МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ВЫБОРУ СПОСОБА И ПАРАМЕТРОВ РАЗУПРОЧНЕНИЯ КРОВЛИ НА ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКАХ

Ленинград
1982

gost.e-ecolog.ru

ПЕРВЫЙ
ЗАМЕСТИТЕЛЬ МИНИСТРА
УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
СССР

121910, Москва, проспект Калинина, д. 23

21.04.82 № II-35-I4/288

На №

Код 03.05.26

Минуглепрому Украинской ССР, управлениям, всесоюзным и производственным объединениям, научно-исследовательским и проектным институтам

(по списку)

О вводе в действие Инструкции по разупрочнению труднообрушаемой кровли

В соответствии с решением протокола от I8.II.8I № 2-I4/24

П Р Е Д Л А Г А Ю :

I. Ввести в действие с 0I.0I.82 "Инструкцию по выбору способа и параметров разупрочнения кровли на выемочных участках" (прилагается).

2. Работы по разупрочнению пород кровли производить в строгом соответствии с требованиями "Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах", "Единых правил безопасности при взрывных работах" и настоящей Инструкции.

3. Считать утратившими силу "Временную инструкцию по выбору способа и параметров разупрочнения труднообрушаемой кровли на выемочных участках" (I976г., ВНИМИ), дополнения и изменения к "Временной инструкции" (I980г.).

Контроль за выполнением настоящего директивного указания возложить на начальника Технического управления т.Верзилова М.И.

М.И.Щадов

исп. Павлович К.Н.
тел. 202-2I-43

25—10 000

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

Всесоюзный ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
горной геомеханики и маркшейдерского дела
В Н И М И

СОГЛАСОВАНО
Госгортехнадзор СССР

16 октября 1981 г.
№ 02-27/37

УТВЕРЖДЕНО
Министерство угольной
промышленности СССР

18 ноября 1981 г.
№ 2-14/24

СОГЛАСОВАНО
ЦК профсоюза рабочих
угольной промышленности

29 сентября 1981 г.
№ 5-268/26

И Н С Т Р У К Ц И Я

ПО ВЫБОРУ СПОСОБА И ПАРАМЕТРОВ РАЗУПРОЧНЕНИЯ КРОВЛИ НА ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКАХ

Л е н и н г р а д
1 9 8 2

УДК 622.831.242.4:/622.236.4+622.236.54/

Инструкция по выбору способа и параметров разупрочнения кровли на выемочных участках. Л., 1982, 120 с. (М-во угольной пром-сти СССР. Всесоюз. ордена Трудового Красного Знамени науч.-исслед. ин-т горн. геомех. и маркшейд. дела)

Инструкция разработана на основе Временной инструкции по выбору способа и параметров разупрочнения труднообрушаемой кровли на выемочных участках (Л., 1976), Дополнений и изменений к Временной инструкции по выбору способа и параметров разупрочнения труднообрушаемой кровли на выемочных участках (М., 1980) и уточнения Временной инструкции на основании обобщенного опыта применения способов разупрочнения на шахтах Карагандинского, Печорского, Кузнецкого, Донецкого бассейнов, а также шахтных, лабораторных и аналитических исследований проявлений горного давления, процессов разрушения и взаимодействия тяжелой кровли с крепью очистных выработок.

Инструкция рассмотрена в Минуглепроме УССР, производственных объединениях, Макнии, согласована с Госгортехнадзором СССР и ЦК профсоюза рабочих угольной промышленности СССР и утверждена Минуглепромом СССР.

Предназначена для использования инженерно-техническими работниками производственных объединений, шахт, проектных и научно-исследовательских институтов Минуглепрома СССР при разработке проектов и практическом осуществлении разупрочнения тяжелой кровли в очистных забоях.

Ил. 50, табл. 14, прил. 9.

© Всесоюзный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела ВНИМИ. 1982.

ВВЕДЕНИЕ

В угольных бассейнах СССР более 100 разрабатываемых угольных пластов с углом падения до 35° (примерно 15% очистных забоев) имеют тяжелые кровли, которые в периоды первых и последующих обрушений создают повышенные внешние активные нагрузки на механизированные и индивидуальные крепи очистных выработок.

Для повышения технико-экономической эффективности управления тяжелой кровлей и безопасности труда ведутся работы в двух основных направлениях: по созданию механизированных крепей с повышенным сопротивлением и по применению способов разупрочнения кровли.

В десятой пятилетке работы по второму направлению производились в соответствии с Временной инструкцией по выбору способа и параметров разупрочнения труднообрушаемой кровли на выемочных участках, утвержденной Минуглепромом СССР в 1976 г. В 1976-1980 гг. количество очистных забоев, в которых произведено разупрочнение кровли, составило 345 и возросло с 44 (1976 г.) до 90 (1980 г.); в конце десятой пятилетки разупрочнение кровли применялось примерно в 10% очистных забоев с механизированными крепями. Способы разупрочнения применялись в Донецком (до 43 забоев в год), Карагандинском (до 25), Кузнецком (до 15) и Печорском (до 13) бассейнах. Наиболее широкое распространение получил способ передового торпедирования с заряжанием скважин торпедозарядами (Карагандинский бассейн), монозарядами (Донбасс) и патронами ВВ (Кузбасс). Способ гидрообработки, применявшийся в Печорском бассейне, из-за недостаточной естественной проницаемости пород и уменьшения ее с увеличением глубины работ, в конце пятилетки уже не применялся. В течение пятилетки разработан способ гидромикроторпедирования, сочетающий торпедирование с гидрообработкой, который прошел широкое апробирование и получил промышленное внедрение в Печорском бассейне.

Работы по разупрочнению пород должны производиться в строгом соответствии с требованиями Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах (М.: Недра, 1976), Единых правил безопасности при взрывных работах (М.: Недра, 1972) и настоящей Инструкции.

С выходом в свет настоящей Инструкции прекращается действие Временной инструкции по выбору способа и параметров разупрочнения труднообрушаемой кровли на выемочных участках (Л., 1976, ВНИМИ), Дополнений и изменений к Временной инструкции по выбору способа и параметров разупрочнения труднообрушаемой кровли на выемочных участках (М., 1980).

Инструкция составлена ВНИМИ, институтом горного дела им. А. А. Скочинского, Всесоюзным научно-исследовательским и проектно-конструкторским угольным институтом (КНИУИ), Государственным научно-исследовательским, проектно-конструкторским и проектным угольным институтом (Печорниипроект), Донецким научно-исследовательским угольным институтом (Донуги), Шахтинским научно-исследовательским и проектно-конструкторским угольным институтом им. А.М. Терпигорева (Шахтниуи), Восточным научно-исследовательским институтом по безопасности работ в горной промышленности (Востнии), Производственно-экспериментальным управлением по буровзрывным работам Минуглепрома УССР (ПЭУ БВР), Всесоюзным научно-исследовательским угольным институтом (Кузниуи), Государственным научно-исследовательским институтом по безопасности работ в горной промышленности (Макнии), Ленинградским горным институтом, ПО Интауголь, при участии производственных объединений Карагандауголь, Воркутауголь, Севкузбассуголь, Южкузбассуголь, Гуковуголь, Сахалинуголь, Краснодонуголь, Донбассантрацит, Первомайскуголь, и Донецкуголь.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Способ управления кровлей и паспорта крепления очистных забоев следует выбирать в зависимости от устойчивости, обрушаемости, нагрузочных свойств и управляемости пород кровли.

Устойчивость и обрушаемость являются важнейшими интегральными свойствами пород кровли. По существу они характеризуют общее свойство пород кровли разрушаться над поддерживаемым и выработанным пространством. Поэтому их количественные характеристики обусловлены одинаковыми природными факторами: прочностью пород, толщиной слоев, интенсивностью естественной трещиноватости, глубиной залегания. Толщина слоев в свою очередь зависит от расстояния между смежными слабыми контактами и прослоями, по которым происходит расслоение толщи пород. Применительно к очистным выработкам эти понятия (устойчивость и обрушаемость) имеют самостоятельное значение, так как относятся к различным слоям кровли, количественно оцениваются различными параметрами и используются при принятии различных технических решений по управлению горным давлением в очистных забоях.

1.2. Устойчивость – свойство нижних слоев пород кровли (суммарной мощностью до 1 м) сохранять целостность и не выпадать в поддерживаемое (подкрепное) пространство очистной выработки. Устойчивость кровли характеризуется размерами и продолжительностью устойчивого состояния обнажений кровли за исполнительным органом выемочных машин.

Количественные показатели устойчивости должны использоваться при обосновании мероприятий по предотвращению выпадения пород в поддерживаемое пространство с образованием локальных полостей в кровле (вывалов), требований к полноте затягивания кровли, к допускаемым размерам обнажений за исполнительным органом комбайна, между крепью и забоем, между рамами и секциями крепи. По устойчивости нижних слоев пород рекомендуется подразделить кровли на четыре типа: 1 – устойчивые, 2 – среднеустойчивые, 3 – неустойчивые, 4 – весьма неустойчивые (ложные).

1.3. Обрушаемость – свойство отдельных слоев и совокупности слоев пород кровли разрушаться над поддерживаемым пространством и обрушаться за его пределами. Обрушаемость количественно оценивают размерами блоков (кусков), на которые разрушаются слои пород, шагом первых (предельных пролетов при отходе от целиков) и последующих обрушений. По обрушаемости слои пород рекомендуется подразделять на четыре типа: 1 – легкообрушающиеся, 2 – среднеобрушающиеся, 3 – труднообрушающиеся, 4 – весьма труднообрушающиеся.

