МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ОРДЕНА ЛЕНИНА КОМБИНАТ ВОРКУТАУГОЛЬ
ПЕЧОРСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УГОЛЬНЫЙ [illegible]
(ПЕЧОРНИУИ)

ИНСТРУКЦИЯ

по определению оптимальных параметров крепления подготовительных выработок металлической арочной крепью на шахтах Печорского угольного бассейна

ВОРКУТА 1972

gost.e-ecolog.ru

Министерство угольной промышленности СССР
Ордена Ленина комбинат Воркутауголь
Печорский научно-исследовательский угольный институт
(ПечорНИУИ)

Утверждена
главным инженером
комбината Воркутауголь
3.Ш 1972 г.

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ КРЕПЛЕНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРОЧНОЙ КРЕПЬЮ НА ШАХТАХ ПЕЧОРСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

Воркута, 1972

УДК 622.281.5:622.268.13

Инструкция по определению оптимальных параметров крепления подготовительных выработок металлической арочной крепью на шахтах Печорского угольного бассейна. Воркута, 1972. Стр. 1-18.

В инструкции кратко описаны условия применения металлической арочной крепи, произведен анализ фактических параметров крепления по сравнению с нормативными.

Даны рекомендации по определению оптимальной плотности установки металлической крепи и запасу сечения выработок на осадку. Описана методика расчета экономической эффективности от корректировки параметров крепления.

Инструкция рассчитана на инженерно-технических работников шахт Печорского угольного бассейна, а также на работников проектных и научно-исследовательских организаций.

Инструкция составлена кандидатами технических наук Ю.Ю.Рыбаковым, В.Н.Левчуком и инж. А.А. Френкелем.

Иллюстраций 6, таблиц 2.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время металлическая арочная крепь из спецпрофиля на угольных шахтах страны является основным видом крепи подготовительных выработок. В Печорском бассейне металлическую крепь впервые начали применять с 1951 г. на шахтах Воркуты. Однако в течение 1951-1953 гг. металлической крепью закреплено немногим более 100 м выработок. В дальнейшем объем применения металлической крепи возрос и в течение 1961-1970 гг. протяженность подготовительных выработок, закрепленных металлической крепью (без анкерной), увеличилась, достигнув к 1971 г. 207,9 км, или 17,2 % от общей протяженности поддерживаемых подготовительных выработок.

В соответствии с мероприятиями по техническому перевооружению шахт [1] к концу текущей пятилетки (1971-1975 гг.) удельный объем применения металлической крепи предполагается довести до 64 % от протяженности поддерживаемых выработок (без нарезных). Для этого необходимо ежегодно крепить металлической крепью в среднем по бассейну 120 км выработок, что потребует около 50 тыс. т металлической крепи на сумму более 8 млн. руб. При таких размерах финансовых вложений рациональное использование металлической крепи приобретает актуальное значение. Поэтому мероприятия по целесообразному использованию металлической крепи нуждаются в продуманных технических решениях и обосновании экономической эффективности.

При решении этого вопроса первостепенные задачи заключаются в выборе оптимальной плотности установки крепи, соответствующего типоразмера спецпрофиля и запаса сечения выработки на осадку.

До недавнего времени на шахтах Печорского бассейна при составлении паспортов крепления подготовительных выработок металлической крепью руководствовались нормативно-техническими указаниями, изложенными в "Типовых сечениях горных выработок" (том VII, 1961 г.), в которых приведены паспортные данные металлической арочной крепи из взаимозаменяемого спецпрофиля СВП-27 для выработок сечением в свету после осадки от 7,5 до 13,5 м^2 (сечения в свету выработок до осадки не указаны). Плотность установки крепи определяется в зависимости от коэффициента крепости пород от 3 до 6 по проф. М. М. Протодьяконову, а запас сечения выработки на осадку - от мощности угольного пласта, которая изменяется от 0,7

до I,3 м. Эти факторы, определяющие выбор основных параметров крепи, не отвечали условиям крепления и поддержания подготовительных выработок шахт комбината Воркутауголь.

В 1966 г. Южгипрошахтом разработаны и совместным совещанием Госстроя СССР и Министерства угольной промышленности СССР от 24.Ш 1967 г. утверждены новые типовые сечения горных выработок с металлической арочной крепью [2]. Новые типовые сечения Южгипрошахта с I5.IX 1970 г. введены в действие на шахтах комбината Воркутауголь. Новыми типовыми сечениями улучшены параметры крепления подготовительных выработок металлической арочной крепью.

