ВРЕМЕННАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СПОСОБА ПОДДЕРЖАНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК "КРЕПЬ-ОХРАНА"

РД 12.18.072-88

Донецк - Харьков 1988

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

УТВЕРЖДАЮ:
Первый заместитель Министра
Минуглепрома СССР
КОРКИН А.Г.
"26" мая 1988 г.

ВРЕМЕННАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СПОСОБА ПОДДЕРЖАНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК "КРЕПЬ-ОХРАНА"

РД 12.18.072-88

Донецк-Харьков 1988

УДК 622.016.3.112.3

Настоящая "Временная инструкция..." включает основные сведения по определению параметров способа поддержания "крепь-охрана" и его реализации в горных выработках.

Инструкция предназначена для проектных и производственных организаций, осуществляющих проектирование и сооружение горизонтальных горных выработок.

В инструкции использованы результаты научно-исследовательских работ, выполненных в ДПИ в 1984-1988 гг, а также разработки института "ВНИИОМШС" и действующие нормативные документы.

"Временная инструкция..." разработана в Донецком политехническом институте. В работе принимали участие: от ДПИ - проф., докт.техн.наук К.В.Кошелев, канд.техн.наук Ю.А.Петренко, канд. техн.наук А.О.Новиков, канд.техн.наук А.А.Олейников, инж. В.В.Тарасьев;

от ВНИИОМШСа докт.техн.наук И.Г.Косков, канд.техн.наук В.П.Друцко, инж. Б.В.Алферов, инж. А.Ю.Шевцов.

В В Е Д Е Н И Е

Развитие угольной промышленности в СССР сопровождается увеличением глубины горных работ, сечений и общей протяженности поддерживаемых выработок. Только за последние 10 лет объем добычи угля на шахтах с глубиной более 700 м возрос в 2 раза. Увеличение глубины горных работ на шахтах Донбасса за этот же период привело к росту средней величины несущей способности крепи в 2,5 раза, увеличению стоимости крепления в 2,3 раза, а трудоемкости - в 3,7 раза. Однако попытки обеспечить безремонтное поддержание выработок за счет увеличения несущей способности крепи положительных результатов не дали. Ежегодно протяженность выработок, находящихся в неудовлетворительном состоянии, увеличивается на шахтах Донбасса на 2-3%.

С переходом на большие глубины применяются все более металлоемкие, трудоемкие и дорогостоящие крепи. Стоимость крепи составляет 30-35% от общей стоимости сооружения выработки, трудоемкость возведения крепи - до 50% от общей трудоемкости сооружения выработки.

В настоящее время 91,3% выработок на строящихся шахтах Донбасса крепится металлической арочной податливой крепью, которая практически исчерпала свои возможности, а такие прогрессивные конструкции крепей, как монолитно-бетонная, набрызгбетонная, анкерная имеют ограниченный объем применения, так как не соответствуют реальным условиям нагружения и часто деформируются.

Опыт поддержания выработок показывает, что обеспечить их нормальное эксплуатационное состояние в течение всего срока службы можно лишь путем использования несущей способности породного массива, вмещающего выработки.

Все это требует применения нетрадиционных видов крепи, кото-

рые бы обладали значительной несущей способностью, низкой материалоемкостью и трудоемкостью возведения, поддавались бы высокой степени механизации, а также активно воздействовали на напряженно-деформированное состояние вмещающего массива с целью вовлечения его в совместную работу.

Перечисленным требованиям отвечает способ поддержания выработок "крепь-охрана", предназначенный для повышения устойчивости горных выработок, находящихся вне зоны непосредственного влияния очистных работ, и позволяющий одновременно с процессом возведения крепи осуществлять разгрузку вмещающего массива от повышенных напряжений.

Временная инструкция по применению способа поддержания горных выработок "крепь-охрана" разработана в соответствии с тематическим планом института ВНИИОМШС на основании исследований, проведенных Донецким политехническим институтом и ВНИИОМШСом.

При разработке "Временной инструкции..." использованы следующие нормативные документы: "Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах" (М.,Недра,1986 г),"Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт" (М.,Недра,1976 г),"Единые правила безопасности при взрывных работах" (М.,Недра,1972 г), "Руководство по проектированию подземных горных выработок и расчету крепи" (М., Стройиздат, 1983 г),"Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР" (Л.,1986 г).

Внедрение способа поддержания "крепь-охрана" будет способствовать повышению темпов сооружения выработок, снижению затрат на поддержание и улучшению условий труда.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Способ поддержания "крепь-охрана" обеспечивает повышение устойчивости горных выработок за счет использования несущей способности породного массива. Это достигается путем ускоренного образования вокруг выработки на заданном удалении от ее контура зоны разгрузки с минимальными деформациями, что обеспечивает перенос повышенных напряжений с контура выработки вглубь массива. При этом ненарушенный приконтурный массив, усиленный анкерами, выполняет роль крепи.

I.2. Идея способа заключается в совмещении разгрузки вмещающего выработку массива от повышенных напряжений с процессом крепления. Это позволяет использовать несущую способность породного массива и снизить материальные и трудовые затраты на проведение и поддержание горных выработок.

I.3. Сущность способа (рис. I) заключается в образовании вокруг выработки, на заданном удалении от ее контура, зоны пониженных напряжений путем взрывания камуфлетных зарядов ВВ в трубчатых анкерах. При этом энергия взрыва расходуется на образование зоны разгрузки и развальцовывание анкеров в шпурах. Ненарушенный приконтурный массив, усиленный анкерами, выполняет роль крепи.

I.4. Временная инструкция по применению способа поддержания горных выработок "крепь-охрана" разработана применительно к буровзрывному способу проведения выработок с использованием контурного взрывания, находящихся вне зоны непосредственного влияния очистных работ, для следующих горно-геологических условий:

Категория шахт по газу – I,II,III и сверхкатегорные

Пласты угля и вмещающие

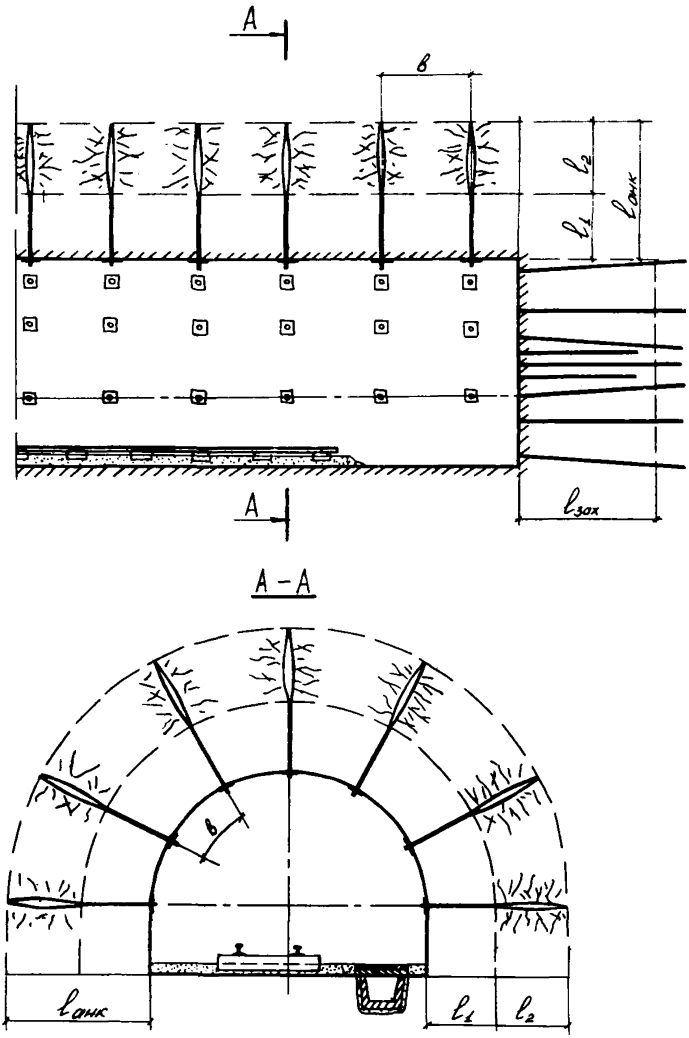


Рис. I. Схема проведения выработки при применении способа поддержания "крепь-охрана"

породы	- не опасные по внезапным выбросам газа, угля и породы
Угол наклона выработки,град	- до 26
Угол падения пород,град	- до 35
Категория устойчивости выработок:	
- при поддержании выработок только способом "крепь-охрана"	- выработки, отнесенные к I и II категории устойчивости по СНИП-II-94-80 в породах I,II,III класса нарушенности по СНИП-II-94-80
- при поддержании выработок способом "крепь-охрана" в сочетании с другими конструкциями крепи	- выработки, отнесенные к I-IУ категории устойчивости по СНИП-II-94-80 в породах I-III класса нарушенности по СНИП-II-94-80
- Приток воды в забой,$м^3/ч$	- до 3

I.5. Поперечные сечения выработок приняты типовыми. Форма и площадь поперечного сечения выработок не ограничивают применения способа поддержания "крепь-охрана".