1.4. Нагрузочные свойства (тяжесть) кровли – свойства кровли создавать внешние активные нагрузки на крепи. Внешней активной нагрузкой называется нагрузка на крепь, создаваемая весом пород кровли, утративших собственную несущую способность. Внешняя активная нагрузка мало зависит (а в экстремальных случаях не зависит) от характеристики податливости крепи.

Характеристикой податливости крепи называется функциональная связь между развиваемым крепью сопротивлением и величиной сокращения размера в направлении ее сжатия. Если крепь не в состоянии уравновесить вес этих пород, то перемещение их в сторону почвы выработки превысит допустимую величину и закончится разрушением или зажатием крепи. Кроме сил, вызванных внешней активной нагрузкой, в крепи формируются реактивные силы отпора, вызванные сближением боковых пород, сохранивших собственную несущую способность; реактивные силы отпора или пассивные силы зависят от характеристики податливости крепи.

Нагрузочные свойства кровли количественно должны оцениваться как ожидаемая (потенциально возможная) или фактическая внешняя нагрузка, которая должна уравновешиваться или уравновешивается крепью. Величину ожидаемой внешней активной нагрузки с тем или иным приближением можно получить в результате матема-

тического (аналитическим расчетом) или физического моделирования. Фактическая нагрузка может быть измерена теми или иными силоизмерительными приборами.

Типы кровли по нагрузочным свойствам или тяжести отличаются друг от друга наличием сочетаний легко- и среднеобрушающихся слоев пород с трудно- и весьма труднообрушающимися и их расположением относительно угольного пласта. Тяжесть кровли повышается по мере приближения трудно- и весьма труднообрушающихся пород к угольному пласту.

Основным геологическим признаком потенциальной тяжести кровли является величина отношения суммарной мощности легкообрушающихся и среднеобрушающихся слоев пород ($h_{ло}$), залегающих непосредственно над угольным пластом под трудно- и весьма труднообрушающимися породами, к вынимаемой мощности угольного пласта (m). В зависимости от этого отношения кровли по нагрузочным свойствам рекомендуется делить на следующие три типа:

при $\frac{h_{ло}}{m} \geqslant (6 - 7)$ легкие;

при $(6 - 7) > \frac{h_{ло}}{m} \geqslant (3 - 4)$ - средние;

при $(3 - 4) > \frac{h_{ло}}{m} \geqslant 0$ - тяжелые.

В скобках первую цифру принимать при $m > 1{,}3$ м, а вторую при $m \leqslant 1{,}3$ м.

1.5. Управляемость - свойство кровли подвергаться воздействию комплекса практических мероприятий, предотвращающих выпадение (высыпание) пород в поддерживаемое пространство, зажатие или разрушение крепей, частичные или полные завалы лав. Управляемость зависит от сочетания устойчивости и нагрузочных свойств кровли.

По управляемости кровли рекомендуется делить на три типа: 1 - легкоуправляемые, 2 - среднеуправляемые, 3 - трудноуправляемые. К легкоуправляемым следует относить кровли, сочетающие первый тип по устойчивости (устойчивые) с первым типом по нагрузочным свойствам (легкие). К среднеуправляемым относить кровли, сочетающие второй тип по устойчивости с первым и вторым типом по нагрузочным свойствам (легкие и средние), а также второй тип по нагрузочным свойствам (средние) с первым типом по устойчивости (устойчивые). К трудноуправляемым относить неустойчивые и весьма неустойчивые кровли в сочетании со всеми типами по нагрузочным свойствам и тяжелые кровли в сочетании со всеми типами по устойчивости.

В очистных забоях с неустойчивыми и весьма неустойчивыми кровлями, которые по нагрузочным свойствам относятся к легким и средним, трудность управления кровлей обусловлена только

неустойчивостью кровли; в таких очистных забоях не требуется повышать сопротивление крепей, а необходимо обеспечить предотвращение локального выпадения пород в поддерживаемое пространство. В очистных забоях с тяжелой кровлей в сочетании с устойчивой и среднеустойчивой трудность управления кровлей обусловлена только необходимостью создания повышенного сопротивления крепей. В очистных забоях с тяжелой кровлей в сочетании с третьим и четвертым типами по устойчивости (неустойчивые и весьма неустойчивые) трудность управления кровлей обусловлена как тяжестью нагружения крепи,так и неустойчивостью нижних слоев.

Примечания: 1. В угольной промышленности СССР количество очистных забоев с углом падения до 35° с легкоуправляемыми кровлями составляет менее 30% от общего числа забоев. Количество забоев с трудноуправляемыми кровлями составляет более 70%, в том числе из-за неустойчивости кровель примерно 60%, а из-за тяжести нагружения около 10-15%.

2. В очистных забоях с неустойчивыми и весьма неустойчивыми кровлями необходимо осуществлять ряд мероприятий по предотвращению локальных обрушений кровли, в том числе упрочнение пород путем применения синтетических вяжущих веществ.

1.6. В очистных забоях с тяжелой кровлей осуществляется разупрочнение труднообрушающихся пород, а также создаются механизированные крепи с повышенным сопротивлением.

Выявление выемочных участков, на которых необходимо производить разупрочнение труднообрушающихся пород тяжелой кровли, производится комиссией в составе представителей производственного объединения (председатель - технический директор объединения) и бассейнового НИИ ежегодно при рассмотрении плана ведения горных работ на следующий год или безотлагательно в случае неожиданного проявления тяжелых обрушений кровли. Комиссиям рекомендуется использовать Каталог пологих угольных пластов с тяжелыми кровлями в угольных бассейнах СССР (Л., 1981), в который включены угольные пласты с потенциально тяжелой кровлей по основному геологическому признаку (п. 1.4). Каталог составлен бассейновыми НИИ под руководством и при участии ВНИМИ, периодически уточняется и переиздается.

Разупрочнение тяжелой кровли (с основным геологическим признаком по п. 1.4) должно производиться в тех случаях, когда при отработке угольного пласта на соседних выемочных участках с прочими аналогичными условиями имел место хотя бы один из следующих дополнительных признаков: воздушные удары при первых и последующих осадках и обрушениях кровли, групповое зажатие гидростоек механизированной крепи (при их удовлетворительной герметичности), разрушение элементов крепей, частичные или полные завалы очистных забоев при отходе от целика или последующих обрушениях кровли, управление кровлей с помощью целиков-

ножей, применение усиленных паспортов крепления до применения механизированных крепей.

Использование механизированиых крепей с повышенным сопротивлением на участках с тяжелой кровлей не исключает осуществление ее разупрочнения, если при их применении также имели место перечисленные признаки.

1.7. На подработанных выемочных участках с тяжелой кровлей (при наличии ранее перечисленных признаков, выявленных при отработке соседних участков) можно обойтись без разупрочнения кровли, если подработка произведена при следующих условиях:

а. Максимальная относительная мощность междупластья удовлетворяет величинам, указанным в табл. 1.

Таблица 1

m, м	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
$\frac{M}{m}$	60	42	33	27	24	21	19	17

Примечание. M – мощность междупластья, м; m – вынимаемая мощность подрабатывающего пласта, м.

б. Подработанный выемочный участок полностью расположен в зоне, границы которой определяются углами разупрочнения $\delta_р$, $\delta_{р_1}$, $\delta_{р_2}$ (табл. 2, рис. 1).

Таблица 2

Угол падения пласта, градус	$\delta_р$	$\delta_{р_1}$	$\delta_{р_2}$
0	72	72	
10	69	74	
20	65	78	53
30	62	81	
35	50	83	

1.8. На плане выемочных участков, на которых признано необходимым производить разупрочнение кровли, должно быть показано проектное положение скважин и сокращенное наименование способа разупрочнения: ПТ – передовое торпедирование, ГМТ – гидромикроторпедирование, ПОС – принудительное обрушение кровли путем взрывания скважинных зарядов, ПОШ – принудительное

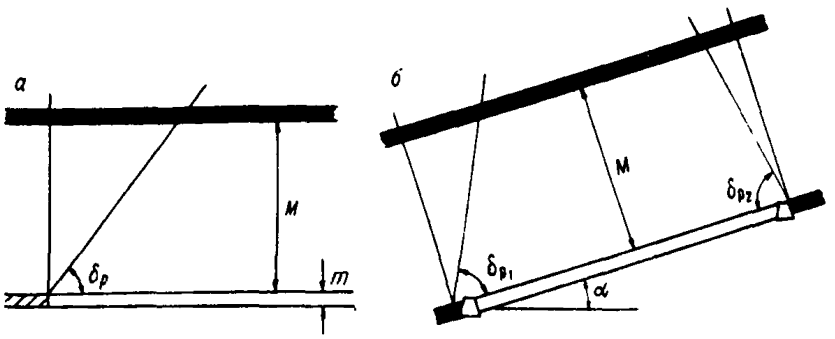


Рис. 1. Схемы построения разупрочненных зон на подрабатываемом пласте:

а – по простиранию, б – по падению

обрушение кровли путем взрывания шпуровых зарядов, ВГО – взрывогидрообработка. Фактическое расположение скважин должно наноситься на специальной выкопировке с плана выемочного участка.

