Ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени
ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА
имени А. Скочинского

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЫБОРУ СПОСОБОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЕНИЯ ТРУДНООБРУШАЮЩИМИСЯ КРОВЛЯМИ

МОСКВА
1980

gost.e-ecolog.ru

Министерство угольной промышленности СССР
Академия наук СССР
Ордена Октябрьской Революции и
ордена Трудового Красного Знамени
Институт горного дела им. А. А. Скочинского

Утверждены
зам. начальника
Технического управления
К. А. Османовым
30 июня 1980 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЫБОРУ СПОСОБОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЕНИЯ ТРУДНООБРУШАЮЩИМИСЯ КРОВЛЯМИ

Москва
1980

УДК 622.831.24

Настоящие методические положения разработаны на основе экспериментально-аналитических исследований, выполненных в ИГД им. А.А.Скочинского в 1976–1980 гг. по теме 0133 отраслевого плана.

В работе дано определение труднообрушающихся кровель, выявлены особенности проявлений горного давления, установлены способы управления труднообрушающимися кровлями, приведена методика выбора оптимальных способов и средств управления труднообрушающимися кровлями с учетом проявлений горного давления и определена технико-экономическая эффективность.

Методические положения разработаны под научным руководством докт.техн. наук Г.И.Каткова и Б.М.Дабермана канд.техн.наук А.А.Курило и инж. Е.А.Лобовым и предназначены для работников шахт, производственных объединений, научных и проектно-конструкторских организаций, занимающихся вопросами совершенствования способов и средств управления труднообрушающимися кровлями.

© Институт горного дела им. А. А. Скочинского (ИГД им. А. А. Скочинского), 1980

ВВЕДЕНИЕ

Дальнейшее увеличение добычи угля подземным способом в значительной степени зависит от эффективности разработки угольных пластов с труднообрушающимися кровлями, которых на шахтах Минуглепрома СССР в 1979 г. было более 100. При этом особое значение имеет правильный выбор способов и средств управления этими кровлями.

В настоящее время ВНИМИ совместно с бассейновыми научно-исследовательскими институтами разработана "Временная инструкция по выбору способа и параметров разупрочнения труднообрушаемой кровли на выемочных участках", в которой определены основные способы и параметры снижения прочности труднообрушающихся кровель, технология выполнения работ, а также мероприятия по обеспечению их безопасности [1]. Однако разработанные рекомендации не позволяют выбирать рациональные способы управления кровлей и их параметры с учетом проявлений горного давления в определенных горно-геологических условиях.

В настоящих методических положениях такой выбор осуществляется с учетом строения, прочностных и деформационных свойств кровли, мощности пласта, глубины разработки и других факторов.

Методические положения разработаны на основе экспериментально-аналитических исследований, выполненных в ИГД им.А.А.Скочинского, и обобщения экспериментальных данных, полученных ВНИМИ, КНИУИ, КузНИИ, ПечорНИИпроектом, ДонУГИ, ШахтНИУИ в различных бассейнах.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. К труднообрушающимся относятся кровли, проявления осадок которых в призабойном пространстве связаны с разрушением зависающих на значительных площадях прочных слоев пород основной

кровли. Они характеризуются строением, отношением мощности непосредственной кровли к мощности пласта, свойствами вмещающих пород и шагом обрушения основной кровли.

При труднообрушающихся породах основной кровли непосредственная кровля может быть представлена:

легкообрушающимися породами мощностью до 3,5 мощностей пласта;

породами средней обрушаемости, отношение мощности которых к мощности пласта не превышает 5,0.

Обрушаемость пород оценивается совокупностью показателей, приведенных в табл. I.