I.6. Способ поддержания "крепь-охрана" может применяться в комбинации с другими конструкциями крепи, которые технически и технологически сочетаются со способом.

I.7. В случае принятия решений, отличных от регламентируемых настоящей "Временной инструкцией"...,они должны быть соответствующим образом обоснованы и согласованы с ДПИ.

I.8. Во всех случаях область применения способа "крепь-охрана" ограничивается условиями выполнения Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах и технологических требований по ведению горно-строительных работ.

I.9. Конструкция трубчатого анкера для реализации способа

"крепь-охрана" приведена в приложении I.

I.I0. Для бурения шпуров под анкеры используется существующее проходческое оборудование.

I.II. Установку анкера в шпур производят 2 проходчика, один из которых направляет оголовок анкера в устье шпура, а другой, придерживая пакер, досылает анкер, опорную плиту, шайбу, гайку и затягивают гайку до прочного раскрепления пакера в шпуре.

I.I2. Заряжание шпура, снаряженного анкером, выполняется в следующем порядке. Вначале запыковывается донная часть анкера (на величину 50-60 мм), затем в трубчатый анкер вводится патрон-боевик таким образом, чтобы дно гильзы электродетонатора было направлено к устью шпура. После этого в анкер досылают патроны ВВ и производится запыковка анкера на полную длину (рис. 2).

I.I3. Все электродетонаторы перед выдачей их в работу должны быть проверены на соответствие их сопротивлений пределам, указанным на этикетках упаковочной тары, и качество изоляции проводов.

Провода электродетонаторов после проверки их сопротивления должны быть замкнуты накоротко и в таком положении находиться все время до момента присоединения их к взрывной сети.

I.I4. Забойники, применяемые при заряжании шпуров, снаряженных трубчатыми анкерами, должны быть изготовлены из дерева.

I.I5. Работы по заряжанию на высоте более 2 м должны выполняться со специальных подмостей.

I.I6. Для магистральных проводов должны применяться провода с резиновой или пластиковой изоляцией. Магистральные провода взрывной электросети должны быть исправными (жила и изоляция).

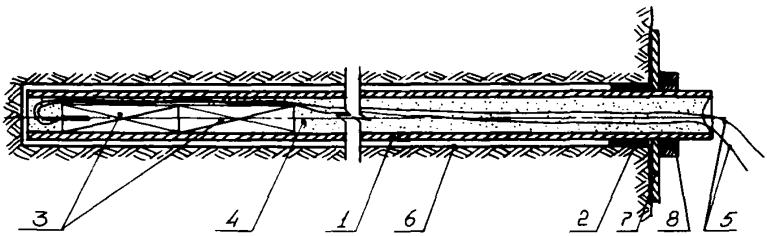


Рис. 2. Конструкция заряда ВВ:

I - трубчатый анкер;

2 - пакер;

3 - патроны ВВ;

4 - песчано-глинистая забойка;

5 - провода электродетонаторов;

6 - шпур;

7 - опорная плита;

8 - гайка

I.I7. Соединения (сростки) проводов должны быть тщательно защищены, плотно сращены и изолированы при помощи специальных зажимов.

I.I8. Взрывание зарядов ВВ в анкерах, расположенных в одном ряду по контуру выработки, производится в один прием с различными сериями замедления. Каждый ряд зарядов в анкерах взрывается отдельным приемом.

I.I9. Если при осмотре места взрыва обнаружены отказы или есть подозрение, что произошел отказ (обнаружены провода электродетонаторов, выходящие из трубчатого анкера и др.), то отказавшие заряды должны быть ликвидированы следующим образом. Концы проводов электродетонатора должны быть немедленно накоротко замкнуты. После этого из шпура, снаряженного анкером, с помощью деревянного лотка-счищалки полностью удаляется забоечный материал, в шпур вводится дополнительный патрон-боевик и производится повторное взрывание в обычном порядке.

I.20. Шпуры под трубчатые анкера являются составной частью паспорта БВР на проведение выработки.

Величина заряда ВВ, помещаемого в трубчатый анкер, количество и длина шпуров (анкеров) в одном ряду выбираются из условия образования на заданном удалении от контура выработки зоны пониженных напряжений без нарушения сплошности приконтурного массива и прочного раскрепления трубчатого анкера в шпуре.

I.2I. Количество воздуха, необходимого для проветривания забоя выработки, определяется в соответствии с требованиями Правил безопасности, с учетом зарядов в трубчатых анкерах.

I.22. Применение способа поддержания "крепь-охрана" не снижает темпы проведения выработки, так как работы по разгрузке массива совмещаются с раскреплением анкеров.

I.23. Трудоемкость работ по реализации способа "крепь-охрана" определялась на базе хронометражных наблюдений и с использованием "Норм выработки", приведенных в ЕНИР, сборник № 36, М., 1982 г. Ориентировочно, исходя из принятого бурового оборудования и количества рабочих, занятых на бурении шпуров под трубчатые анкеры, трудозатраты, отнесенные к I шпурометру, можно определить по данным табл. I.

Таблица I

Трудозатраты на бурение шпуров и установку анкеров

Наименование операций	Трудозатраты, чел-час/м (чел-час/анкер)				
	электросверла	перфораторы		МАП-I	
	40-60 МПа	40-60 МПа	60-80 МПа	40-60МПа	60-80МПа
Бурение шпуров	0,II	0,07	0,I0	0,04	0,06
Установка анкеров	0,28	0,22	0,26	0,2I	0,I6

I.24. Организация работ по реализации способа поддержания "крепь-охрана" включает: разметку шпуров под трубчатые анкеры, бурение шпуров, установку трубчатых анкеров в шпуры, заряжание и взрывание зарядов ВВ.

I.25. Схема размещения в выработке оборудования и обменно-транспортных устройств в забое выбирается в соответствии с проектом производства работ.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СПОСОБА "КРЕПЬ-ОХРАНА"

2.I. Исходными данными для проектирования способа поддержания выработок "крепь-охрана" являются тип и физико-механические свойства вмещающих пород, структурные особенности массива, глубина заложения выработки, форма ее поперечного сечения и размеры.

Указанные данные определяются из инженерно-геологических изысканий с учетом особенностей подземного строительства, предусмотренных пп. I.8+I.I3 СНиП - П-94-80.

2.2. В качестве основных расчетных данных для определения параметров способа "крепь-охрана" должны приниматься:

H_p - расчетная глубина заложения выработки, определяемая согласно п.2.I4 СНиП-П-94-80;

$2a$ - ширина выработки в проходке, м;

$2h$ - высота выработки в проходке, м;

r - радиус выработки в проходке, м (для выработок круглой формы поперечного сечения);

R_c - расчетное сопротивление пород сжатию, определяемое по формуле

$$R_c = R \cdot K_c ,$$

где R -среднее значение сопротивления пород в образце одноосному сжатию, устанавливаемое экспериментально, по результатам испытаний образцов пород (МПа) или определяемое по коэффициенту крепости пород f по шкале М.М. Протодьяконова;

$R = 10 f$ (МПа);

K_c - коэффициент, учитывающий дополнительную нарушенность массива пород, принимаемый по табл. I. СНиП-94-80;

γ - объемная масса горных пород, МН/м^3, для скальных осадочных пород равная 0,025 МН/м^3;

E_p - расчетное значение модуля упругости массива, принимается по табл. 3 "Руководства по проектированию подземных горных выработок и расчету крепи" (М., Стройиздат, 1983 г);

β - коэффициент, показывающий отношение прочности на одноосное сжатие R_c к остаточной прочности R_o, принимается по результатам экспериментальных данных. При отсутствии принимать для условий Донбасса: аргиллиты 3,5-4,0; алевролиты - 6,0-8,0; песчаники 7,0-9,0.