1.9. На шахтах, разрабатывающих угольные пласты с тяжелой кровлей, должен заполняться Журнал учета первых и последующих обрушений тяжелой кровли. В журнале должны регистрироваться все случаи, когда при обрушениях кровли проявляется хотя бы один из признаков, названных в п. 1.6. Журнал должен вестись на всех шахтах, разрабатывающих пласты и участки, включенные в Каталог (см. п. 1.6). Результаты анализа факторов, зарегистрированных в журнале, должны использоваться при планировании работ по разупрочнению. Форма журнала приведена в прил. 7.

2. СУЩНОСТЬ И ВЫБОР СПОСОБА РАЗУПРОЧНЕНИЯ

Сущность способов разупрочнения

2.1. Передовое торпедирование. Сущность передового торпедирования заключается в ослаблении труднообрушающихся пород кровли взрыванием скважинных зарядов впереди очистного забоя. Разупрочнение пород происходит за счет образования трещин в результате взрыва ВВ и их развития под действием напряжений в зоне опорного давления по мере подвигания очистного забоя.

Размер зон трещинообразования, созданных взрывом, зависит от типа ВВ, диаметра, массы и конструкции скважинного заряда, способа инициирования, физико-механических свойств пород и параметров волн напряжений. Расчет размеров зоны трещинообразования приведен в прил. 1.

В результате разупрочнения труднообрушающиеся породы разрушаются на блоки меньших размеров, снижаются динамичность осадок кровли и величины внешних активных нагрузок на крепь очистного забоя.

Основными параметрами передового торпедирования являются:

- высота заложения нижнего торца заряда (ближайшего к устью скважины) над угольным пластом;
- высота заложения верхнего торца заряда (противоположного устью скважины) над угольным пластом;
- расстояние между скважинами;
- угол разворота (между скважиной и подготовительной выработкой или очистным забоем на горизонтальной проекции);
- длина скважин;
- количество скважин в вертикальной плоскости;
- диаметр скважин;
- масса заряда и тип ВВ;
- минимальное расстояние от взрываемого заряда до очистного забоя.

2.2. Гидромикроторпедирование. Способ разупрочнения гидромикроторпедированием породного массива является комбинированным, сочетающим элементы передового торпедирования и гидрообработки. В скважинах взрываются небольшие заряды ВВ в оболочке специальной конструкции в водной среде под давлением с последующей гидрообработкой породного массива. Заряды ВВ (торпеды) располагаются в местах залегания ослабленных контактов и прослоев. Перед взрыванием первого заряда ВВ (торпеды) в скважину нагнетается жидкость для заполнения пор и трещин.

После первого взрывания в той же скважине производятся последующие в таком же режиме. В дальнейшем в скважину нагнетается жидкость в режиме гидрообработки.

В результате этих мероприятий достигается разупрочнение массива за счет образования трещин расслоения и увлажнения; слои обрушаются в несколько стадий и не создают повышенных нагрузок на крепи очистных выработок. При этом способе фильтрационные свойства пород кровли не являются ограничивающим фактором.

Основными параметрами гидромикроторпедирования являются:

- высота заложения верхнего конца обсадных труб над угольным пластом;
- высота заложения забоя скважины над угольным пластом;
- длина скважины;
- расстояние между скважинами;
- масса заряда и тип ВВ;
- размер зон гидрообработки и необходимого опережения работ;
- давление, расход и продолжительность нагнетания жидкости;
- угол разворота скважин.

2.3. Принудительное обрушение кровли взрыванием скважинных зарядов. Сущность способа заключается в том, что при минимальной безопасной площади обнажения кровли взрывом зарядов ВВ в длинных скважинах, параллельных линии очистного забоя, пробуренных вблизи целика, осуществляется обрушение труднообрушающихся пород над выработанным пространством на высоту до 10 м. Кровля под действием взрыва разделяется на слои, которые затем обрушаются при меньшем зависании по сравнению с естественным шагом обрушения, что исключает воздушные удары и формирование больших активных нагрузок на крепи.

Способ разрешается применять только на шахтах, не опасных по газу и пыли.

2.4. Принудительное обрушение кровли взрыванием шпуровых зарядов. При залегании труднообрушающихся пород непосредственно над угольным пластом, которые поддаются бурению ручными и колонковыми сверлами, возможно производить их ослабление с помощью взрывания шпуровых зарядов ВВ.

В условиях пород кровли с шагом первого обрушения менее 30 м производится разовое взрывание шпуровых зарядов непосредственно у целика, при большем шаге обрушения производится многократное периодическое взрывание шпуровых зарядов из лавы по мере ее подвигания. Этот способ рекомендуется также применять для ликвидации зависаний кровли свыше установленного паспортом шага обрушения.

2.5. Взрывогидрообработка. Сущность способа заключается в предварительном создании трещиноватости в массиве труднообрушающихся монолитных пород кровли взрыванием скважинных зарядов небольшого диаметра (36-38 мм) и массы (35-50 кг) и последующего увлажнения от шахтного противопожарного става с напором 0,5-1 МПа. После воздействия взрыва и увлажнения породы вокруг скважины становятся легкообрушающимися над выработанным пространством.

Скважины бурят с опережением очистного забоя на 20-25 м. Для герметизации скважин при нагнетании воды применяются герметизаторы многократного использования. Расстояние между скважинами и параметры нагнетания воды (время, давление, количество) выбирают с учетом фильтрационных свойств пород и радиуса искусственной трещиноватости.

Основными параметрами взрывогидрообработки являются:
- высота заложения забоя скважины от угольного пласта;
- расстояние между скважинами;
- режим нагнетания;
- масса заряда.

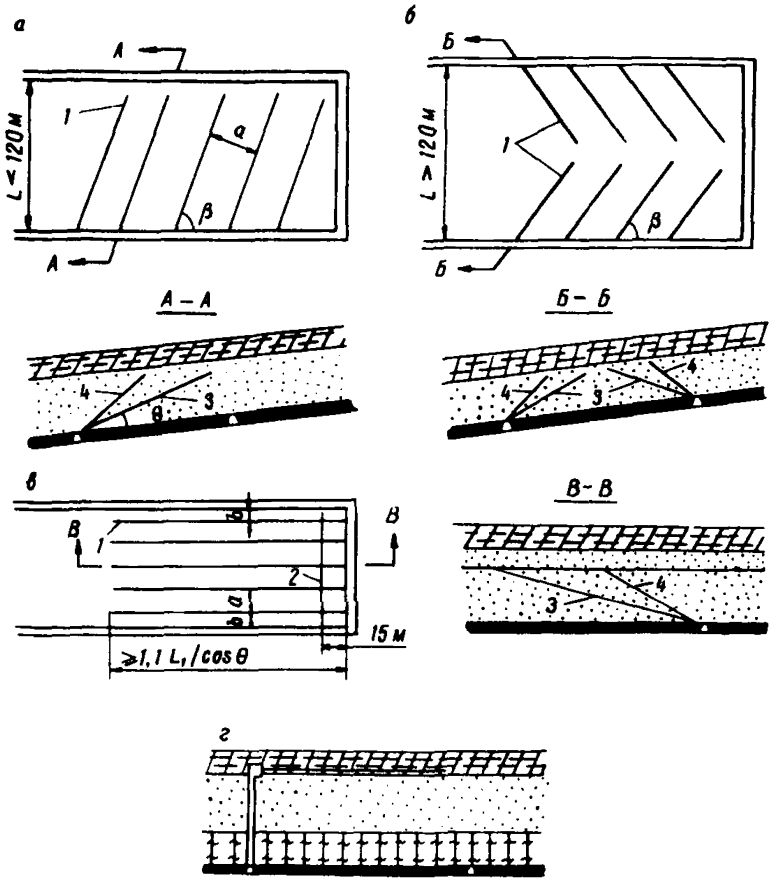


Рис. 2. Схемы расположения скважин для разупрочнения кровли до первой осадки:

1 – основные скважины; 2 – отсечные; 3 – скважины первого яруса; 4 – второго яруса; β – угол разворота скважины; Θ – угол возвышения скважины над пластом

Схемы расположения скважин

2.6. Выбор схемы расположения скважин при передовом торпедировании и гидромикроторпедировании зависит от мощности труднообрушающейся породы, толщины слоев, на которые она расслаивается, элементов залегания основных систем естественной трещиноватости, мощности угольного пласта, угла падения и длины очистного забоя. В пределах труднообрушающейся породы скважины должны располагаться таким образом, чтобы значительная часть разупрочненной зоны находилась в области растягивающих напряжений. Относительно основной системы естественной трещиноватости скважины желательно располагать под углом 50-80°.

По назначению скважины подразделяются на основные 1 (рис. 2), предназначенные для разупрочнения кровли в пределах выемочного столба, и отсечные 2, предназначенные для предотвращения зависаний кровли у границ (целики, штреки) выемочного столба.

2.7. Схемы расположения скважин различаются на следующие виды:

а) по ориентировке скважин относительно линии очистного забоя - перпендикулярные и диагональные;

б) по количеству сторон выемочного столба или подготовительных выработок, из которых бурятся скважины - одно- и двусторонние;

в) по количеству скважин в одной линии разупрочнения - одно- и двухъярусные (2 скважины).

Примечание. Линия разупрочнения - вертикальная или нормальная к напластованию плоскость, в которой расположены скважины, пробуренные с одного места.

2.8. Для разупрочнения тяжелой кровли в пределах шага первого обрушения (первого предельного пролета) рекомендуются следующие схемы (см. рис. 2):

а) диагональная односторонняя двухъярусная,

б) диагональная двусторонняя двухъярусная,

в) перпендикулярная двухъярусная,

г) с заложением скважин из гезенков.