I.2. В отличие от обычных условий при выборе способов и средств управления труднообрушающимися кровлями необходимо учитывать существенные изменения в формировании и проявлениях горного давления в различные периоды работы забоя. В периоды между осадками труднообрушающихся пород в связи с их зависанием значительно повышаются вертикальные сжимающие напряжения в зоне опорного давления. Над призабойным пространством в основной кровле имеют место повышенные горизонтальные растягивающие напряжения. Непосредственная кровля расслаивается, и в ней образуются наклонные трещины. Однако смещения не превышают величин, при которых кровля сохраняет несущую способность над поддерживаемым пространством.

При осадках, достигающих предельных размеров зависаний труднообрушающихся слоев пород, напряжения в зоне опорного давления и над призабойным пространством уменьшаются. Однако при этом разрушается непосредственная кровля, резко повышаются величина и скорость смещений кровли, а также нагрузки на крепь.

I.3. Управление труднообрушающимися кровлями осуществляется следующими способами:

применением крепей повышенного сопротивления;

принудительным первичным обрушением;

передовым торпедированием;

гидрообработкой кровли.

Применение крепей повышенного сопротивления способствует уменьшению смещений и интенсивности осадок, а также улучшению обрушаемости непосредственной кровли за пределами поддерживаемого пространства.

Принудительное первичное обрушение кровли производится путем взрывания в кровле выработанного пространства скважинных или

Таблица I

Группа и тип пород по обрушаемости	Литологический состав пород	Расстояние (м) между плоскостями ослабления по напластованию	Расстояние (м) между трещинами	Предел прочности пород на сжатие, кгс/см^2 (в образце)	Шаг обрушения, м: Первый	Шаг обрушения, м: Последующий	Категория пород по устойчивости
I. Весьма легкообрушающиеся	Пески	-	-	-	-	-	Неустойчивые
	Глины	-	-	До 50	До 5	До I	
	Аргиллиты	0,0I–0,20	0,05–0,30	До 200			
II. Легкообрушающиеся	Аргиллиты	0,03–0,30	0,I0–0,50	200–700			
	Алевролиты	0,05–0,30	0,20–0,50	До 900	5–I5	I–5	Средней устойчивости
III. Средней обрушаемости	Аргиллиты	0,20–0,70	0,20–0,60	700–I000			
	Алевролиты	0,I0–0,50	0,20–0,60	900–I200			
	Песчаники	0,I0–0,30	0,20–0,80	До I200	I5–30	5–I0	Устойчивые
	Известняки	0,05–0,30	0,30–I,00	До I200			
IV. Труднообрушающиеся	Аргиллиты	0,50–2,70	0,50–2,50	I000–I300			
	Алевролиты	0,30–0,80	0,30–I,20	I200–I500			
	Песчаники	0,20–0,80	0,30–I,50	I200–I800	30–90	I0–30	Устойчивые
	Известняки	0,20–0,70	0,30–I,50	I200–I800			
V. Весьма труднообрушающиеся	Аргиллиты	2,00–5,00	2,00–I0,00	I300–2000			
	Алевролиты	0,70–2,00	I,00–3,00	I500–2000			
	Песчаники	0,80–2,00	I,00–3,50	I800–2500	Более 90	Более 30	Устойчивые
	Известняки	0,70–I,30	I,30–2,00	I800–2500			

шуровых зарядов ВВ при отходе от разрезной печи. Этим предотвращается проявление первичных осадок кровли над поддерживаемым пространством.

Передовое торпедирование заключается в предварительном ослаблении труднообрушающихся пород путем взрывания в кровле скважинных зарядов ВВ впереди очистного забоя, что приводит к снижению шага обрушения основной кровли.

Гидрообработка кровли осуществляется посредством нагнетания жидкости в скважины, пробуренные впереди очистного забоя. При этом в результате снижения прочности кровли также уменьшается шаг ее обрушения.

При передовом торпедировании и гидрообработке осадки кровли над поддерживаемым пространством не исключаются, однако уменьшается интенсивность их проявлений.

2. ВЫБОР СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ ТРУДНООБРУШАЮЩИМИСЯ КРОВЛЯМИ

Способы и средства управления горным давлением необходимо выбирать с учетом горно-геологических условий разработки и технико-экономической эффективности.