2.3. К параметрам способа поддержания выработок "крепь-охрана" относятся:

- глубина анкерования;
- расстояние между анкерами;
- величина заряда ВВ в анкерах.

2.4. Основные параметры способа получены с использованием следующих методов:

- научно-технического обобщения и анализа статистических данных с обработкой их методами математической статистики;
- аналитико-экспериментальных и лабораторных исследований;
- шахтных исследований и опытно-промышленных испытаний.

2.5. Порядок определения параметров способа "крепь-охрана" следующий. Вначале определяется местоположение и размеры участков породного контура выработки, в пределах которых будут устанавливаться трубчатые анкеры. Затем определяется глубина анкерования, величина заряда ВВ в анкерах и расстояние между анкерами.

2.6. Для определения местоположения и размеров участков породного контура выработки используется графоаналитический метод, разработанный в Коммунарском горно-металлургическом институте (Литвинский Г.Г. "Расчет устойчивости породной поверхности горных выработок", в сб. "Устойчивость и крепление горных выработок", Л., ЛГИ, 1976, вып.2) и основанный на наложении эпюр прочности вмещающих пород на эпюры действующих напряжений.

2.7. Исходными данными для построения паспорта прочности являются геометрические размеры выработки, прочность вмещающих пород на сжатие и растяжение и действующие на контуре выработки напряжения.

2.8. Построение паспорта прочности осуществляется в следующей последовательности:

В определенном геометрическом масштабе вычерчивается контур выработки (рис.3). Оси координат X У размещаются в сечении выработки соответственно на расстоянии, равном половине ее высоты и ширины. Затем на ее контуре намечаются восемь характерных точек и производится их нумерация. Положение точек 2,4 определяется углом

$$\Theta = \pm \operatorname{arctg} \frac{h}{a},$$

где h и a - соответственно половина высоты и ширины выработки, м.

Напряжения в характерных точках контура определяются для выработки эллиптической формы (эллипс сравнения), эквивалентной по площади рассматриваемой выработки; полуоси такой эллиптической выработки определяются выражениями:

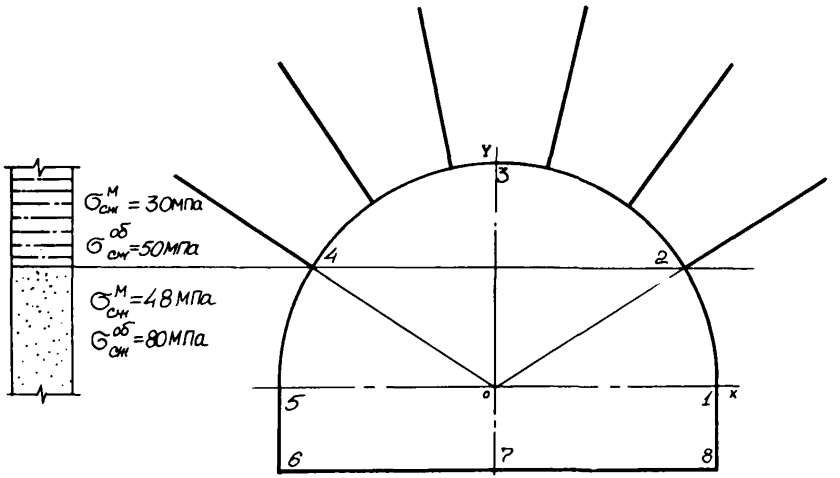


Рис. 3.Схема к расчету паспорта прочности контура выработки

$$a_э = \sqrt{\frac{S a}{\pi h}} \quad ; \quad h_э = \sqrt{\frac{S h}{\pi a}} \quad ,$$

где S -площадь поперечного сечения исследуемой выработки, $м^2$.

Для каждой из 8 точек контура находятся радиусы кривизны эллипса сравнения:

для точек I, 5

$$R^э = \frac{h_э^2}{a_э} \quad ;$$

для точек 3, 7

$$R^э = \frac{a_э^2}{h_э} \quad ;$$

для точек 2, 4, 6, 8

$$R^э = \frac{1}{a_э h_э} \left(\frac{a_э^2 + h_э^2}{2} \right)^{3/2}$$

Затем графическим путем в каждой точке заданной выработки находятся радиусы кривизны контура $R_i^к$. Относительная кривизна в i -й точке контура характеризуется параметром $æ_i$, который определяется из выражения

$$æ_i = \left(R_i^э / R_i^к \right)^{2/3}$$

Для угловых точек $æ$ =6, для прямолинейного участка $æ$ = 0.

Учитывая, что на больших глубинах распределение напряжений стремится к гидростатическому, напряжения в каждой точке контура определяются следующим образом:

$$\sigma_i^{1,5} = q\left[0{,}35\left(1-\varkappa_i\right)+\left(0{,}3+1{,}7\varkappa_i\right)\frac{a}{b}\right];$$

$$\sigma_i^{3,7} = q\left[0{,}35\left(1-\varkappa_i\right)+\left(0{,}3+1{,}7\varkappa_i\right)\frac{b}{a}\right];$$

$$\sigma_i^{2,4,6,8} = q\left[1{,}2\left(\varkappa_i-1\right)+\frac{b^2+a^2}{ab}\right];$$

После определения напряжений, действующих в характерных точках, на развертке контура выработки в осях $\sigma_i = \theta$ строится эпюра напряжений (рис. 4). При построении эпюры необходимо учитывать следующие рекомендации:

- на гладких участках контура напряжения изменяются плавно;

- скорость изменения напряжений по углу θ пропорциональна изменению приведенной кривизны;

- в угловых точках контура напряжения претерпевают местные возмущения (всплески в виде пиков);

- размер участка влияния угловой точки на контуре пропорционален отклонению реального контура от контура эллипса сравнения.

Затем на данный график в том же масштабе наносится эпюра прочности пород на контуре выработки.

Участки, на которых напряжения σ_i превышают прочность пород, определяют места расположения трубчатых анкеров для реализации способа "крепь-охрана". Размеры этих участков определяются графически.

2.9. Глубина анкерования может быть определена из следующего выражения:

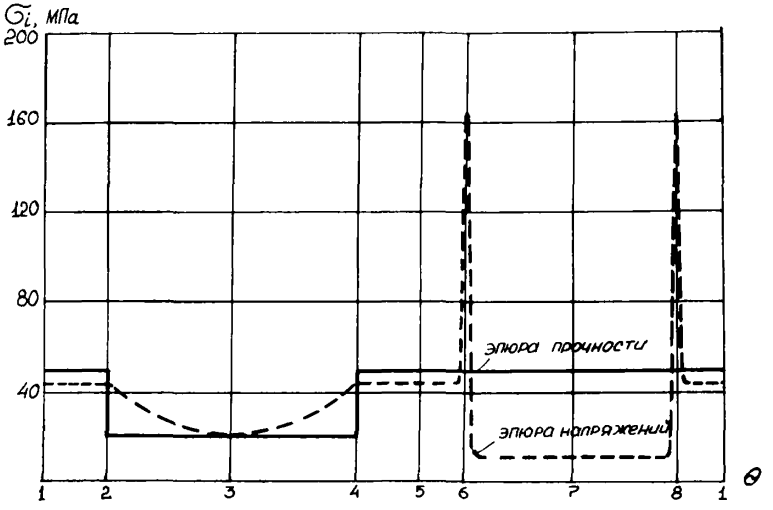


Рис. 4. Паспорт прочности контура выработки

$$l_{анк} = l_1 + l_2 \ ,$$

где l_1 - расстояние от контура выработки до нижней границы зоны активной разгрузки; l_2 - размер зоны активной разгрузки.