Диагональную одностороннюю схему следует применять при длине очистного забоя до 120 м (см. рис. 2, а).

Диагональную двустороннюю схему следует применять при длине очистного забоя более 120 м (см. рис. 2, б).

Перпендикулярная схема с отсечными скважинами (см. рис. 2, в) применяется при любой длине забоя; при длине забоя менее 120 м

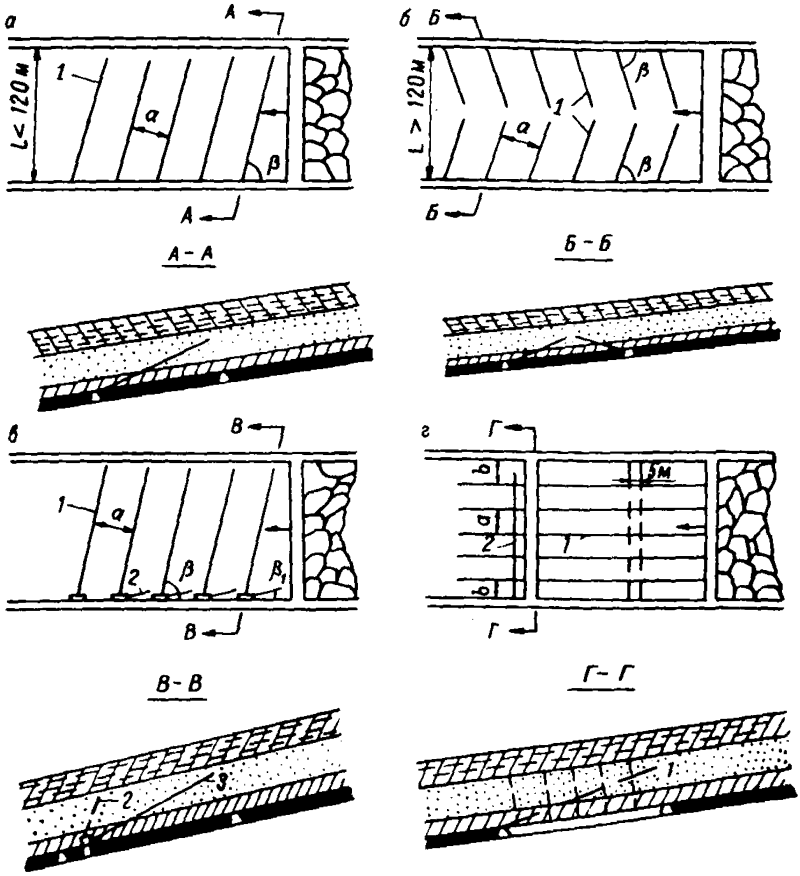


Рис. 3. Схемы расположения скважин для разупрочнения кровли при последующих обрушениях:

1- основные скважины; 2 - отсечные; 3 - скважины первого яруса

принимать одностороннее двухъярусное заложение отсечных скважин, при большей длине - двустороннее двухъярусное. Схема позволяет наиболее эффективно разупрочнить кровлю, но на пластах мощностью менее 1,6 м требует дополнительных затрат на увеличение высоты разрезной печи для размещения бурового оборудования.

На тонких угольных пластах при залегании непосредственно над ними очень слабых пород, в которых стенки скважины осыпаются, и при небольшой мощности залегающей выше труднообрушающейся прочной породы (4-5 м) может приниматься схема

(см. рис. 2, г), при которой скважины бурятся из гезенков параллельно напластованию непосредственно над труднообрушающейся породой.

2.9. Для разупрочнения тяжелой кровли при последующих обрушениях (в режиме установившегося сдвижения пород) рекомендуются схемы, показанные на рис. 3:

а) диагональная односторонняя;

б) диагональная двусторонняя;

в) диагональная с отсечными скважинами;

г) перпендикулярная.

Диагональную одностороннюю схему следует применять при длине очистного забоя до 120 м (см. рис. 3, а).

Диагональную двустороннюю схему следует использовать при длине очистного забоя более 120 м (рис. 3, б).

Для ликвидации зависания труднообрушающихся пород у штреков при односторонней и двусторонней схемах расположения скважин рекомендуется бурение отсечных скважин под углом разворота β_1 к штреку (см. рис. 3, в).

Перпендикулярная схема расположения скважин (см. рис. 3, г) применяется при таких же условиях, как и в п. 2.8.

В зависимости от прочности труднообрушающихся пород применяются одно- и двухъярусные схемы заложения скважин.

Для принудительной первой посадки тяжелой кровли взрыванием скважинных зарядов рекомендуется схема, приведенная на рис. 4, а, а взрыванием шпуровых зарядов – на рис. 4, б.

При бесцеликовой технологии выемки угля для охраны подготовительных выработок рекомендуются приведенные схемы (см. рис. 2, в; 3, в, г; 4, в).

Схемы на рисунках 2, в; 3, в и 3, г следует применять в том случае, когда в лаве производится разупрочнение тяжелой кровли. В тех случаях, когда разупрочнение кровли в лаве не производится и мощность труднообрушающихся пород не превышает 18 м для охраны подготовительной выработки нужно применять схему на рис. 4, в.

Выбор способа разупрочнения

2.10. Для выбора способа и его параметров необходимо доразведать кровлю в соответствии с прил. 3 на всю мощность труднообрушающейся породы, но не менее 10-кратной вынимаемой мощности угольного пласта. По результатам доразведки составить детальное описание и разрезы кровли с указанием положения ослабленных контактов и элементов залегания систем естественной трещиноватости. При этом следует считать, что расслоение труднообрушающейся породы произойдет по контактам с

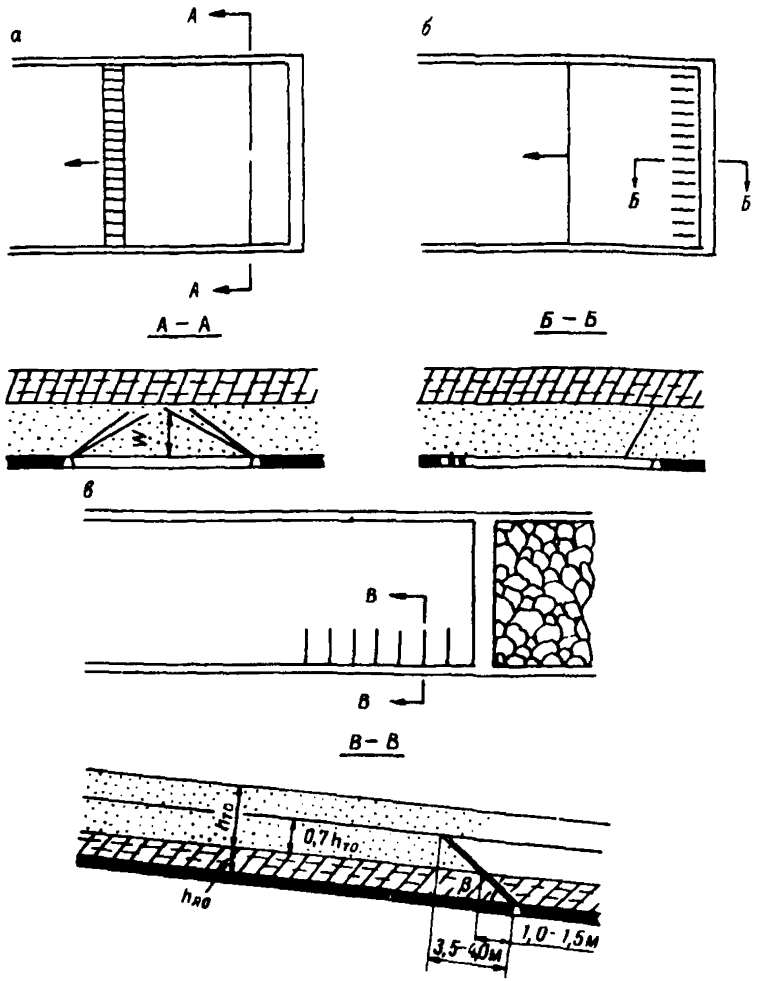


Рис. 4. Схемы расположения скважин и шпуров для принудительного обрушения кровли:

W – линия наименьшего сопротивления; $h_{ло}$ – мощность легкообрушающихся пород; $h_{тп}$ – мощность труднообрушающихся пород

зеркалами скольжения, углистыми прослоями и с крупными углефицированными растительными осадками.

2.11. Способ передового торпедирования может применяться при любой мощности и прочности труднообрушающихся пород, в том числе при отсутствии ясно выраженной слоистости и ослабленных межслоевых контактов, при всех категориях шахт по газу и пыли.

Способ передового торпедирования рекомендуется также для охраны повторно используемых подготовительных выработок на пластах с тяжелой кровлей.

Способ запрещается применять непосредственно в зонах с раскрытыми трещинами и перемятыми породами.

2.12. Способ гидромикроторпедирования можно использовать при любой мощности труднообрушающихся пород и прочности, если имеются ясно выраженная слоистость и ослабленные межслоевые контакты, при всех категориях шахт по газу и пыли.

Необходимым условием применения этого способа является наличие сведений о расположении в труднообрушающихся породах ослабленных контактов и прослоев, на уровне которых должны закладываться торпедозаряды.

Способ запрещается применять непосредственно в зонах с раскрытыми трещинами и перемятыми породами.