Однако технические положения новых типовых сечений пока носят общий характер и нуждаются в конкретизации для более эффективного применения в местных горногеологических и производственно-технических условиях Печорского бассейна.

Новые типовые сечения составлены без учета изменения глубин заложения выработок, конкретной мощности и углов падения пласта, надработки и подработки, а также срока службы выработок.

Согласно новым нормативам выработки, подверженные влиянию очистных работ, должны проходиться с первоначальной площадью поперечного сечения на I,2-5,4 $м^2$ больше сечения, предусмотренного Правилами техники безопасности и эксплуатации. Такой значительный диапазон запаса сечения нуждается в более четкой конкретизации, поскольку небольшие отступления от оптимальной нормы приводят к значительным дополнительным затратам.

Из анализа фактического применения металлической крепи на шахтах Печорского угольного бассейна видно, что по состоянию на I.I 1970 г. плотность установки крепи только I5 % поддерживаемых выработок соответствует нормативным техническим положениям. Большинство же выработок закреплено при неизменной плотности I,5 рамы на I м без учета различий в сечениях выработок, глубины заложения и крепости вмещающих пород. В соответствии с типоразмерами применяемого спецпрофиля 50 % выработок (вместо более легких типоразмеров СВП-22 и СВП-I7) закреплено самым тяжелым типом СВП-27.

В инструкции даны технические рекомендации по определению оптимальной плотности установки крепи и запасу сечения выработок в конкретных условиях их проведения и поддержания. Область применения рекомендаций распространяется на основные (пластовые и породные) выработки, расположенные на глубинах до 800 м.

I. УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРОЧНОЙ КРЕПИ

I.01. Горногеологические условия проведения и поддержания подготовительных выработок шахт Воркутского месторождения на обычных глубинах (до 600 м) можно считать благоприятными по устойчивости горного массива. По породам средней устойчивости и устойчивым проводится более 80 % выработок. На более глубоких горизонтах устойчивость породного массива снижается вследствие изменения характера и интенсивности проявлений горного давления.

Средний литологический состав горных пород, вскрытых выработками действующих и строящихся шахт, представлен песчаниками, составляющими 36 %, алевролитами - 27 %, аргиллитами - 32 %, конгломератами - I % и углями - 4 %.

По прочностным показателям большинство пород наиболее угленосного пакета N Воркутского месторождения относится к породам средней и выше средней крепости [3].

Структура горного массива месторождения осложняется сближенностью угольных пластов, частым чередованием слоев различных литологических разностей пород, отличающихся как по мощности - от 4 до II м, так и по коэффициенту крепости - от 3 до 9, а также тремя основными системами трещиноватости, разбивающей горный массив на блоки различной формы и размеров.

I.02. Исследованиями ПечорНИУИ установлены основные закономерности проявлений горного давления:

на обычных глубинах сближение пород почвы и кровли выработок, подверженных влиянию очистных работ, достигает 250-350 мм, а в выработках вне зоны влияния очистных работ - 50-80 мм;

на глубоких горизонтах (свыше 700 м) горное давление проявляется более интенсивно. Сдвижение пород в зоне влияния очистных работ достигает 500 мм и более, а в одиночных выработках - I20-I50 мм;

пучение почвы наблюдается в слабых породах (аргиллитах и алевролитах) под влиянием горного давления или обводненности пород. Величина пучения достигает 0,5-0,7 м (шахта "Северная"), а в отдельных случаях в зоне геологических нарушений (шахта "Юр-Шор") - 1,5 м;

сдвижение пород по периметру выработки проявляется неравномерно. Вне зоны влияния очистных работ отношение вертикального сдвижения к боковому колеблется от 2 до 10. В зоне влияния очистных работ боковое сдвижение заметно возрастает, достигая 200-300 мм.

1.03. Естественные условия шахт Воркутского месторождения характеризуются наличием пластов, опасных по горным ударам. Это накладывает определенные ограничения при выборе крепи для этажных штреков, проводимых узким забоем ("Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по горным ударам",§ 22).