Эти величины могут быть определены следующим образом:

$$l_1 = a(r_к - 1) \ ;$$

$$l_2 = a(r_р - 1) \ ,$$

где a - половина ширины выработки вчерне, м;

$r_к$ - безразмерный приведенный радиус нижней границы зоны активной разгрузки, $r_к = \frac{a + l_1}{a}$;

$r_р$ - безразмерный приведенный радиус верхней границы зоны активной разгрузки, $r_р = \frac{a + l_1 + l_2}{a}$.

Величину $r_к$, с учетом того, что смещения на контуре выработки должны быть равны нулю, определяем из следующего выражения, исследуя его на минимум:

$$U = A_1 \frac{r_к - 1}{r_к} + A_2 \left(A_3 \frac{2B r_к^{2+B}}{A_4 r_к^2 - A_5} \right)^{\frac{1}{B}} .$$

Значение параметра $r_р$ можно определить по формуле:

$$r_р = r_к \left[A_3 \left(\frac{2B r_к^2}{A_4 r_к^2 - A_5} \right) \right]^{\frac{1}{2B}} \ ,$$

где обозначаются:

$$A_1 = \frac{3}{4E_р} \left(\frac{R_c}{K_{зап}} - P_o \right) ;$$

$$A_2 = \frac{3}{4E_р} \left(\frac{2B\gamma H_р + R_c}{B+1} \right) ;$$

$$A_3 = \frac{2\gamma H_р - R_c}{2(B+1)} + \frac{R_c}{2B\beta} \ ;$$

$$A_4 = B \frac{R_c}{K_{зап}} + B P_o + \frac{R_c}{\beta} \ ;$$

$$A_5 = B \frac{R_c}{K_{зап}} - B P_o \ .$$

где $K_{зап}$ коэффициент запаса прочности, $K_{зап} = 1,5 \div 2,0$;

P_o – отпор крепи, МПа;

$в$ – расстояние между анкерами, м.

Для определения $l_{анк}$ по выше изложенным зависимостям разработана программа на языке ФОРТРАН-IУ в ДОС ЕС ЭВМ, с помощью которой произведены расчеты $l_{анк}$ для различных горно-геологических условий расположения выработки и построена номограмма (рис. 5).

Расчетную массу заряда ВВ в одном анкере определяют по следующей формуле:

$$Q = l_{анк} \frac{\pi d_п^2}{4} \cdot K \cdot \rho .$$

где $d_п$ – диаметр патронов ВВ, м;

ρ – плотность ВВ в патронах, кг/м^3 (табл. 2);

K – коэффициент заряжания. Значение K зависит от прочности пород на одноосное сжатие, глубины анкерования, определяется по табл. 3.

Таблица 2

Название взрывчатого вещества	Класс ВВ	Плотность патронирования, кг/м^3	Диаметр патронов, мм	Масса патрона, кг
Аммонит ПЖВ-20	IУ	II00-II80	36	0,25:0,3
Аммонит Т-I9	IУ	II00-I200	36	0,25:0,3
Угленит Э-6	У	II00-I250	36	0,2 :0,25

Таблица 3

Значение коэффициента заряжания

Прочность пород на одноосное сжатие, МПа	Значение K при глубине анкерования, $l_{анк}$, м		
	$l_{анк} \leq$ I,5	3,0 $\geq l_{анк} >$ I,5	$l_{анк} >$ 3,0
40 - 60	0,2	0,3	0,4
> 60	0,25	0,4	0,5

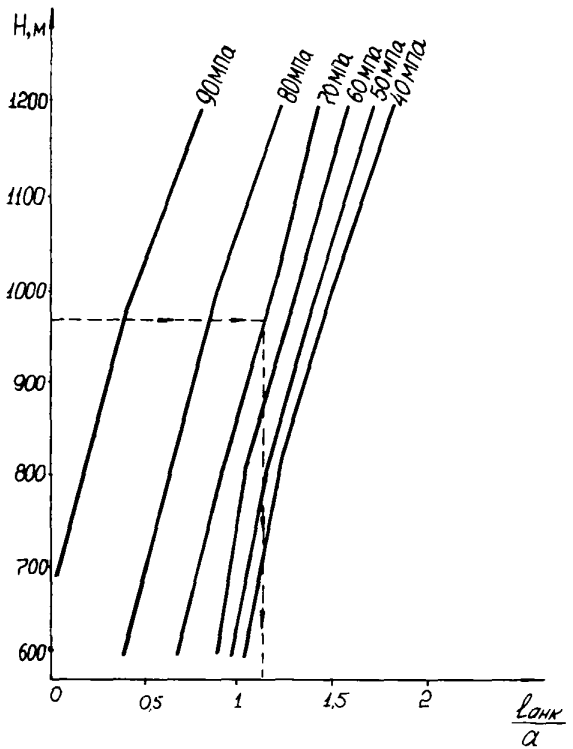


Рис. 5. Номограмма к определению основных параметров способа "крепь-охрана"

Расстояние между анкерами можно определить по формуле:

$$\ell = 2\alpha\,(0{,}66 - 9{,}2\cdot10^{-3}R_c + 0{,}33\cdot10^{-4}E_{BB}\,Q)\,\sqrt[3]{Q}\,,$$

где α - безразмерный коэффициент, учитывающий количество и характеристику взрывания зарядов ВВ, взрываемых за I цикл в сечении выработки. Величина его находится в пределах α = = I,2 + I,4;

E_{BB} - полная идеальная работа взрыва, кДж/I кг. Величина зависит от типа ВВ и определяется ГОСТом на данный тип ВВ.

2.I0. Методические положения по определению параметров способа поддержания "крепь-охрана" распространяются на горизонтальные и наклонные (до 26^{0}) горные выработки, находящиеся вне зоны активного влияния очистных работ.

2.II. Параметры способа для протяженных участков выработок и участков закруглений для одних и тех же горно-геологических условий аналогичны.

3. ВОЗМОЖНЫЕ СХЕМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ВЫРАБОТОК НА ОСНОВЕ СПОСОБА "КРЕПЬ-ОХРАНА"

3.I. Схемы поддержания горных выработок на основе способа "крепь-охрана" применяются в зависимости от глубины заложения выработки, прочности вмещающих пород в образце на сжатие и вида постоянной крепи выработок.

3.2. Параметры буровзрывных работ по реализации способа "крепь-охрана", приведенные в схемах, уточняются на основании опытных взрываний.

3.3. Параметры способа "крепь-охрана" для условий, отличных от принятых в схемах, рассчитываются в соответствии с вышеизложенными методическими положениями.

3.4. Параметры способа поддержания выработок "крепь-охрана" для схем № I (табл. 4) и № 3 (табл. 6) определены применительно к ВВ типа Т-I9, а для схемы № 2 (табл. 5) - ВВ типа угленит Э-6.

Для других типов ВВ, разрешенных к применению в породных забоях шахт сверхкатегорных по газу и опасных по внезапным выбросам, параметры способа поддержания "крепь-охрана" следует скорректировать в соответствии с рекомендациями и методическими положениями, изложенными в разделе 2.

3.5. Если при расчете $\ell_{анк}$ получается менее I,5 м, то при реализации способа "крепь-охрана" принимается $\ell_{анк}$ = I,5 м.