2.13. Способ принудительного обрушения для первичной посадки кровли путем взрывания скважинных зарядов следует применять только на шахтах, не опасных по газу и пыли.

2.14. Способ принудительного обрушения кровли путем взрывания шпуровых зарядов следует применять в случаях, когда труднообрушающиеся породы имеют небольшую мощность (до 10 м) и залегают непосредственно над угольным пластом или отделены от него легкообрушающимися породами мощностью до 1 м.

2.15. Способ взрывогидрообработки рекомендуется применять при малых размерах выемочных участков (между геологическими нарушениями) при прочности труднообрушающихся пород 50-60 МПа

3. ПЕРЕДОВОЕ ТОРПЕДИРОВАНИЕ

Передовое торпедирование на шахтах, опасных по газу и пыли разрешается применять только при столбовой системе разработки угольных пластов.

На шахтах, не опасных по газу и пыли, передовое торпедирование допускается при сплошной системе разработки угольных пластов.

Для передового торпедирования кровли должны использоваться патроны ВВ заводского изготовления.

Патроны ВВ применять для снаряжения торпедозарядов, моноза-рядов и для непосредственного заряжения скважин.

Параметры заложения скважин и зарядов при разупрочнении кровли на выемочных участках

3.1. Высота заложения нижнего торца заряда для первых и последующих посадок кровли.

При залегании непосредственно над угольным пластом пород прочностью при сжатии менее 80 МПа высоту заложения нижнего торца заряда следует принимать:

$$h_{нт} = (5 - 6) r_т, \qquad (1)$$

где $r_т$ – радиус зоны трещинообразования, м, определяемый в соответствии с прил. 1.

Показатели механических свойств пород, необходимые для расчетов по прил. 1, полагается определять путем соответствующих испытаний пород в бассейновых НИИ.

При отсутствии сведений, необходимых для определения $r_т$, высоту заложения нижнего торца заряда следует принимать:

$$h_{нт} = 6 - 8 \text{ м}. \qquad (2)$$

При залегании непосредственно над угольным пластом трудно-обрушающихся пород прочностью при сжатии более 80 МПа высоту заложения нижнего торца заряда полагается принимать:

$$h_{нт} = (3 - 4) r_т. \qquad (3)$$

При отсутствии сведений, необходимых для определения $r_т$, высоту заложения нижнего торца нужно принимать:

$$h_{нт} = 4 - 5 \text{ м}. \qquad (4)$$

При наличии под такими породами легкообрушающихся пород мощностью $h_{ло}$ более 2 м следует принимать $h_{нт}$ по (2), а при мощности до 2 м принимать:

$$h_{нт} = (4 - 5) + h_{ло}, \text{ м}. \qquad (5)$$

3.2. Высота заложения верхнего торца заряда. Высота заложения верхнего торца заряда $h_{вт}$ принимается в зависимости от вынимаемой мощности угольного пласта m, исходя из следующих условий:

при $m \leq 1{,}5$ м $\quad 10 < \frac{h_{вт}}{m} \leq 15,$ (6)

при $m > 1{,}5$ м $\quad 6 \leq \frac{h_{вт}}{m} \leq 10.$ (7)

Для первой посадки тяжелой кровли высота заложения верхнего торца заряда должна быть принята не более 15 м.

3.3. Расстояние между скважинами. При прочности труднообрушающихся пород на сжатие до 80 МПа расстояние между скважинами (по нормали к ним) принимать равным (16-20) $r_т$.

Если прочность труднообрушающихся пород на сжатие более 80 МПа, то расстояние между скважинами принимается равным (10-15) $r_т$.

При отсутствии исходных данных для определения $r_т$, расстояние между скважинами принимается при прочности пород на сжатие до 80 МПа - 18-20 м, при большей прочности пород - 14-18 м.

3.4. Угол разворота скважин. Угол разворота скважин β при диагональной схеме их расположения (угол между подготовительной выработкой и проекцией скважины на плоскость напластования) выбирается в зависимости от ориентировки основной системы естественной трещиноватости.

Угол между проекцией скважины и простиранием основной системы естественной трещиноватости (за исключением перпендикулярной схемы и отсечных скважин) рекомендуется принимать не менее 50°. Наиболее благоприятным для развития трещиноватости является угол 90°.

3.5. Длина скважины. При односторонней схеме расположения скважин длину их принимать такой, чтобы расстояние от проекции верхнего торца заряда на пласт до подготовительной выработки, в сторону которой пробурена скважина, было не более 10 м.

При двусторонней схеме расположения скважин длину их принимать такой, чтобы расстояние между торцами зарядов встречных скважин было 5-10 м.

При перпендикулярной схеме расположения скважин, применяемой для разупрочнения кровли до первой посадки, длину скважин принимать

$$L_{скв} \geq 1{,}1\, L_1 / \cos\theta, \qquad (8)$$

где L_1 - величина первого предельного пролета кровли, м;
Θ - угол возвышения скважины над пластом, градус; угол возвышения определяется графически или по формуле:

$$\Theta = arctg \frac{h_{вт}}{1{,}1 L_1} . \qquad (9)$$

При перпендикулярной схеме, применяемой для разупрочнения кровли при последующих обрушениях, длину скважин принимать не менее 100 м.

Длину скважин второго яруса принимать такой, чтобы проекция ее верхнего торца заряда совпадала с проекцией нижнего торца заряда скважины первого яруса (рис. 5).

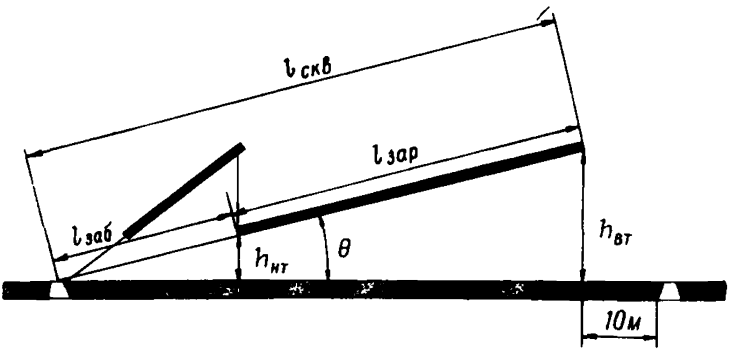


Рис. 5. Параметры заложения скважин:

$l_{скв}$ - длина скважины; $l_{зар}$ - длина заряда; $l_{заб}$ - длина забойки; $h_{нт}$ - высота заложения нижнего торца заряда; $h_{вт}$ - то же, верхнего торца заряда: $\Theta_{зар}$ - угол возвышения скважины над пластом

3.6. К о л и ч е с т в о с к в а ж и н в в е р т и к а л ь н о й п л о с к о с т и. Для разупрочнения кровли до первой посадки при любой прочности труднообрушающихся пород нужно принимать двухъярусную схему заложения скважин.

Для разупрочнения кровли при последующих обрушениях при прочности труднообрушающихся пород на сжатие до 80 МПа принимать одноярусную схему заложения скважин, а при прочности более 80 МПа - двухъярусную.

При двухъярусной схеме заложения скважин отношение длины проекции скважинных зарядов на плоскость пласта к длине лавы должно составлять 75-80%.

3.7. Д и а м е т р с к в а ж и н. Диаметр скважины должен быть на 25 мм больше диаметра торпедозаряда (монозаряда).

3.8. Масса заряда в скважине определяется его длиной $l_{зар}$ и массой ВВ на 1 м заряда q.

$$Q_{зар} = l_{зар}\, q . \qquad (10)$$

Масса заряда в кг на 1 м скважины зависит от диаметра и плотности заряда и определяется по формуле:

$$q = 0{,}025\pi d^2 \Delta , \qquad (11)$$

где d - диаметр заряда, см; Δ - плотность ВВ в заряде, г/см^3.

Масса скважинного заряда на шахтах, опасных по газу и пыли, не должна превышать 300 кг. Для шахт, не опасных по газу и пыли, масса скважинного заряда не ограничивается.

Параметры заложения скважин и зарядов для охраны подготовительных выработок при бесцеликовой технологии

3.9. Для охраны подготовительных выработок при бесцеликовой технологии на выемочных участках, на которых производятся работы по разупрочнению кровли в очистных забоях, используются перпендикулярная (рис. 2, в, 3, г) и диагональная с отсечными скважинами (рис. 3, в) схемы.

При перпендикулярной схеме (см. рис. 2, в и 3, г) скважины, ближайшие к подготовительным выработкам, служат для их охраны. Расстояние "в" между этими скважинами и выработками принимается равным 4 м.

При диагональной схеме (см. рис. 3, в) отсечные скважины закладываются под углом $\beta_1 = 25^\circ$ к подготовительной выработке. Остальные параметры принимаются такими же, как и при разупрочнении в очистных забоях.

При применении схемы 4, в скважины бурятся диаметром 42 мм на такую высоту, чтобы ее забой находился на отметке 0,7 мощности труднообрушающейся породы. При прочности труднообрушающихся пород до 80 МПа расстояние между скважинами принимается 4-5 м, при большей прочности - 2 м.

Длина забойки должна быть не менее 30% длины скважины.

Угол наклона скважины в сторону выемочного столба принимается таким, чтобы породный козырек для последующей установки крепи был не менее 1 м, а расстояние от штрека до проекции забоя скважины на пласт было не более 4 м.

Масса заряда определяется его длиной и массой ВВ на 1 м заряда.