В настоящее время к угрожаемым по горным ударам* отнесены пласты Тройной и Четвертый (шахта № 1) соответственно ниже отметок -400 и -238 м, Тройной и Четвертый (шахта "Северная") ниже отметки -345 м, Четвертый (шахта № 40) ниже отметки -255 м, Мощный (шахты № 17 и 18) ниже отметок соответственно +50 и +15 м, Тройной и Четвертый (шахты № 25, 26, "Заполярная", "Юр-Шор") ниже отметок соответственно +50, -145, -95 и -15 м, Мощный (шахты "Центральная" и "Промышленная") ниже отметок соответственно -80 и +40 м.

К опасным по горным ударам отнесены пласты Мощный (шахты № 17, 18, "Центральная", "Промышленная) ниже отметок соответственно -270, -65, -280 и -350 м, Тройной (шахта № 40) ниже отметки -255 м. Наличие динамических проявлений определяет необходимость применения металлической крепи в первую очередь в этих условиях.

1.04. Горнотехнические условия проведения основных подготовительных выработок с металлической крепью характеризуются тем, что:

влиянию очистных работ подвержено 85 % выработок;

выработки со значительным сроком службы (более 10 лет) составляют около 49 %;

по глубине заложения до 300 м располагается около 17 % от общей протяженности поддерживаемых выработок соответственно в интервале глубин 300-600 м - 60 % и на глубине свыше 600 м 20 %;

---

*Протокол заседания комиссии по горным ударам от 30.X 1971 г. при комбинате Воркутауголь, созданной в соответствии с п. 4 "Инструкция по горным ударам".

охрана подготовительных выработок от влияния очистных работ осуществляется угольными целиками размером от 10 до 70 м и более, а при одиночной подготовке выемочных участков применяются различные способы бесцеликовой охраны;

по технологическому назначению и видам около 75 % составляют горизонтальные выработки, в том числе 57 % - штреки и 18 % - квершлаги и полевые штреки.

По площади поперечного сечения в свету выработки отличаются большим разнообразием - от 5 до 20 м^2. Средневзвешенное сечение составляет 10,7 м^2.

При проведении более 70 % основных выработок отбойка горной массы производится буро-взрывным способом. Со смешанным забоем проходится около 78 % основных выработок.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ УСТАНОВКИ КРЕПИ И ТИПОРАЗМЕРА СПЕЦПРОФИЛЯ

2.01. По степени влияния очистных работ подготовительные выработки разделены на четыре группы: к первой группе относятся выработки, находящиеся в зоне влияния очистных работ собственного пласта, ко второй - надрабатываемые и подрабатываемые смежными пластами, к третьей - пластовые выработки вне зоны влияния очистных работ и в зоне установившегося горного давления и к четвертой группе - породные выработки вне зоны влияния очистных работ.

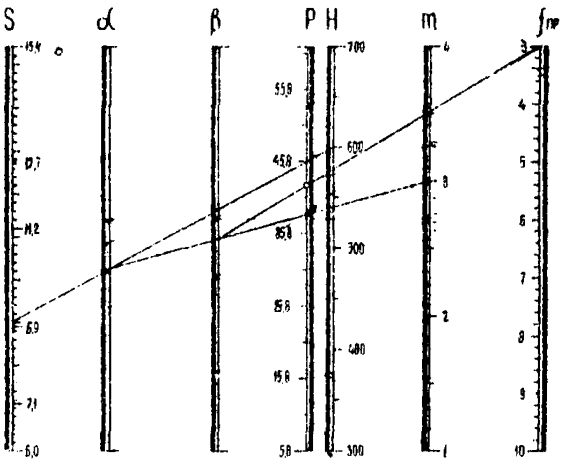
2.02. В результате обработки данных инструментальных замеров методом множественной корреляции получены эмпирические зависимости нагрузки на крепь от площади поперечного сечения выработки в свету S, глубины заложения выработки H, крепости вмещающих выработку пород f и мощности пласта m.

Для удобства использования эмпирические формулы по определению нагрузки на крепь от горного давления представлены в виде номограмм (рис. 1 и 2).