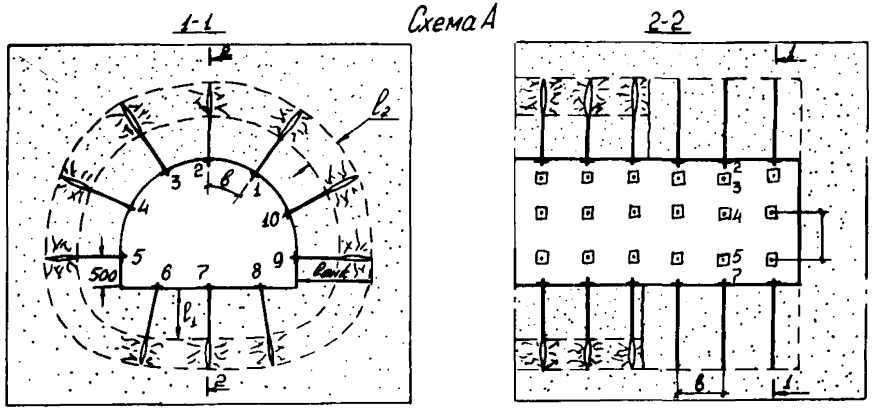
3.6. Схемы поддержания горных выработок приведены для следующих случаев:

схема № I - поддержание выработки только за счет способа "крепь-охрана";

схема № 2 - поддержание выработки арочной податливой крепью и способом "крепь-охрана";

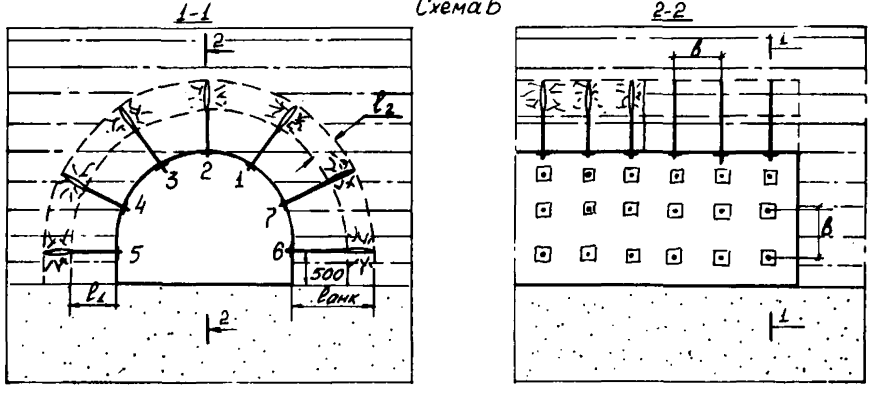
схема № 3 - поддержание выработки набрызгбетонной крепью и способом "крепь-охрана".

Схема А



Очередность взрывания	Степень замедления, мкс	Номера штуров, взрываемых за один прием
I	0	1,2
II	15	3,4
III	30	5,6
IV	45	7,8
V	60	9,10

Схема Б



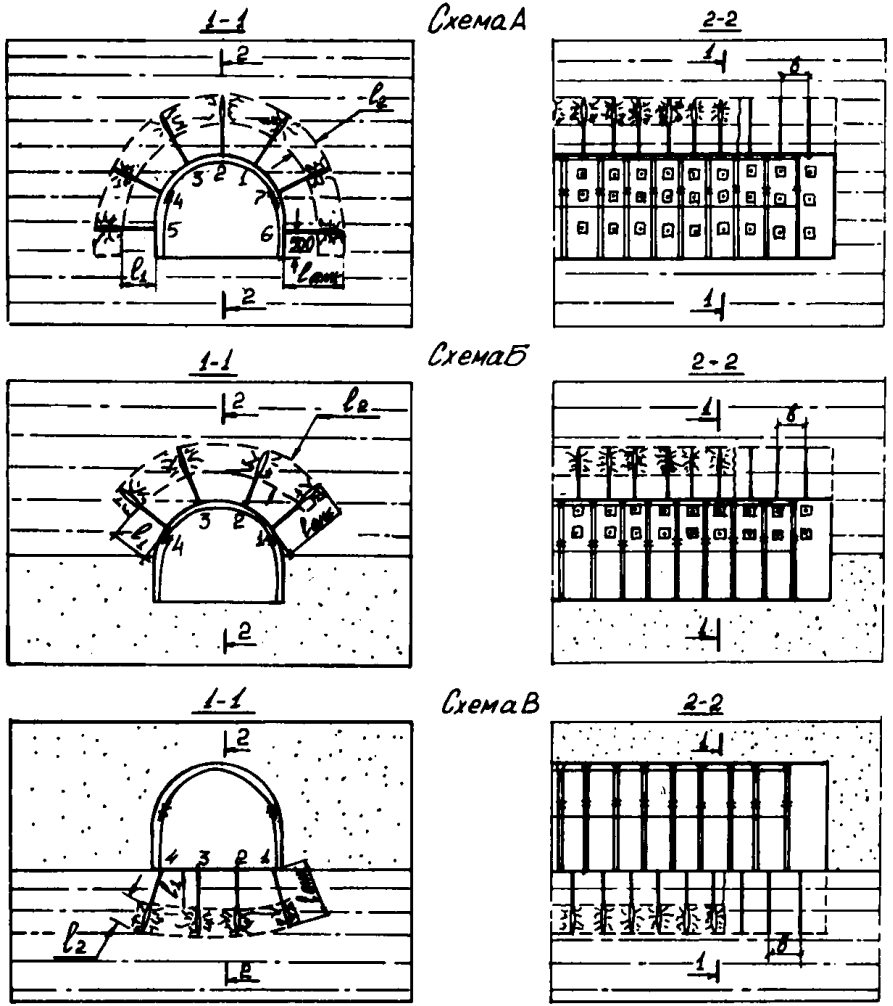
Очередность взрывания	Степень замедления, мкс	Номера штуров взрываемых за один прием
I	0	1,2
II	25	3,4
III	50	5,6,7

Рис. 6. Схема №I

Таблица 4

Параметры способа поддержания "крепь-охрана" к схемам IA и IБ

Глубина, м	Параметры способа поддержания "крепь-охрана" при прочности пород, МПа		
	60	70	80
600	I) $l_{анк}$ = 0,89 a, м 2) Q = 0,3 кг 3) B = 0,7 м	I) $l_{анк}$ = 0,66 a, м 2) Q = 0,6 кг 3) B = I,0 м	I) $l_{анк}$ = 0,38 a, м 2) Q = 0,9 кг 3) B = I,5 м
800	I) $l_{анк}$ = I,05 a, м 2) Q =0,3 кг 3) B = 0,7 м	I) $l_{анк}$ = 0,92 a, м 2) Q = 0,6 кг 3) B = I,0 м	I) $l_{анк}$ = 0,65 a, м 2) Q = 0,9 кг 3) B = I,5 м
I000	I) $l_{анк}$ = I,33 a, м 2) Q = 0,3 кг 3) B = 0,7 м	I) $l_{анк}$ = I,I8 a, м 2) Q = 0,6 кг 3) B = I,0 м	I) $l_{анк}$ = 0,9I a, м 2) Q = 0,9 кг 3) B = I,5 м
I200	I) $l_{анк}$ = I,63 a, м 2) Q = 0,3 кг 3) B = 0,7 м	I) $l_{анк}$ = I,47 a, м 2) Q = 0,6 кг 3) B = I,0 м	I) $l_{анк}$ = I,26 a, м 2) Q = 0,9 кг 3) B = I,5 м



Очередность взрывания	Степень замедления, мкс	Номера шпуров взрываемых за один прием
I	0	1,2
II	25	3,4
III	50	5,6,7

Очередность взрывания	Степень замедления, мкс	Номера шпуров взрываемых за один прием
I	0	1,3
II	15	2,4

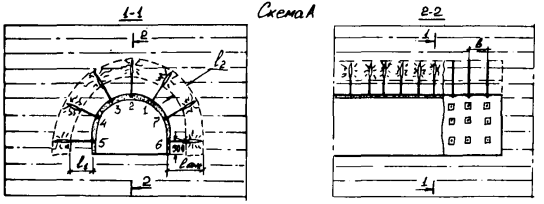
Очередность взрывания	Степень замедления, мкс	Номера шпуров взрываемых за один прием
I	0	1,4
II	15	2,3