Наиболее технологичным способом является применение крепей, параметры которых соответствуют мощности пласта, строению и обрушаемости кровли, а удельные давления на почву и кровлю не превышают их прочности.

Если параметры крепей, применяемых для труднообрушающихся кровель, не соответствуют проявлениям горного давления в заданных горно-геологических и горнотехнических условиях, необходимо установить следующее:

возможность применения способов ослабления кровли в сочетании с выбранным типом крепи, применяемой в обычных условиях;

рациональные параметры применяемых способов ослабления труднообрушающихся пород, соответствующие проявлениям горного давления и параметрам применяемых крепей;

технико-экономическую эффективность применения различных способов и средств управления горным давлением.

Возможность применения известных способов ослабления кровли определяется следующим [I].

Принудительное обрушение применяется при первичной посадке кровли на шахтах, не опасных по газу и пыли.

Передовое торпедирование кровли можно осуществлять во всех условиях, за исключением весьма легкообрушающихся, неустойчивых

непосредственных кровель, при которых возможна полная потеря ее устойчивости. На пластах, опасных по горным ударам, внезапным выбросам угля, пород и газа, этот способ можно применять при условии соблюдения режима сотрясательного взрывания согласно "Единым правилам буровзрывных работ".

Гидрообработку кровли по сравнению с передовым торпедированием предпочтительнее производить на пластах, опасных по горным ударам, внезапным выбросам угля и газа. Однако этот способ не применяется при недостаточной или большой проницаемости пород. При низкой проницаемости пород эффективность гидрообработки снижается из-за недостаточного увлажнения массива, а при высокой - не обеспечивается соответствующее давление в массиве, так как жидкость свободно проникает по микротрещинам. Этот способ нельзя применять также при весьма легкообрушающихся неустойчивых породах непосредственной кровли и в зонах тектонических нарушений.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ ТРУДНООБРУШАЮЩИМИСЯ КРОВЛЯМИ

Основной задачей эффективного управления кровлей является снижение интенсивности проявлений осадок труднообрушающихся пород в очистной выработке.

При применении крепей повышенного сопротивления необходимо на основе данных о строении кровли и шаге естественных обрушений основной кровли установить экстремальные значения параметров проявлений горного давления: нагрузку на крепь, величину и скорость смещений кровли. Затем определяются соответствующие параметры крепи при естественном обрушении кровли.

С целью установления параметров принудительного обрушения, торпедирования или гидрообработки кровли определяются мощность и шаг искусственного обрушения труднообрушающихся пород, которые необходимо обеспечить при заданных параметрах принимаемой крепи. Технологические параметры ослабления кровли при размерах зависания труднообрушающихся пород, равных шагу искусственного обрушения, можно определить согласно [I].

Ниже приводятся номограммы, позволяющие установить наиболее рациональные параметры способов и средств управления труднообрушающейся кровлей в определенных условиях.

3.I. Параметры крепи выбираются в соответствии с мощностью пласта, строением и шагом последующего обрушения кровли. Шаг естественного обрушения основной кровли рассчитывается с учетом

