2-ступени:

$$T_{н2} = k_{н2} T_{гор}$$

где $T_{н2}$ – продолжительность сооружения протяженных выработок горизонта второй ступени, мес.; $k_{н2}$ – удельный вес протяженных выработок в общем времени строительства горизонта; $T_{гор}$ – общая продолжительность сооружения горизонта второй ступени, мес.

2. Определяем скорость проведения каждой протяженной выработки методом случайного поиска:

$$T_{н2} = \frac{W_{гке}}{v_{гке}} + \frac{W_{ш}}{v_{ш}} + \frac{W_{вке}}{v_{вке}} + \frac{W_3}{v_3}$$

ГОРНОРУДНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

где $W_{зкв}$ – объем работ по сооружению главного квершлага, м; $v_{зкв}$ – скорость проходки главного квершлага, м/мес.; $W_{шт}$ – объем работ по сооружению штрека, м; $v_{шт}$ – скорость проходки штрека, м/мес.; $W_{вкв}$ – объем работ по сооружению вентиляционного квершлага, м; $v_{вкв}$ – скорость проходки вентиляционного квершлага, м/мес.; $W_з$ – объем работ по сооружению засечек, м; $v_з$ – скорость проходки засечек, м/мес.

3. Для каждого типа выработки (например, для главного квершлага) по полученным выше скоростям находим объемы работ в расчете на проходческий цикл:

$$\text{– по бурению} \quad W_{бур} = \frac{v_{зкв}}{\eta n_{цк}} N_{шт},$$

где $W_{бур}$ – объем буровых работ на цикл по сооружению главного квершлага, м; η – коэффициент использования шпуров (КИШ); $n_{цк}$ – число проходческих циклов в месяц; $N_{шт}$ – число шпуров в забое выработки;

$$\text{– погрузке} \quad W_{позр} = S \frac{v_{зкв}}{n_{цк}} \mu,$$

где $W_{позр}$ – объем погрузочных работ на цикл по сооружению главного квершлага, м³; S – площадь сечения выработки в проходке, м²; μ – коэффициент излишка сечения (КИС);

$$\text{– креплению} \quad W_{кр} = S_0 \frac{v_{зкв}}{n_{цк}},$$

где $W_{кр}$ – объем крепления на цикл по сооружению главного квершлага, м²; S_0 – площадь крепления выработки на 1 погонный м, м².

Аналогичным образом находим указанные параметры для других выработок.

4. Находим время проходческих операций бурения, погрузки и крепления в пределах цикла. Зададим условие $t_B + t_P + t_K = t_{цк}$, тогда

$$\text{– время бурения} \quad t_B = \frac{W_{бур}}{B},$$

$$\text{– время погрузки} \quad t_P = \frac{W_{позр}}{P},$$

$$\text{– время крепления} \quad t_K = \frac{W_{кр}}{K},$$

где t_B – время бурения шпуров на цикл, ч; t_P – время погрузки породы на цикл, ч; t_K – время крепления на цикл, ч; $t_{цк}$ – время цикла проходки, ч; B – эксплуатационная производительность средств бурения, м/ч; P – эксплуатационная

производительность средств погрузки, м³/ч; K – эксплуатационная производительность средств крепления, м²/ч.

Для выбора рациональных схем вскрытия разработаны алгоритм и компьютерная программа.

Директивное время строительства определяется исходя из возможности построения нового горизонта до того, как будет отработан действующий горизонт. Сумма длин выработок по направлениям, соответственно, L_i и L_j определяется с учетом принятой схемы строительства, при этом выполнение условия $L_i > L_j$, означает, что L_i лежит на критическом пути. В дальнейшем происходит генерирование случайных чисел – скоростей сооружения выработок в рамках принятой системы ограничений, при этом выполнение условия $T = T_s$ (время строительства горизонта $[T]$ соответствует директивному времени $[T_s]$ свидетельствует о приемлемости генерированных скоростей.

Эксплуатационные производительности средств бурения, погрузки породы и крепления выработок не должны превышать максимальные значения. т. е., соответственно, $B \leq B_{max}$, $P \leq P_{max}$, $K \leq K_{max}$.

Выводы

Из проведенных исследований следует, что для условий глубоких шахт Кривбасса рационально вскрытие горизонтов с применением слепых вертикальных стволов. Строительство горизонта второй ступени возможно с использованием одной точки приложения работ – от главного ствола; двух – от главного ствола и одного из фланговых; трех точек – от главного ствола и обоих фланговых или от главного ствола, флангового и временного околоштрекового; пяти точек – от главного ствола, двух фланговых и двух временных околоштрековых.

Библиографический список

1. Агошков М. И., Малахов Г. М. Подземная разработка рудных месторождений. М.: «Недра», 1966. – 663 с.
2. Титов В.Д. Основы проектирования глубоких железорудных шахт. М.: «Недра», 1977. – 229 с.

Поступила 14.04.2014