Рис.7. Схема №2

Таблица 5

Параметры способа поддержания "крепь-охрана" к схемам 2А,2Б,2В

Глубина, м	Параметры способа поддержания "крепь-охрана" при прочности пород, МПа		
	40	50	60
600	I) АП-3, I,00 рама/м 2) $l_{анк}$ = I,I3 a, м 3) Q = 0,7 кг 4) B = I м	I) АП-3, I рама/м 2) $l_{анк}$ = 0,74 a, м 3) Q = 0,6 кг 4) B = I м	I) АП-3, I рама/м 2) $l_{анк}$ = 0,8 a, м 3) Q = 0,8 кг 4) B = I м
800	I) АП-3, I,25 рама/м 2) $l_{анк}$ = I,5 a, м 3) Q =0,4 кг 4) B = 0,8 м	I) АП-3, I рама/м 2) $l_{анк}$ = I,23 a, м 3) Q = 0,6 кг 4) B = I м	I) АП-3, I рама/м 2) $l_{анк}$ = I,0 a, м 3) Q = 0,8 кг 4) B = I м
I000	I) АП-3, I,25 рама/м 2) $l_{анк}$ = I,76 a, м 3) Q = 0,4 кг 4) B = 0,8 м	I) АП-3, I,25 рама/м 2) $l_{анк}$ = I,5I a, м 3) Q = 0,6 кг 4) B = 0,8 м	I) АП-3, I рама/м 2) $l_{анк}$ = I,I9 a, м 3) Q = 0,8 кг 4) B = I м
I200	I) АП-3, I,25 рама/м 2) $l_{анк}$ = I,9 a, м 3) Q = 0,4 кг 4) B = 0,8 м	I) АП-3, I,25 рама/м 2) $l_{анк}$ = I,7I a, м 3) Q =0,6 кг 4) B =0,8 м	I) АП-3, I рама/м 2) $l_{анк}$ = I,47 a, м 3) Q = 0,8 кг 4) B = I м



Очередность взрывания	Степень замедления, мкс	Номера шпуров взрываемых за один прием
I	0	1,2
II	25	3,4
III	50	5,6,7

Очередность взрывания	Степень замедления, мкс	Номера шпуров взрываемых за один прием
I	0	1,3
II	15	2,4

Очередность взрывания	Степень замедления, мкс	Номера шпуров взрываемых за один прием
I	0	1,4
II	25	2,3

Рис.8. Схема №3

Таблица 6

Параметры способа поддержания "крепь-охрана" к схемам 3А,3Б,3В

Глубина,м	Параметры способа поддержания "крепь-охрана" при прочности пород, МПа			
	I	2	3	4
600	I)НБК, $\delta = 0{,}03\sqrt{l_{анк}}$ 2) $l_{анк} = 0{,}74\,a$, м 3) Q =0,3 кг 4) b =0,6 м	I)НБК, $\delta = 0{,}03\sqrt{l_{анк}}$ 2) $l_{анк} = 0{,}8\,a$, м 3) Q = 0,3 кг 4) b =0,7 м	I)НБК, $\delta = 0{,}03\sqrt{l_{анк}}$ 2) $l_{анк} = 0{,}59\,a$, м 3) Q =0,6 кг 4) b = I,0 м	I)НБК, $\delta = 0{,}03\sqrt{l_{анк}}$ 2) $l_{анк} = 0{,}34\,a$, м 3) Q = 0,9 кг 4) b = I,5 м
800	I)НБК, $\delta = 0{,}03\sqrt{l_{анк}}$ 2) $l_{анк} = I{,}23\,a$, м 3) Q = 0,3 кг 4) b = 0,6 м	I)НБК, $\delta = 0{,}03\sqrt{l_{анк}}$ 2) $l_{анк} = a$, м 3) Q = 0,3 кг 4) b = 0,7 м	I)НБК, $\delta = 0{,}03\sqrt{l_{анк}}$ 2) $l_{анк} = 0{,}83\,a$, м 3) Q = 0,6 кг 4) b = I,0 м	I)НБК, $\delta = 0{,}03\sqrt{l_{анк}}$ 2) $l_{анк} = 0{,}58\,a$, м 3) Q = 0,9 кг 4) b = I,5 м
I000	I)НБК, $\delta = 0{,}03\sqrt{l_{анк}}$ 2) $l_{анк} = I{,}5I\,a$, м 3) Q =0,3 кг 4) b = 0,6 м	I)НБК, $\delta = 0{,}03\sqrt{l_{анк}}$ 2) $l_{анк} = I{,}I9\,a$, м 3) Q = 0,3 кг 4) b = 0,7 м	I)НБК, $\delta = 0{,}03\sqrt{l_{анк}}$ 2) $l_{анк} = I{,}06\,a$, м 3) Q =0,6 кг 4) b =I,0 м	I)НБК, $\delta = 0{,}03\sqrt{l_{анк}}$ 2) $l_{анк} = 0{,}82\,a$, м 3) Q = 0,9 кг 4) b = I,5 м
I200	I)НБК, $\delta = 0{,}03\sqrt{l_{анк}}$ 2) $l_{анк} = I{,}7I\,a$, м 3) Q = 0,3 кг 4) b = 0,6 м	I)НБК, $\delta = 0{,}03\sqrt{l_{анк}}$ 2) $l_{анк} = I{,}47\,a$, м 3) Q = 0,3 кг 4) b = 0,7 м	I)НБК, $\delta = 0{,}03\sqrt{l_{анк}}$ 2) $l_{анк} = I{,}32\,a$, м 3) Q = 0,6 кг 4) b = I,0 м	I) НБК, $\delta = 0{,}03\sqrt{l_{анк}}$ 2) $l_{анк} = I{,}I3\,a$, м 3) Q = 0,9 кг 4) b = I,5 м

4. ПРИМЕРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СПОСОБА "КРЕПЬ-ОХРАНА"

Пример I. Определить параметры способа поддержания горных выработок "крепь-охрана" для следующих условий. Выработка сечением в проходке $S_{пр}$ =I5,5 м^2 сооружается буровзрывным способом на глубине 800 м. В кровле выработки залегает песчаный сланец с прочностью на одноосное сжатие в образце 50 МПа, в боках и почве выработки - песчаник, с прочностью на одноосное сжатие в образце 80 МПа.

Условия заложения выработки соответствуют Ш классу нарушенности пород по СНиП П-94-80, поэтому расчетная прочность вмещающих выработку пород соответственно будет равна 30 МПа и 48 МПа. Для определения места установки трубчатых анкеров, в соответствии с вышеизложенной методикой, строим паспорт прочности контура выработки (см. рис. 4).

$$\Theta = \pm arctg \frac{l_1}{a} = \pm arctg \frac{3620}{5120} = \pm arctg\, 0{,}707\,; \quad \Theta = 35^\circ$$

$$a_э = \sqrt{\frac{15{,}5 \cdot 2{,}56}{\pi \cdot 1{,}81}} = 2{,}64 \text{ м}; \quad h_э = \sqrt{\frac{15{,}5 \cdot 1{,}81}{\pi \cdot 2{,}56}} = 1{,}87 \text{ м};$$

$$R^э_{1,5} = \frac{h_э^2}{a_э} = \frac{1{,}87^2}{2{,}64} = 1{,}32 \text{ м};$$

$$R^э_{3,7} = \frac{2{,}64^2}{1{,}87} = 3{,}73 \text{ м};$$

$$R^э_{2,4,6,8} = \frac{1}{2{,}64 \cdot 1{,}87}\left(\frac{2{,}64^2 + 1{,}87^2}{2}\right)^{1,5} = 2{,}42 \text{ м};$$

$$\text{æ}_{1,5} = (1{,}32/2{,}62)^{2/3} = 0{,}63;$$

$$\text{æ}_2 = (2{,}42/2{,}62)^{2/3} = 0{,}95;$$

$$\text{æ}_3 = (3{,}73/2{,}62)^{2/3} = 0{,}55;$$

$$\text{æ}_4 = (2{,}42/2{,}62)^{2/3} = 0{,}95;$$

$$\text{æ}_6 = 6;$$

$$\text{æ}_7 = 0;$$

$$\text{æ}_8 = 6;$$

$$q = q_{max} = q_{min} = \gamma H = 20 \text{ МПа},$$

$$\gamma = 0{,}025 \text{ МН/м}^3; \; H = 800 \text{ м};$$

$$\sigma_i^{1,5} = 20\left[0{,}35(1-0{,}63)+(0{,}3+1{,}7\cdot 0{,}63)\frac{2{,}56}{1{,}81}\right] = 41{,}24 \text{ МПа};$$

$$\sigma_i^{3} = 20\left[0{,}35(1-0{,}55)+(0{,}3+1{,}7\cdot 0{,}55)\frac{1{,}81}{2{,}56}\right] = 20{,}6 \text{ МПа};$$

$$\sigma_i^{6,8} = 20\left[1{,}2\cdot(6-1)+\frac{1{,}81^2+2{,}56^2}{1{,}81\cdot 2{,}56}\right] = 162{,}4 \text{ МПа};$$

$$\sigma_i^{7} = 20\left[0{,}35(1-0)+(0{,}3+1{,}7\cdot 0)\frac{1{,}81}{2{,}56}\right] = 11{,}24 \text{ МПа};$$

$$\sigma_i^{2,4} = 20\left[1{,}2\,(0{,}95-1)+\frac{1{,}81^2+2{,}56^2}{1{,}81\cdot 2{,}56}\right] = 41{,}23 \text{ МПа};$$