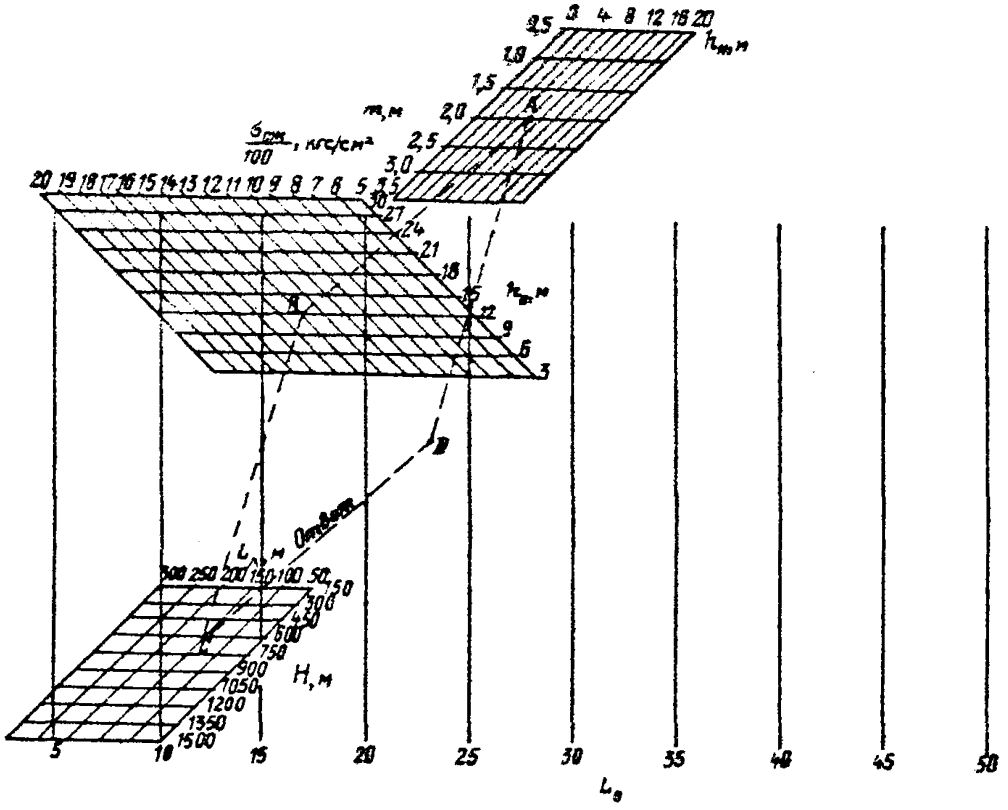


Рис. I. Номограмма для определения ширины обрушения основной кровли

мощности пласта m и непосредственной кровли $h_н$, мощности $h_о$, и прочности пород $\frac{\sigma_{сж}}{100}$ основной кровли, а также глубины разработки H и длины лавы $L_л$ (рис.I). Для этого, отметив точки A, B, C, строим параллелограмм и находим четвертую вершину – точку $Д$, которая дает искомое значение шага обрушения.

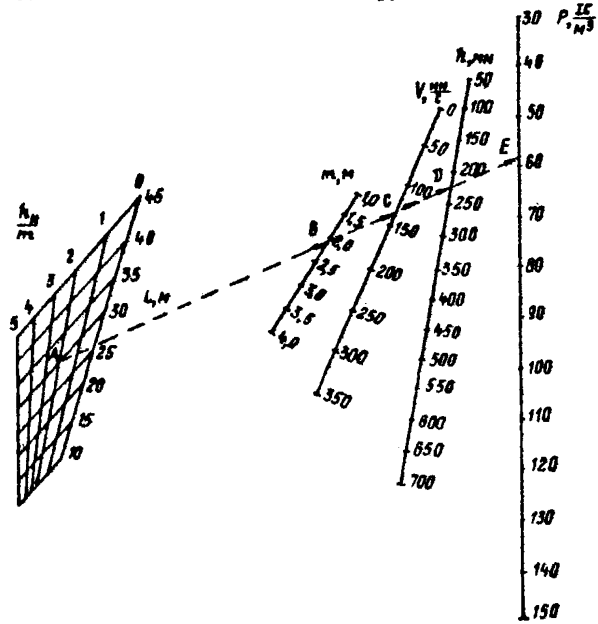


Рис. 2. Номограмма для определения параметров крепи

По номограмме, представленной на рис. 2, можно определить сопротивление крепи, необходимое для поддержания кровли, величину и скорость смещений кровли, которые учитываются при расчете податливости крепи, установлении соответствия крепи динамическим перемещениям кровли при ее осадках с известным шагом обрушения.