Последовательность определения нагрузки на крепь выработки с помощью номограмм представлена в виде ключа (рис. 1, а):

$$S \longrightarrow \alpha \longrightarrow H$$
$$\alpha \longrightarrow \beta \longrightarrow m$$
$$\beta \longrightarrow P \longrightarrow f.$$

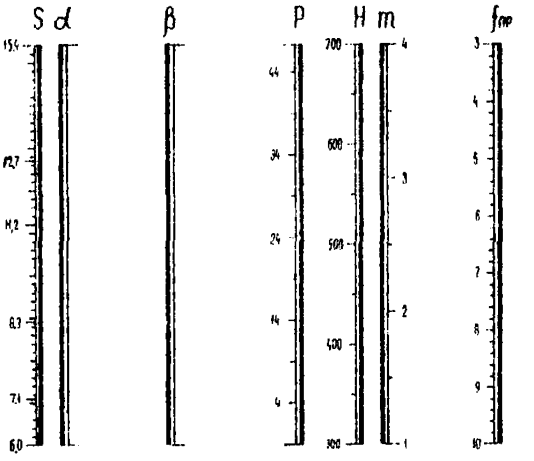
а



$$P = 5{,}051 + 1{,}990S + 0{,}020H + 4{,}620m - 2{,}100f_{пр}$$

$$S = \pm 1{,}50$$

б

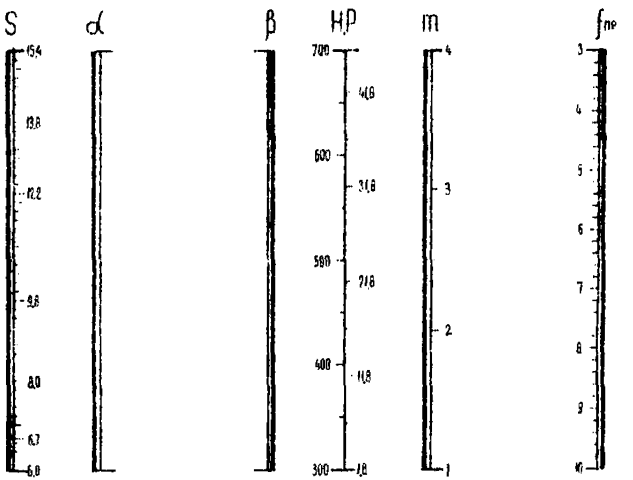


$$P = 8{,}754 + 1{,}920S + 0{,}005H + 3{,}340m - 2{,}620f_{пр}$$

$$S = \pm 0{,}90$$

Рис. I. Номограммы для определения нагрузки на I м выработки, испытывающей влияние очистных работ: а – в зоне влияния очистных работ; б – при надработке и подработке

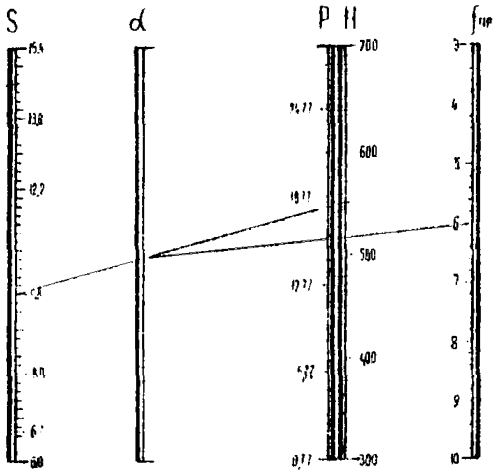
а



$$P = -0{,}057 + 1{,}320S + 0{,}01H + 5{,}670m - 1{,}500f_{пр}$$

$$S = \pm 1{,}30$$

б



$$P = 15{,}110 + 0{,}810S + 0{,}012H - 2{,}280f_{пр}$$

$$S = \pm 1{,}10$$

Рис. 2. Номограммы для определения нагрузки на 1 м выработки вне зоны влияния очистных работ: а – пластовых; б – породных

2.03. Плотность крепи вычисляется по формуле

$$n = \frac{P}{P_I},$$

где n – плотность крепи, рам/м;

P – нагрузка на I м выработки, определенная по номограмме, т;

P_I – предельная расчетная несущая способность крепи, т.

Величина P_I получена в результате стендовых испытаний металлических арок, выполненных в ДонУГИ (табл. I).