Конструкция торпед, торпедозарядов и монозарядов

3.10. Торпедозаряд (рис. 6, а) - это набор торпед 1 (секций) длиной 1500 мм, заполненных патронированным ВВ 2 и соединенных друг с другом с помощью муфт 3 и шплинтов 4.

Корпус торпеды (см. рис. 6, б) представляет собой отрезок полиэтиленовой трубы длиной 1500 мм диаметром 90 мм с толщиной стенки 5-7 мм.

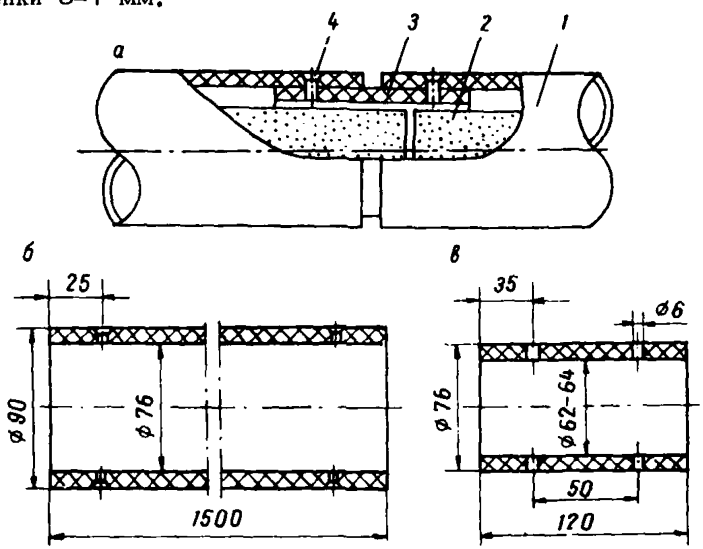


Рис. 6. Соединение торпед:

1 и 6 - корпус торпеды; 2 - патрон ВВ; 3 и в - соединительная муфта; 4 - металлический шплинт

Соединительная муфта (см. рис. 6, в) представляет собой отрезок полиэтиленовой трубы длиной 120 мм внешним диаметром 76 мм и внутренним 62-64 мм.

3.11. Монозаряд представляет собой набор отдельных секций, заполненных патронированным ВВ.

Секция монозаряда (рис. 7) представляет собой полиэтиленовый рукав 1 с тремя патронами аммонита № 6-ЖВ 2 диаметром 60 - 90 мм. Один конец рукава заваривается во время его изготовления, другой подворачивается и обвязывается киперной лентой 3. Величина подворота должна быть не менее 20 см. Длина одной секции составляет 1,5 м.

Заполнение секции патронированными ВВ производится непосредственно у скважины. Монтаж монозаряда (рис. 8) производится путем размещения секций 1 в полости (карманы) 2 рукава 3 из

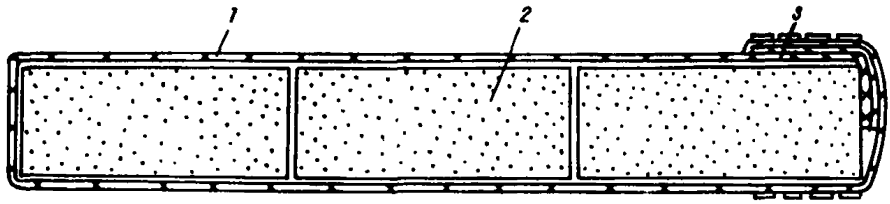


Рис. 7. Секция монозаряда:

1 - полиэтиленовый рукав; 2 - патрон ВВ; 3 - подвергнутая часть рукава

полиэтиленовой пленки вплотную друг к другу. Каждая секция крепится киперной лентой к несущему канату в двух-трех точках. В головной части устанавливается направляющая головка 13. Патрон-боевик устанавливается в конце монозаряда перед хвостовиком 6. Для исключения раздвижки монозаряда вдоль его оси на направляющую головку и хвостовик накладываются самозатягивающиеся петли 11 несущего каната 12.

Магистральные провода основной (ТАШС-1х2х0,7) 8 и дублирующей (ВМП, ВМВ) 9 сетей пропускаются по осевому каналу и крепятся на хвостовике петлей 10.

3.12. Направляющая головка и хвостовик. Для досылки торпедозаряда и доставки монозаряда в скважину они оснащаются направляющими головками, изготовленными из дерева, пропитанного антипиренами.

Направляющая головка торпедозаряда должна иметь конусную форму и соединяться с первой торпедой. Допускается использовать вместо направляющей головки незаполненную ВВ полиэтиленовую трубку длиной до 1 м, соединенную с первой торпедой.

Направляющая головка монозаряда (рис. 9) представляет собой цилиндр 1 диаметром, не превышающим диаметр заряда, с пазами 2 по периметру и длине для укладки самозатягивающихся петель 3 несущего каната 4.

Хвостовик (см. рис. 8) имеет сквозное центральное отверстие диаметром 40 мм, в котором размещаются патроны ВВ 7 для передачи детонации от патрона-ликвидатора к основному заряду в случае отказа, гнездо для патрона-боевика и радиальное отверстие для вывода магистральных проводов.

3.13. Торпеда-боевик (рис. 10) состоит из внешнего отрезка полиэтиленовой трубы 1 и внутреннего 2, заполненного патронированным ВВ 4. Отрезки труб соединяются металлическими шплинтами 3. Длина наружного отрезка составляет 1500 мм, внешний диаметр 90 мм, толщина стенки 5-7 мм. Длина

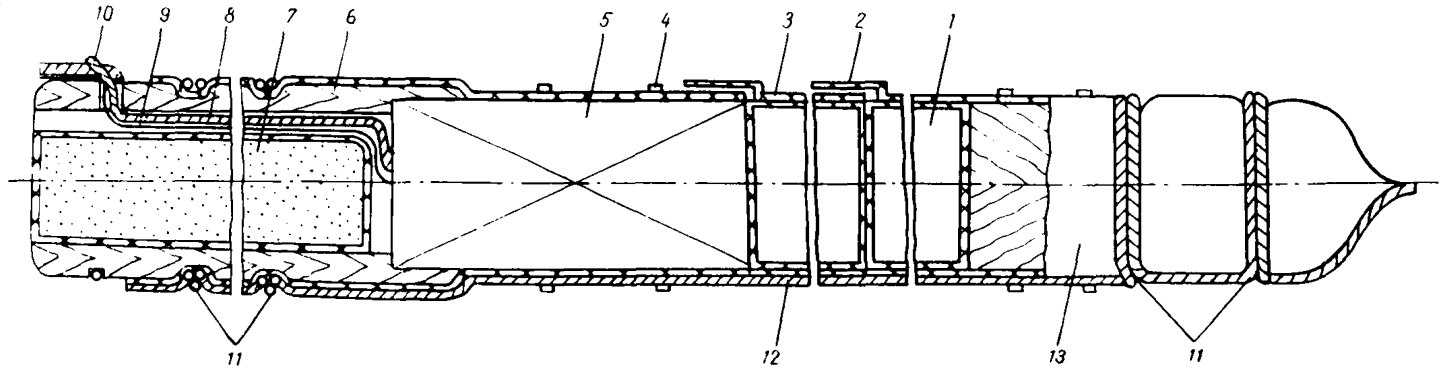


Рис. 8. Монозаряд:

1 - секция монозаряда; 2 - карман; 3 - рукав; 4 - киперная лента; 5 - патрон-боевик; 6 - хвостовик; 7 - патрон ВВ; 8 - кабель ТАШС - 1х2х0,7; 9 - магистральный провод ВМП; 10 - петля магистральных проводов; 11 - самозатягивающиеся петли несущего каната; 12 - несущий канат; 13 - направляющая головка

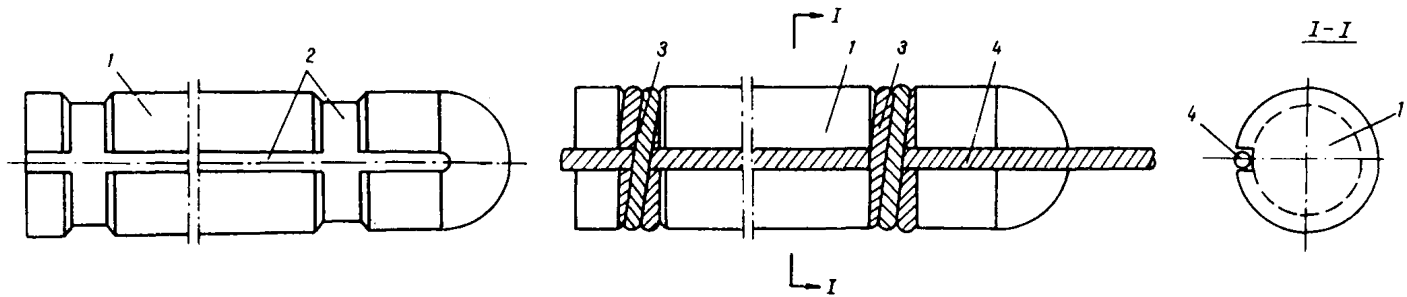


Рис. 9. Направляющая головка:

1 - деревянный цилиндр; 2 - пазы; 3 - самозатягивающиеся петли; 4 - грузовой канат

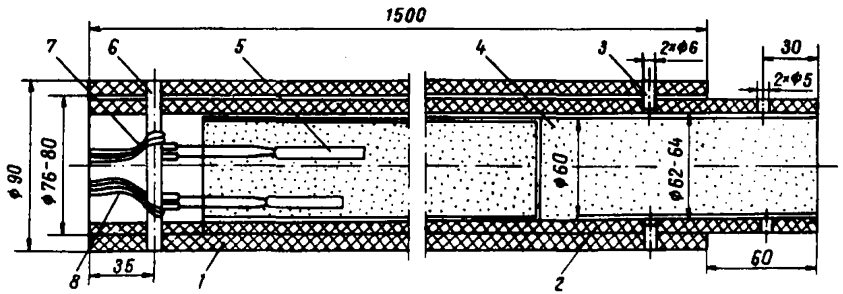


Рис. 10. Торпеда-боевик:

1 и 2 - наружный и внутренний отрезки полиэтиленовой трубы; 3 - металлический шплинт; 4 - патрон ВВ; 5 - электродетонатор; 6 - металлический стержень; 7 - магистральные провода; 8 - магистральный кабель ТАШС - 1х2х0,7

внутреннего отрезка больше наружного на 60 мм, внешний диаметр 74 мм, внутренний - 62-64 мм. В последний патрон ВВ вводится два электродетонатора мгновенного действия 5. Для удержания патронов ВВ и закрепления магистральных проводов, проложенных в скважине 7 и 8, вставляется металлический стержень 6.