3.2. При принудительном первичном обрушении определяются расстояние от забоя до линии взрывания скважин и высота искусственного обрушения кровли. Расстояние от забоя до линии взрывания скважин не должно превышать шаг естественного или искусственного последующего обрушения кровли, причем скважины взрываются в средине выработанного пространства, где имеют место максимальные растягивающие напряжения.

Высота искусственного обрушения кровли определяется в зависимости от мощности отслоившегося массива основной кровли по контактам ослабления, устанавливаемым разведочным бурением скважин [I].

3.3. При передовом торпедировании устанавливаются шаг и высота зоны торпедирования, а также оптимальное расстояние от забоя до линии проведения взрывных работ, при котором взрывные скважины не попадают в зону повышенных напряжений. Шаг торпедирования равен шагу искусственного обрушения кровли, определяемому в зависимости от мощности пласта, строения кровли и параметров применяемой крепи (см. рис. 2). Высота зоны торпедирования зависит от мощности отслаивающейся основной кровли по контактам ослабления. Оптимальное расстояние от забоя до линии проведения взрывных работ устанавливается из условия проведения их вне области повышения напряжений в зоне опорного давления $L_{оп}$, размеры которой в зависимости от мощности пласта m, размеров зависающих консолей основной кровли $L_{осн}$ и глубины разработки H определяются по номограмме (рис. 3).

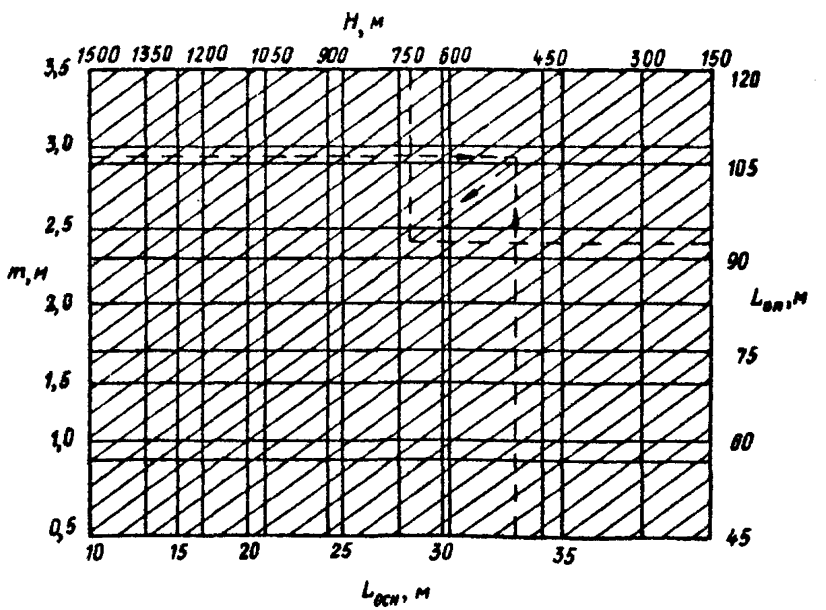


Рис. 3. Номограмма для установления размеров зоны опорного давления

3.4. Основными параметрами гидрообработки кровли являются предел снижения прочности пород, при котором обеспечивается определенный шаг обрушения кровли, размеры зоны гидрообработки по мощности кровли, а также в режимах высоконапорного увлажнения и гидроразрыва впереди забоя. Для установления предела снижения прочности пород можно воспользоваться номограммой (см. рис. I), по которой определяется взаимосвязь основных влияющих факторов и шага обрушения кровли. При этом шаг обрушения кровли также, как и при передовом торпедировании, необходимо рассчитывать с учетом параметров применяемой крепи, строения кровли и мощности пласта. Размеры зоны гидрообработки над пластом должны быть не менее высоты зоны естественного обрушения (рис. 4). Гидрообработка кровли в режиме гидроразрыва должна осуществляться от забоя до начала зоны высоконапорного увлажнения пород на расстоянии, равном I/3 зоны опорного давления впереди забоя, которая может быть определена по номограмме (см. рис. 3). На остальном участке зоны опорного давления гидрообработка ведется в режиме высоконапорного увлажнения кровли.