Таблица I

Площадь сечения арки крепи, м²	Крепь из спецпрофиля	Ширина выработки в свету, м	Предельная расчетная несущая способность крепи, т
5,6	СВП-I7	2,49	27
6,6	"	2,85	23
7,5	"	3,I7	22
8,5	СВП-22	3,42	28
I0,0	"	3,83	25
I2,5	СВП-27	4,33	30
I4,0	"	4,78	28
I5,0	"	4,88	28

2.04. Для упрощенного расчета плотности установки крепи и выбора типа спецпрофиля рекомендуется график (рис. 3), где по оси ординат обозначена нагрузка на I м выработки, а по оси абсцисс – плотность установки крепи. Заштрихованные площади обозначают рациональные области применения соответствующего типа спецпрофиля в зависимости от поперечного сечения выработки.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПАСА СЕЧЕНИЯ ВЫРАБОТКИ НА ОСАДКУ

В процессе эксплуатации под действием горного давления происходит уменьшение первоначального поперечного сечения выработки (рис. 4). Разница между площадью поперечного сечения выработки в свету S_0 до осадки и после осадки S представляет искомый запас сечения выработки на осадку ΔS. На рис. 4 показано возможное уменьшение высоты и ширины (на уровне вагонстки) выработки согласно нормативам типовых сечений Южгипрошахта.

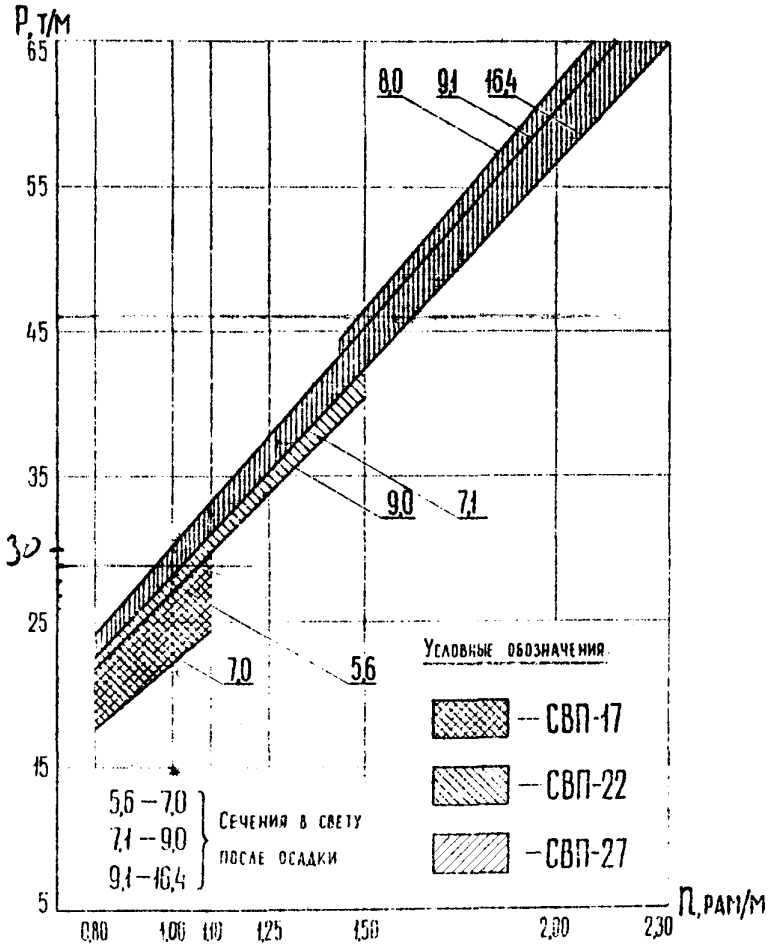


Рис. 3. График определения плотности установки металлической арочной крепи и типоразмера спецпрофиля

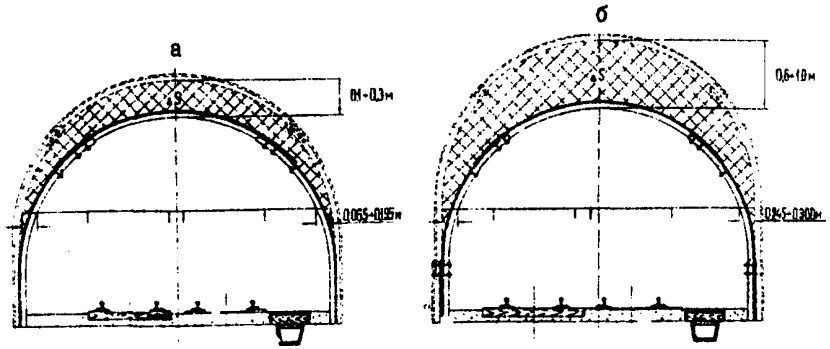


Рис. 4. Схема изменения площади поперечного сечения выработки в свету:
а – трехзвеньевая крепь; б – пятизвеньевая крепь

3.01. В результате статистической обработки многочисленных данных шахтных измерений получена зависимость необходимой величины запаса сечения выработки на осадку от площади поперечного сечения выработки в свету S, глубины заложения выработки H, срока службы выработки T, мощности пласта m и крепости пород f.