Электродетонаторы в торпеду-боевик вводятся непосредственно у заряжаемой скважины.

3.14. П а т р о н - б о е в и к монозаряда (рис. 11) изготовляется введением в один патрон ВВ 3 двух электродетонаторов мгновенного действия 2 и помещением его в полиэтиленовую трубу 1, *заваренную с одной стороны. Открытый торец трубы закрывается* крышкой 6. Магистральные провода основной 5 и дублирующей 4 сетей завязываются узлом и пропускаются через отверстие в крышке. Длина полиэтиленовой трубы должна быть больше длины патрона на 10-20 мм.

Для изготовления патрона-боевика при диаметре скважины 105-112 мм используется отрезок трубы внутренним диаметром 62 мм с толщиной стенки 4-5 мм и патрон ВВ диаметром 60 мм, а для скважин диаметром 93-97 мм - отрезок трубы с внутренним диаметром 40 мм и толщиной стенки 4-5 мм и патрон ВВ диаметром 32 мм.

3.15. Э л е к т р о в з р ы в н а я с е т ь (рис. 12) собирается по параллельно-последовательной схеме с дублированием электродетонаторов 2 и 3 в патроне-боевике. Основная сеть в скважине выполняется из кабеля ТАШС-1х2х0,7, а дублирующая из магистрального провода ВМП или ВМВ. Электродетонаторы 2 и 3, основная 4 и дублирующая 5 сети соединяются между собой

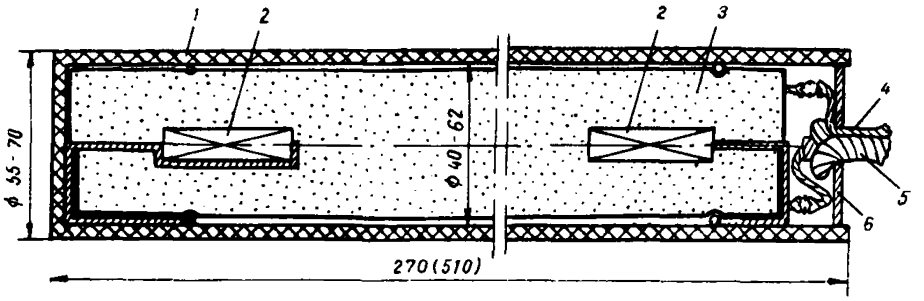


Рис. 11. Патрон-боевик монозаряда:

1 - полиэтиленовая труба; 2 - электродетонаторы; 3 - патрон ВВ; 4 - магистральный провод ВМП; 5 - кабель ТАШС-1х2х0,7; 6 - крышка

параллельно, а сети скважин соединяются между собой и включаются в электровзрывную сеть последовательно. Электродетонаторы 6 водораспылительных завес соединяются между собой и включаются в общую электровзрывную сеть последовательно.

Заряжание скважин

3.16. После окончания бурения необходимо выполнить шаблонирование и проверить пространственное положение скважин.

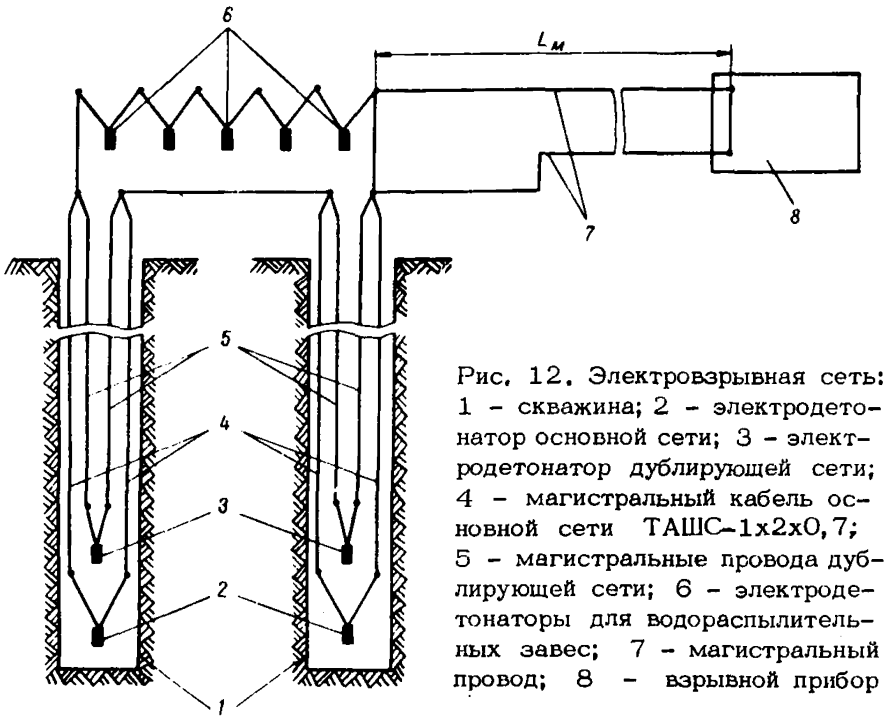


Рис. 12. Электровзрывная сеть: 1 - скважина; 2 - электродетонатор основной сети; 3 - электродетонатор дублирующей сети; 4 - магистральный кабель основной сети ТАШС-1х2х0,7; 5 - магистральные провода дублирующей сети; 6 - электродетонаторы для водораспылительных завес; 7 - магистральный провод; 8 - взрывной прибор

Шаблонирование осуществляется досылкой холостой торпеды или фальшпатрона. При их заклинивании скважина разбуривается или бракуется.

Контроль пространственного положения осуществляется гидростатическим способом или инклинометром. Методика контроля приведена в прил. 2. Отклонение скважины от проектного допускается не более 5 м.

3.17. Отключение электроэнергии перед оснащением торпеды (патрона)-боевика и включение после взрыва следует производить в соответствии с требованиями § 317 Единых правил безопасности при взрывных работах (М.: Недра, 1972).

3.18. Перед оснащением торпеды (патрона)-боевика электродетонаторами лица, принимавшие участие в заряжании, удаляются на безопасное расстояние и выставляются посты в соответствии с проектом торпедирования. Дальнейшие работы производят старший мастер-взрывник, проинструктированные помощники (до 8 человек) и машинист лебедки (при необходимости) в присутствии службы ВТБ под руководством лица технического надзора, назначенного ответственным за взрыв.

Разрешается присутствие специалистов контролирующих организаций - органов Госгортехнадзора СССР, ПЭУ ББР, Макнии и Востнии.

3.19. Оснащение торпеды (патрона)-боевика электродетонаторами, соединение его с основным зарядом или ввод в скважину (при заряжании патронами ВВ) и соединение взрывной сети производит старший мастер-взрывник.

3.20. Лебедка, используемая для заряжания скважин, должна быть с ручным или пневматическим приводом и отстоять от устья скважины не менее чем на 20 м.

3.21. Досылка торпедозаряда в скважину с помощью лебедки показана на рис. 13. У устья скважины 1 бурятся шпуры и в них закрепляются анкерные болты. Один из них снабжен блоком 2, через который пропущен канат 3, а другой - направляющим устройством 5. Один конец каната закрепляется на барабане лебедки, а другой при помощи крюка 4 крепится к штанге 7 (досыльнику). Конец досыльника, соприкасающийся с торпедой-боевиком, должен быть снабжен наконечником, предотвращающим деформирование торпеды-боевика. Наконечники могут быть изготовлены из резины, полиэтилена или металла и после досылки торпедозаряда должны извлекаться из скважины. Металлический наконечник состоит из цилиндра 9 и днища 10 толщиной не менее 10 мм, приваренного к досыльнику 7. В днище должно быть отверстие 11 для вывода магистрального провода и кабеля ТАШС-1х2х0,7.

Допускается досылка торпедозаряда вручную.