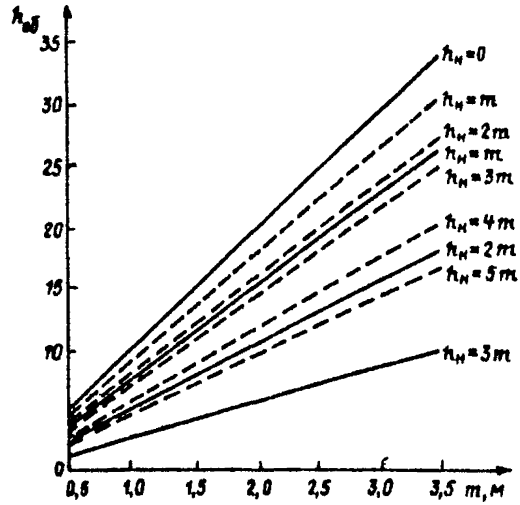


Рис. 4. Номограмма для определения высоты зоны естественного обрушения кровли:

—— - легкообрушающиеся породы; --- - породы средней обрушаемости

Таким образом, в определенных горно-геологических и горно-технических условиях возможно применение различных способов

и средств управления горным давлением, эффективность которых определяется выбором рациональных параметров, соответствующих этим условиям.

4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ ГОРНЫМ ДАВЛЕНИЕМ

Экономическая оценка оптимальных способов и средств управления труднообрушающимися кровлями в определенных условиях осуществляется по годовому экономическому эффекту $Э_{год}$ [2], получаемому при их применении:

$$Э_{год} = \left[(C_1 - C_2) - E_н (K_2 - K_1) \right] D_2 + Э_{кос} \quad \text{руб},$$

где C_1, C_2 и K_1, K_2 – соответственно себестоимость угля и удельные капитальные вложения по базовому варианту и при применении способов и средств управления труднообрушающимися кровлями, руб/т;

$E_н$ – нормативный коэффициент сравнительной эффективности дополнительных капитальных вложений в новую технику, равный 0,15;

D_2 – годовой объем добычи при применении способов и средств управления труднообрушающимися кровлями, т;

$Э_{кос}$ – дополнительный годовой экономический эффект, руб.

Себестоимость угля определяется исходя из эксплуатационных затрат $З_э$ и объема добычи угля $D_{сут}$ для каждого варианта управления труднообрушающимися кровлями, включая базовый:

$$C = \frac{З_э}{D_{сут}} .$$

В качестве базового принимается вариант без применения специальных способов и средств управления кровлей.

Эксплуатационные затраты рассчитываются по расходам на заработную плату с доплатами и начислениями, материалы, амортизацию крепи и оборудования, монтажно-демонтажные работы, электроэнергию.

Затраты на заработную плату определяются по рабочим процессам или профессиям в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

Рабочие процессы или профессии	Единица измерения	Объем работ на сутки	Норма выработки на смену	Трудоемкость в сутки, чел-смен	Тарифная ставка, руб/сут	Доплаты	Всего зарплата, руб/сут

Доплаты и начисления на заработную плату принимаются по расчетным коэффициентам [2].

Стоимость материалов рассчитывается по технологическим паспортам и нормативам для рассматриваемых горно-геологических условий с учетом затрат на смазочные и взрывчатые материалы, буровой инструмент, зубки и другие вспомогательные материалы.

Амортизационные отчисления на крепь и оборудование определяются по действующим нормативам (табл. 3).

Таблица 3

Оборудование	Количество единиц	Капитальные затраты, руб.		Норматив на капремонт в сутки	Итого затрат, руб/сут
		На единицу	Общие		

Затраты на монтажно-демонтажные работы определяются с учетом необходимого числа монтажей и демонтажей (табл. 4), предусмотренных графиком.