Для упрощения вычислений ΔS эмпирические формулы переданы в номографическом виде (рис. 5 и 6).

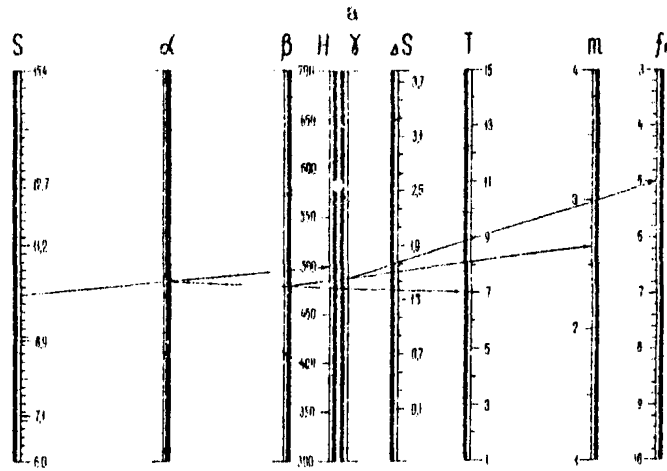
Последовательность определения запаса сечения выработки на осадку с помощью номограммы представлена в виде ключа (рис. 5, а):

$$S \rightarrow \alpha \rightarrow H$$
$$\alpha \rightarrow \beta \rightarrow T$$
$$\beta \rightarrow \gamma \rightarrow m$$
$$\gamma \rightarrow \Delta S \rightarrow f$$

3.02. В обобщенном виде пределы изменения рекомендованных плотности установки крепи и запаса сечения выработки на осадку приведены в табл. 2.

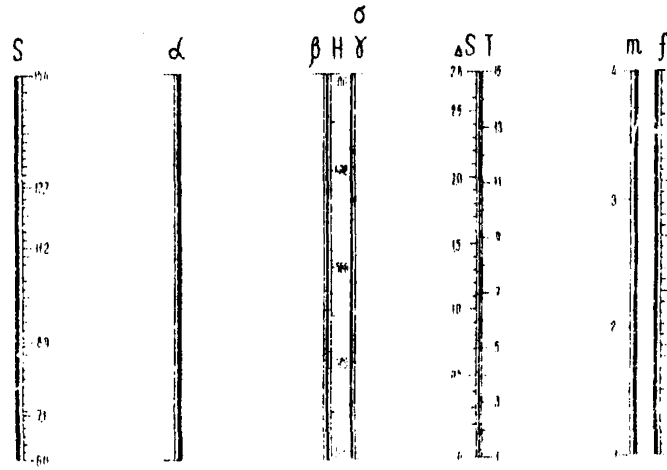
Таблица 2

Условия поддержания выработок	Рекомендованные параметры	
	плотность, рам/м	запас сечения на осадку, м²
В зоне влияния очистных работ	I,0–2,3	I,I–4,0
При подработке и надработке .	0,8–2,0	I,I–3,0
Пластовые выработки вне зоны влияния очистных работ . .	0,8–I,5	0,5–I,3
Породные выработки вне зоны влияния очистных работ . .	0,8–I,I	0,3–I,2



$$\Delta S = -1{,}010 + 0{,}100S + 0{,}002H + 0{,}060T + 0{,}250m - 0{,}100f_{пр}$$