Как видно из данного паспорта, на участке контура выработки между точками 2–3–4, где напряжения превышают прочность пород, необходимо применять мероприятия по снижению напряжений, т.е. способ "крепь–охрана".

Для заданных горно–геологических условий параметры способа будут соответствовать схеме №3Б.

Пример 2. Определить параметры способа поддержания горных выработок "крепь–охрана" для следующих условий. Полевой штрек сечением в свету $S_{св}$ =12,8 м^2 (ширина в проходке $2a$ =5000 мм, высота в проходке h = 4000 мм, $S_{пр}$ = 15,5 м^2, сооружается буровзрывным способом на глубине H =1100 м. Вмещающие породы представлены песчаным сланцем, имеющим прочность на одноосное сжатие R = 52 МПа (расстояние между плоскостями ослабления более I м). Остальные характеристики пород неизвестны.

Условия заложения выработки соответствуют I классу нарушенности пород по СНиП II–94–80, поэтому расчетная прочность вмещаю-

щих выработку пород будет равна

$$R_c = 52 \cdot 0{,}9 = 46{,}8 \text{ МПа},$$

а расчетная глубина заложения выработки составит

$$H_p = 1100 \cdot 1 = 1100 \text{ м}$$

Определим местоположение и размеры участков породного контура выработки, в пределах которых необходимо устанавливать трубчатые анкеры. Для этого строим паспорт прочности контура выработки (рис. 9).

$$\varphi = \pm \operatorname{arctg} \frac{2000}{2500} = \pm \operatorname{arctg} 0{,}8 ; \quad \varphi = 38^\circ 40' ;$$

$$a_э = \sqrt{\frac{15{,}5 \cdot 2{,}5}{3{,}14 \cdot 2{,}0}} = 2{,}48 \text{ м} ; \quad h_э = \sqrt{\frac{15{,}5 \cdot 2{,}0}{3{,}14 \cdot 2{,}5}} = 1{,}99 \text{ м} ;$$

$$R^э_{1,5} = \frac{1{,}99^2}{2{,}48} = 1{,}6 \text{ м} ; \quad R^э_{3,7} = \frac{2{,}48^2}{1{,}99} = 3{,}09 \text{ м} ;$$

$$R^э_{2,4,6,8} = \frac{1}{2{,}48 \cdot 1{,}99} \cdot \left(\frac{2{,}48^2 + 1{,}99^2}{2} \right)^{3/2} = 2{,}3 \text{ м};$$

$$\varkappa_{1,5} = \left(1{,}6 / 2{,}62 \right)^{2/3} = 0{,}72 ;$$

$$\varkappa_2 = \left(2{,}3 / 2{,}62 \right)^{2/3} = 0{,}92 ;$$

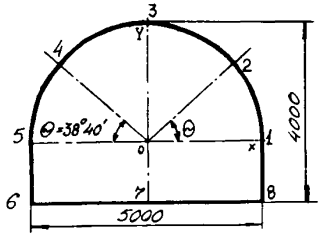
$$\varkappa_3 = \left(3{,}09 / 2{,}62 \right)^{2/3} = 1{,}12 ;$$

$$\varkappa_4 = \left(2{,}3 / 2{,}62 \right)^{2/3} = 0{,}92 ;$$

$$\varkappa_6 = 6 ;$$

$$\varkappa_7 = 0 ;$$

$$\varkappa_8 = 6 .$$



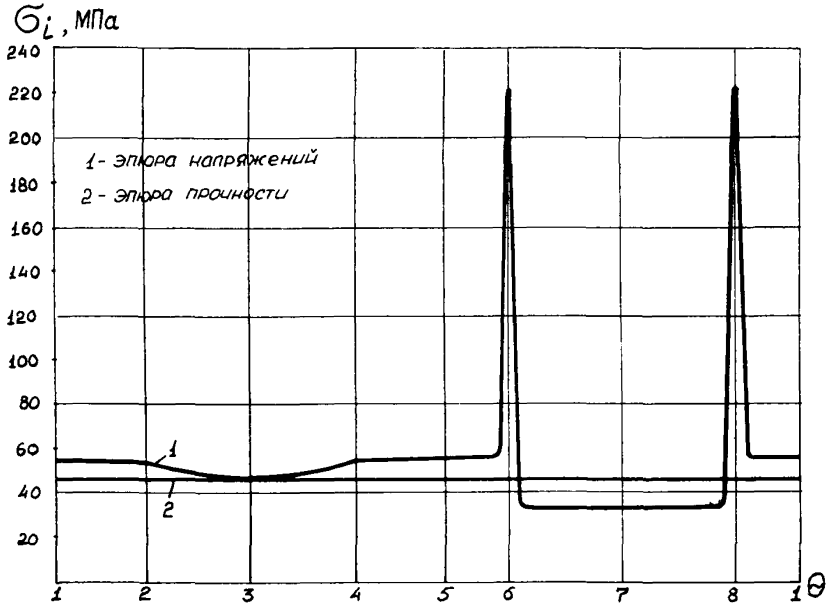


Рис.9. Паспорт прочности контура выработки

$$q = q_{max} = q_{min} = 0{,}025 \cdot 1100 = 27{,}5 \text{ МПа};$$

$$\sigma_i^{1,5} = 27{,}5\left[0{,}35(1-0{,}72)+(0{,}3+1{,}7\cdot 0{,}72)\cdot\frac{2{,}5}{2{,}0}\right] = 55{,}08 \text{ МПа};$$

$$\sigma_i^{3} = 27{,}5\left[0{,}35(1-1{,}12)+(0{,}3+1{,}7\cdot 1{,}12)\frac{2{,}0}{2{,}5}\right] = 47{,}3 \text{ МПа};$$

$$\sigma_i^{6,8} = 27{,}5\left[1{,}2(6-1)+\frac{2^2+2{,}5^2}{2\cdot 2{,}5}\right] = 221{,}4 \text{ МПа};$$

$$\sigma_i^{\nu} = 27{,}5\left[0{,}35(1-0)+(0{,}3+1{,}7\cdot 0)\frac{2{,}0}{2{,}5}\right] = 31{,}6 \text{ МПа};$$

$$\sigma_i^{2,4} = 27{,}5\left[1{,}2(0{,}92-1)+\frac{2^2+2{,}5^2}{2\cdot 2{,}5}\right] = 53{,}7 \text{ МПа}.$$

Как видно из построенного паспорта, на участке контура выработки между точками 6–5–4–3–2–I–8 напряжения превышают прочность пород, поэтому необходимо в пределах этих участков устанавливать трубчатые анкеры.

Определим с помощью номограммы (рис. 5) глубину анкерования.

$\frac{l_{анк}}{a}$ = I,6, зная, что половина ширины выработки

a = 2,5 м, определяем

$l_{анк}$ = I,6 · 2,5 = 4,0 м.