Таблица 4

Оборудование	Количество единиц	Масса, т		Трудоемкость			Тариф, руб/выход	Затраты на монтажно-демонтажные работы, руб/сут
		Единицы	Общая	Нормативная, т/выход	Общая, выход/комплект	Всего выходов в сутки		

Для базового варианта необходимо также учитывать расходы на ремонт и замену крепи в связи с ее деформацией.

Затраты на электроэнергию определяются исходя из суммарной мощности одновременно работающих двигателей, времени их работы за сутки, коэффициента загрузки двигателей по мощности и тарифов за электроэнергию.

На основе выполненных расчетов по элементам затрат определяются суммарные эксплуатационные затраты и себестоимость. При этом нагрузка очистного забоя рассчитывается с учетом скорости крепления, лимитирующей добычу угля

$$Д_{сут} = m \cdot \gamma \cdot \ell_з \cdot T_{см} \cdot n_{см} \cdot V_{кр}\ ,\ т/сут,$$

где m – вынимаемая мощность пласта, м;

γ – плотность угля, $т/м^3$;

$\ell_з$ – ширина захвата комбайна, м;

$T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, мин;

$n_{см}$ – число рабочих смен по добыче в сутки;

$V_{кр}$ – скорость крепления, м/мин.

Скорость крепления для базового варианта определяется с учетом ее снижения из-за ухудшения состояния и обрушения кровли в призабойном пространстве в периоды осадок труднообрушающихся пород [3].

Чтобы определить удельные капитальные затраты, необходимо сумму общих капитальных затрат на основное и дополнительное оборудование (электрооборудование, приборы, аппаратуру и др.), проведение камер, один монтаж-демонтаж на весь срок службы и доставку оборудования разделить на годовую производительность очистного забоя.

Годовой объем добычи рассчитывается по формуле

$$Д = Д_{сут} \cdot N\ ,$$

где N – количество рабочих дней в году.

Дополнительная годовая экономия, получаемая вследствие повышения нагрузки на очистной забой при применении способов и средств управления труднообрушающейся кровлей, определяется по формуле

$$Э_{кос} = c_1' \alpha_д - c_2'\ ,$$

где c_1' и c_2' – соответственно годовые условно постоянные расходы по обслуживанию данного очистного забоя участковым транспортом до применения и при применении специальных способов и средств управления труднообрушающейся кровлей;

$\alpha_д$ – коэффициент увеличения нагрузки на очистной забой.

На основе приведенных выше расчетов можно определить годовой экономический эффект для каждого из применяемых способов управления труднообрушающимися кровлями. В качестве экономически эффективного принимается способ, при котором для достижения одинаковой годовой добычи угля потребуются минимальные затраты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Временная инструкция по выбору способа и параметров разупрочнения труднообрушаемой кровли на выемочных участках. Л., ВНИМИ, 1976, 143 с.

2. Методика определения экономической эффективности использования в угольной промышленности новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. М., ЦНИЭИуголь, 1979.

3. Методика расчета среднесуточной нагрузки на очистной забой. - В "Прогрессивных технологических схемах разработки пластов на угольных шахтах". Ч. II., М., ИГД им. А.А.Скочинского, 1978.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3

1. Общие положения 3

2. Выбор способов управления труднообрушающимися кровлями 6

3. Определение рациональных параметров способов и средств управления труднообрушающимися кровлями 7

4. Технико-экономическая оценка эффективности способов и средств управления горным давлением 12

Литература 15

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЫБОРУ СПОСОБОВ
И ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЕНИЯ
ТРУДНООБРУШАЮЩИМИСЯ КРОВЛЯМИ

Редактор Л.П.Петрамович

Т-17129 Тираж 500 Цена 10 коп. Изд. № 8541 Заказ № 2382

Типография Института горного дела им. А.А.Скочинского
1.1 уч.-изд.л. Подписано к печати 23/IX 1980 г.

gost.e-ecolog.ru