$$S = \pm 0{,}230$$

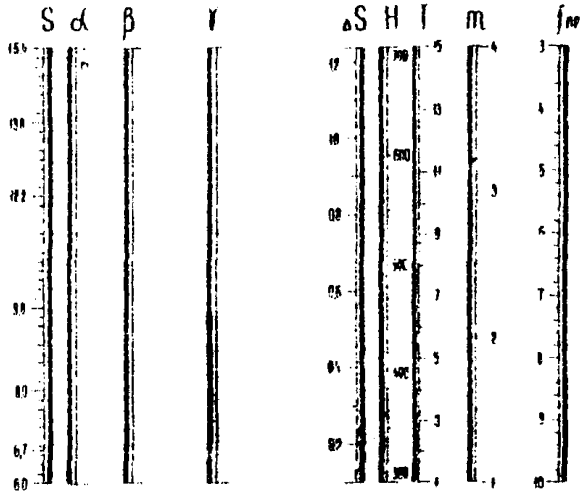


$$\Delta S = 0{,}856 + 0{,}044S + 0{,}001H + 0{,}055T + 0{,}059m - 0{,}166f_{пр}$$

$$S = \pm 0{,}200$$

Рис. 5. Номограммы для определения запаса сечения выработок, испытывающих влияние очистных работ: а – в зоне влияния очистных работ; б – при надработке и подработке

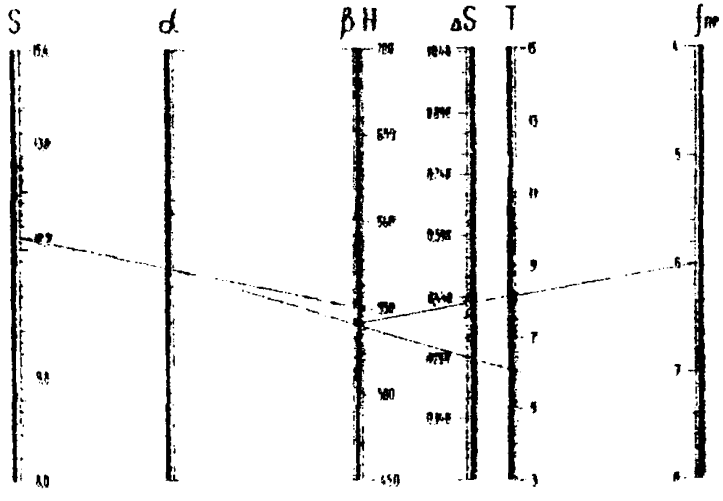
а



$$\Delta S = 0{,}424 + 0{,}041S + 0{,}0004H + 0{,}006T + 0{,}055m - 0{,}066f_{пр}$$

$$S = \pm 0{,}134$$

б



$$\Delta S = 0{,}139 + 0{,}025S + 0{,}0006H + 0{,}031T + 0{,}088f_{пр}$$

$$S = \pm 0{,}154$$

Рис. 6. Номограммы для определения запаса сечения выработок вне зоны влияния очистных работ:
а – пластовых; б – породных

3.03. В качестве примера приводится решение задачи.

Для крепления штрека, проводимого по пласту Четвертому мощностью I,5 м, проектом принята металлическая арочная крепь из спецпрофиля. По условиям вентиляции и размещения подвижного состава подземного транспорта за весь срок эксплуатации Т (I0 лет) площадь поперечного сечения выработки в свету S должна быть не менее II,2 м^2.

Горный массив, вмещающий выработку, представлен перемежающимися аргиллитами и алевролитами средней крепости f, равной 4. Выработка располагается на глубине 600 м и будет испытывать влияние очистных работ.

Определить оптимальные параметры крепления.

Решение. На основании заданных условий и характеристики выработки (S = II,2 м^2, H = 600 м, f = 4, m = I,5 м) по номограмме (рис. I, а) находим нагрузку на I м выработки (Р = 36 т).

Используя графики (рис. 3), находим необходимую плотность установки крепи и типоразмер спецпрофиля. В соответствии с графиком плотность установки крепи выработки составит I,3 рамы/м, конструкция арки выполняется из спецпрофиля СВП-27.

Необходимый запас сечения выработки на осадку определяется по номограмме (рис. 5, а).

По заданному сечению выработки в свету после осадки S, равном II,2 м^2, и найденному по номограмме ΔS, равном 2,I м^2, находим первоначальное (до осадки) сечение выработки в свету

$$S_0 = S + \Delta S = II,2 + 2,I = I3,3 \text{ м}^2.$$

4. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ КОРРЕКТИРОВКИ ПАРАМЕТРОВ КРЕПЛЕНИЯ

Методика разработана применительно к условиям шахт комбината Воркутауголь. Эту методику можно использовать также на шахтах комбината Интауголь и других бассейнов при соответствующих поправках коэффициентов доплат к заработной плате, условно-постоянных расходов по забою, а также стоимости материалов.