Тогда, расчетная масса заряда ВВ в одном анкере составит:

$$Q = 4{,}0 \cdot \frac{\pi \cdot 0{,}036^2}{4} \cdot 0{,}4 \cdot 1100 = 1{,}79 \text{ кг}.$$

Принимаем 6 патронов аммонита Т-I9 по 0,3 кг (Q = = I,8 кг).

Определяем расстояние между анкерами

$$b = 2 \cdot 1{,}2 \cdot (0{,}66 - 9{,}2 \cdot 10^{-3} \cdot 46{,}7 + 0{,}33 \cdot 10^{-4} \cdot 363 \cdot 1{,}5)\sqrt[3]{1{,}79} = 0{,}7 \text{ м}.$$

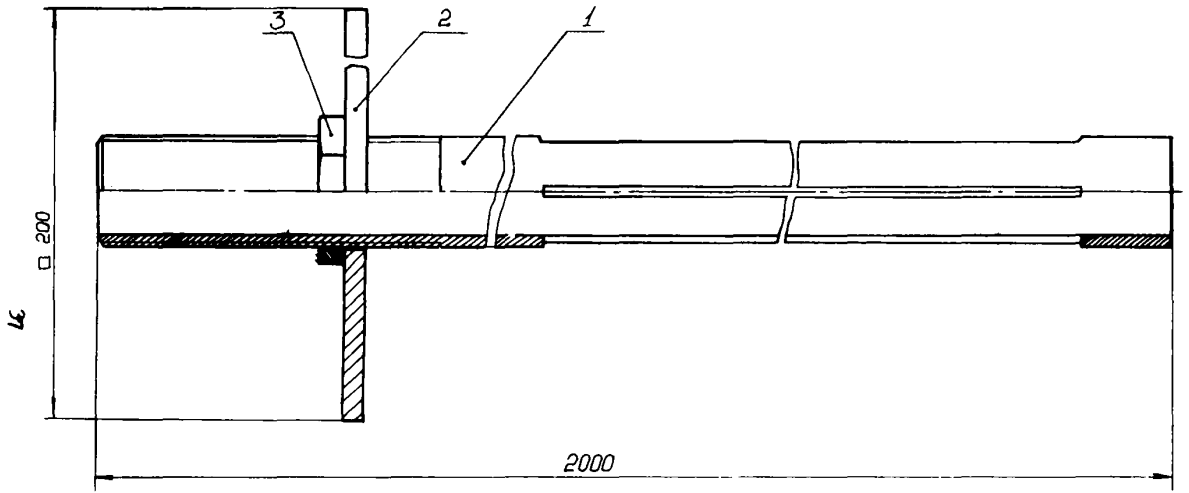
Таким образом, в рассматриваемом полевом штреке параметры способа "крепь–охрана" будут следующими:

- глубина анкерования $l_{анк}$ = 4,0 м;
- масса заряда ВВ в одном анкере Q = 1,8 кг (Т-19);
- расстояние между анкерами b = 0,7 м.

Анкеры устанавливаются в кровле и боках выработки.

Приложение I

Конструкция трубчатого анкера для
реализации способа "крепь-охрана"



1 - трубчатый анкер;
2 - опорная плита;
3 - гайка

Рис. 10. Трубчатый анкер в сборе

Трубчатый анкер
М 1:4

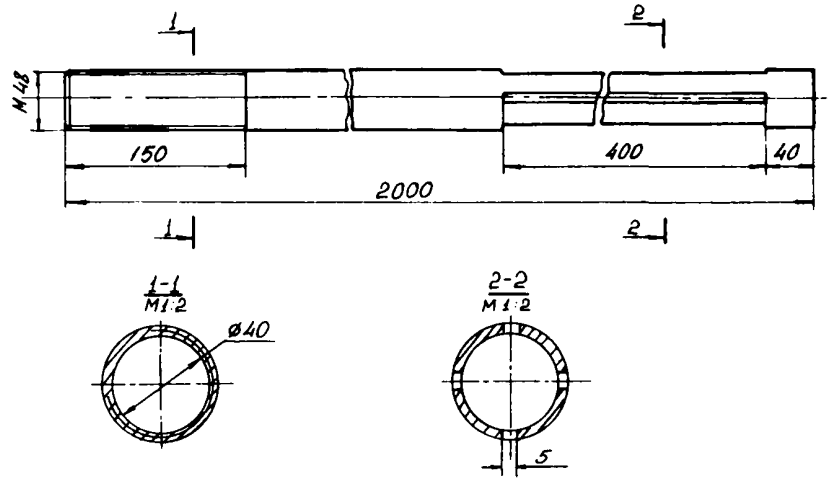
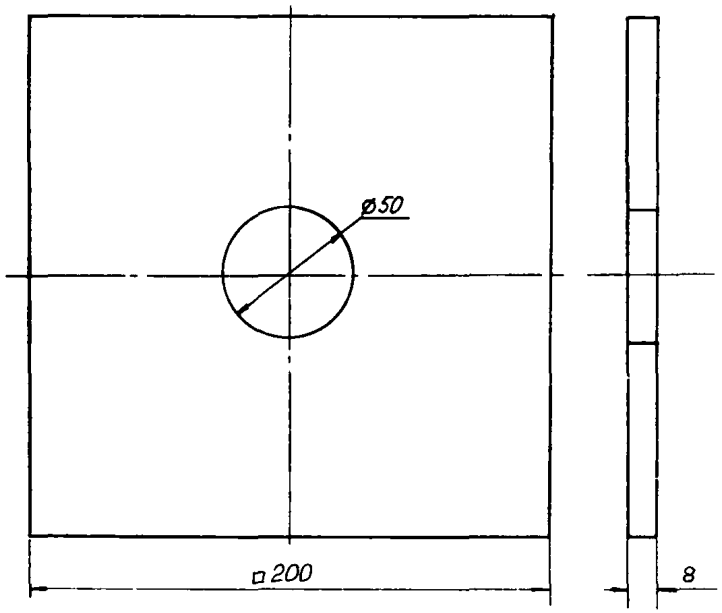


Рис. II. Трубчатый анкер

Опорная плита
М1:2



гайка
М1:1

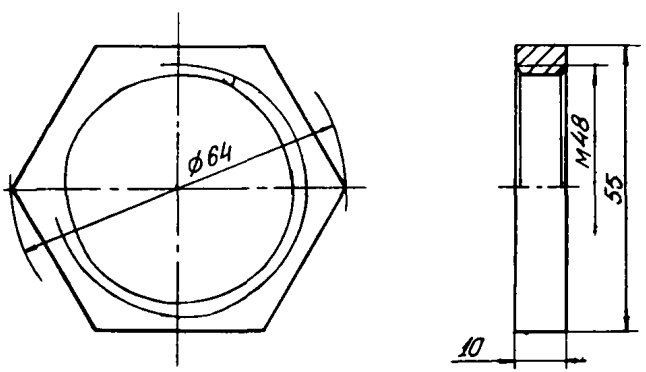


Рис. I2. Опорная плита и гайка

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

ВВЕДЕНИЕ..... 3
I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ..... 5
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СПОСОБА "КРЕПЬ–ОХРАНА"..... I2
3. ВОЗМОЖНЫЕ СХЕМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ВЫРАБОТОК НА ОСНОВЕ СПОСОБА "КРЕПЬ–ОХРАНА"..... 23
4. ПРИМЕРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СПОСОБА "КРЕПЬ–ОХРАНА"..... 30
ПРИЛОЖЕНИЕ I. Конструкция трубчатого анкера для реализации способа "крепь-охрана"..... 36

Ответственные за выпуск: д.т.н. Кошелев К.В. (ДПИ)
инж. Вевцов А.Ю. (ВНИИОМШС)

Подписано к печати 24.08.88г. Формат 60х90 I/I6. Бумага офсетная. Офсетная печать. Усл.-печ.л. 2,0. Уч.-изд.л. I,9. Заказ № I08. Тираж 300 экз. Цена 30 коп.

Ротапринт ВНИИОМШСа, 3I0092, г.Харьков, ГСП, ул. Отакара Яроша, I8.

gost.e-ecolog.ru