4.0I. Эффект от уменьшения плотности установки металлической крепи в горных выработках определяется по формуле

$$Э_I = \frac{N_I - N_2}{H_{кр}} \cdot 7,5 \cdot 3,2 \cdot I,09 + (М_I - М_2)\, Ц + П \times$$
$$\times \left(\frac{I}{V_I} - \frac{I}{V_2}\right), \text{ руб. на I м.}$$

где N_I и N_2 – количество крепежных рам на I м выработки в базисном и предлагаемом вариантах;

$Н_{кр}$ – норма выработки в смену на крепление металлической крепью, рам/чел;

7,5 – тарифная ставка в смену проходчика-крепильщика, руб.;

3,2 – коэффициент доплат для определения полной зарплаты;

I,09 – коэффициент, учитывающий начисления на зарплату;

$М_I$ и $М_2$ – расход металла на I м выработки в базисном и предлагаемом вариантах, т;

Ц – цена I т металлической крепи, руб.;

П – условно-постоянные расходы по забою в месяц, руб.;

V_I и V_2 – скорость проведения выработки в базисном и предлагаемом вариантах, м/мес.

Величина V_1 принимается фактической, а V_2 рассчитывается по формуле

$$V_2 = \frac{V_I}{I - \frac{N_I - N_2}{Н_{кр}} \cdot Н_{ком}}, \text{ м/мес,}$$

где $Н_{ком}$ – комплексная норма выработки в смену в базисном варианте, м/чел.

4.02. При определении эффективности от замены тяжелого спецпрофиля более легким расчет ведется на одну раму по формуле

$$Э_2 = М_2 \left(I - \frac{у_1}{у_2}\right) Ц_м, \text{ руб.,}$$

где $М_2$ – расход металла на изготовление одной рамы из тяжелого спецпрофиля, т;

$У_I$ и $У_2$ – вес I м металлопроката соответственно из легкого и тяжелого спецпрофиля, кг;

$Ц_м$ – цена I т металлопроката, руб.

4.03. Эффект от уменьшения запаса площади сечения выработки на податливость металлической крепи в расчете на I м находится по формуле

$$Э_з = (t_б\ 7{,}5 + t_п\ 6{,}75)\ \Delta S\ 3{,}2 \cdot I{,}09 + П \left(\frac{I}{V_2} + \frac{I}{V_3}\right), \text{руб.}$$

[4]

где $t_б$ и $t_п$ – трудоемкость бурения и погрузки горной массы, норма-дни/м^2;

7,50 и 6,75 – ставки, соответствующие тарификации работ по бурению и погрузке горной массы, руб./норма-день;

ΔS – уменьшение площади сечения выработки "вчерне", м^2;

V_2 и V_3 – скорость проведения выработки соответственно без уменьшения и с уменьшением площади сечения, м/мес;

$$V_3 = \frac{V_2}{1 - \Delta S(t_б + t_п) H_{ком}}, \text{ м/мес;}$$

$H'_{ком}$ – комплексная норма выработки в смену после осуществления мероприятий, м/чел.

Литература

1. Мероприятия по техническому перевооружению шахт комбинатов Воркутауголь и Интауголь с целью повышения производительности труда в соответствии с Директивами XXIУ съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971–1975 гг. Фонды ПечорНИУИ. Воркута, 1971.

2. Унифицированные типовые сечения горных выработок. Том I. Изд-во "Будивельник". Киев, 1971.

3. Калимов Ю.И., Шишкин В.П. Николаева Л.А. Физико-механические свойства горных пород Воркутского месторождения. Коми книжное издательство. Сыктывкар, 1969.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение 3

I. Условия применения металлической арочной крепи 5

2. Определение плотности установки крепи и типоразмера спецпрофиля 7

3. Определение запаса сечения выработки на осадку . . . . . IO

4. Методика расчета экономической эффективности от корректировки параметров крепления I5

Литература I7

Ответственный за выпуск канд.техн.наук В.Н.Левчук

Подписано к печати 5.IУ 1972 г.
Печ. л. 0,8 Тираж 150 Заказ № 361

Ротапринт ПечорНИУИ

gost.e-ecolog.ru