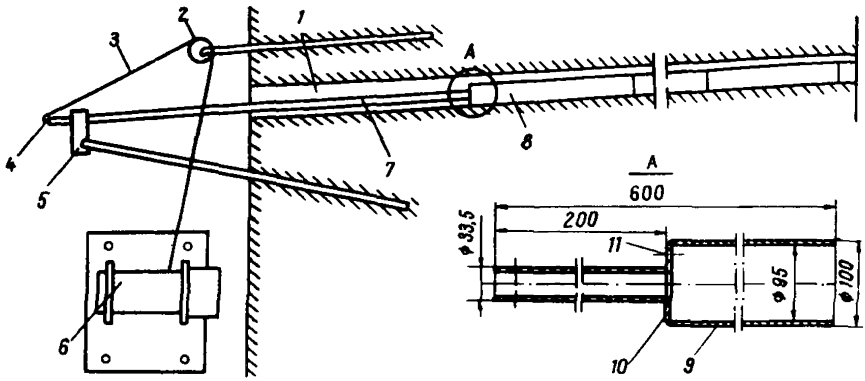


Рис. 13. Досылка торпедозаряда лебедкой и бурильными штангами (досыльниками):
1 – устье скважины; 2 – блок; 3 – канат; 4 – крючок: 5 – направляющее устройство; 6 – лебедка; 7 – штанга (досыльник); 8 – торпедозаряд; 9 – цилиндр; 10 – днище; 11 – отверстие для вывода промежуточного магистрального провода ТАШС-1х2х0,7

Доставка монозаряда

3.22. После бурения, шаблонирования и контроля пространственного положения скважины к ее забою досылается (рис. 14) стопорное устройство 1 совместно с канатом 2 буровыми штангами 3 бурового станка 4. Длина каната должна быть равна 3,5-кратной длине скважины. Стопорное устройство (рис. 15) состоит из корпуса 1, оси блока 4, блока 6, кулачков 3, оси кулачков 2, пружин 7 и направляющей трубки 5.

3.23. Перед доставкой монозаряда проверяется надежность закрепления стопорного устройства. Для этого одна из ветвей каната через динамометр закрепляется, например, за деталь крепи выработки и лебедкой задается натяжение усилием, равным 3-кратной массе заряда.



Рис. 14. Досылка стопорного устройства:
1 – стопорное устройство; 2 – канат; 3 – буровые штанги; 4 – буровой станок

3.24. Доставка монозаряда в шахтах, опасных по газу или пыли (рис. 16), производится в следующем порядке.

Незакрепленный на лебедке конец тяговой ветви 7 каната пропускается через осевой канал устройства 6, предназначенного для удержания монозаряда 3 и извлечения каната (спецустройство), и протягивается на длину, равную 1,5-кратной длине скважины. Ниже спецустройства 6 канат завязывается узлом, препятствующим вытаскиванию каната при доставке монозаряда. К спецустройству крепится несущий канат, к которому по мере изготовления привязывается монозаряд. Описание спецустройства приведено далее, в п. 3.27.

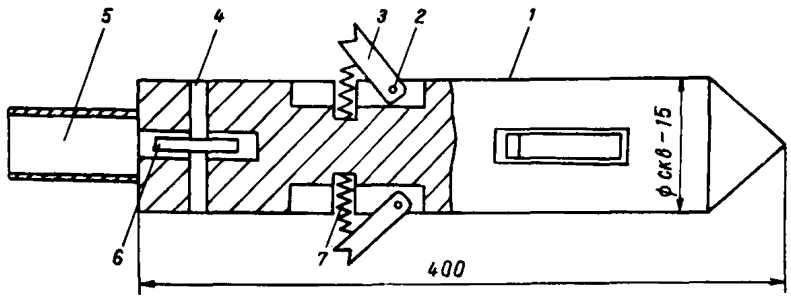


Рис. 15. Стопорное устройство:

1 - корпус; 2 - ось кулачка; 3 - кулачок; 4 - ось блока; 5 - направляющая трубка; 6 - блок; 7 - пружина

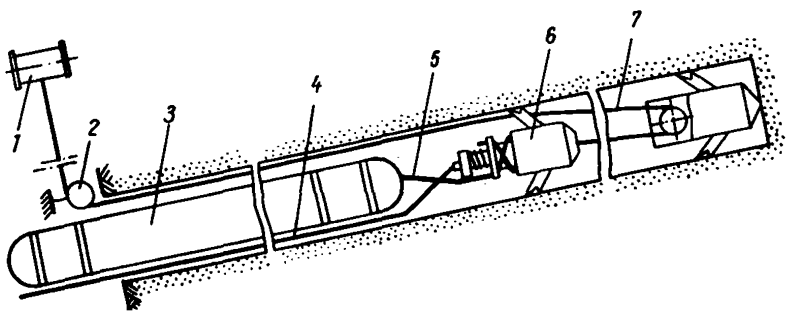


Рис. 16. Доставка монозаряда в скважину в шахтах, опасных по газу или пыли:

1 - лебедка; 2 - блок; 3 - монозаряд; 4 - холостая ветвь каната; 5 - несущий канат; 6 - специальное устройство для извлечения каната и удержания монозаряда (спецустройство): 7 - тяговая ветвь каната

Монозаряд 3 со спецустройством 6 доставляется в скважину лебедкой 1 до положения, когда из скважины будет выступать 1-2 м монозаряда. После этого изготовляется и соединяется с монозарядом патрон-боевик, вплотную к которому самозатягивающимися петлями несущего каната привязывается хвостовик. Магистральные провода киперной лентой приматываются к хвостовику.

Соединение электродетонаторных проводов с магистральными и другие соединения электровзрывной сети производятся в соответствии с требованиями § 142 Единых правил безопасности при взрывных работах (М.: Недра, 1972).

Монозаряд со спецустройством с помощью лебедки доставляется в скважину на проектную отметку со скоростью, не превышающей 0,5 м/с.

При снятии усилия с тяговой ветви каната спецустройство распирается кулачками и удерживает монозаряд в скважине.

Несущий канат, остающийся в скважине при взрывании, должен быть предварительно обработан: отмыт от смазки и пропитан антипиренами.

Извлечение каната из скважины осуществляется с помощью лебедки, для чего с барабана лебедки сматывается тяговая и крепится холостая ветвь каната.

На рис. 17 показан разрез по скважине после доставки монозаряда и извлечения каната.

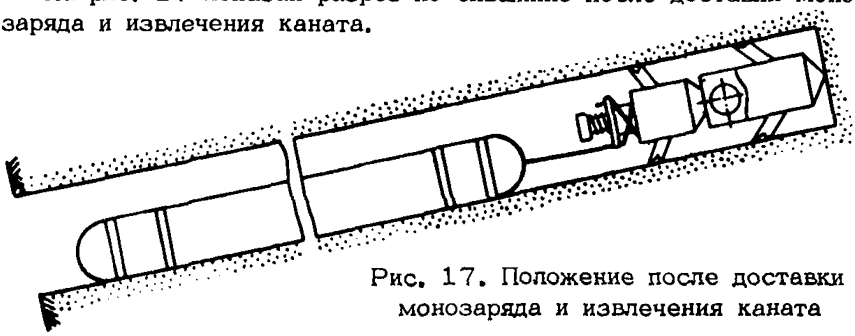


Рис. 17. Положение после доставки монозаряда и извлечения каната

Доставка монозаряда в шахтах, не опасных по газу и пыли (рис. 18), отличается тем, что канат из скважины не извлекается и, следовательно, спецустройство не применяется.

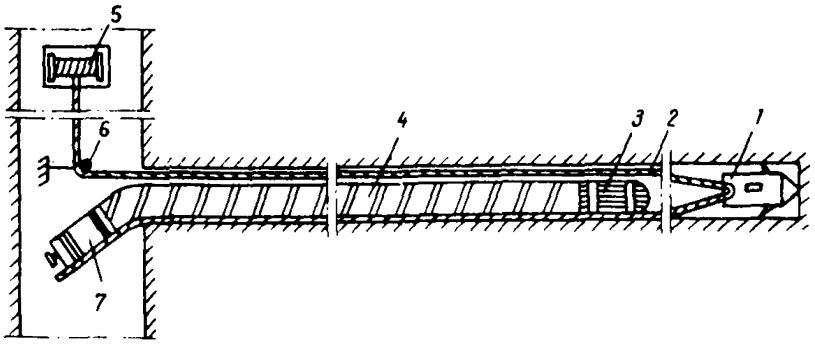


Рис. 18. Доставка монозаряда в шахтах, не опасных по газу и пыли:

1 - стопорное устройство; 2 - тяговая ветвь каната; 3 - направляющая головка; 4 - монозаряд; 5 - лебедка; 6 - блок; 7 - хвостовик

3.25. При взрывании торпедозарядов и монозарядов допускаются сростки магистральных проводов за пределами скважины, но не более одного на 100 м провода.

3.26. Заряжание скважин патронами большого диаметра без дополнительных оболочек производится вручную путем досылки их по одному или колонками из нескольких патронов с помощью досыльников. В восходящих (свыше 25°) скважинах каждый 5-10-й патрон снабжается ловителем. Патрон-боевик должен снабжаться ловителем при угле наклона скважины более 20°.

Для доставки патронов могут применяться досыльники из дерева, пластмассы или металлов, не дающих искр.

Патрон-боевик изготовляется путем ввода в патрон ВВ двух электродетонаторов мгновенного действия и досылается в скважину последним.

3.27. Удержание зарядов в скважинах. Для удержания торпедозарядов в восходящих скважинах (свыше 25°) применяются специальные ловители. В случае применения металлических ловителей они должны устанавливаться в головной части торпедозаряда.

Пружинный ловитель для торпед (рис. 19) состоит из корпуса торпеды 1, четырех металлических пластин 2, изготовленных в виде острых равнобедренных треугольников и приваренных основа-

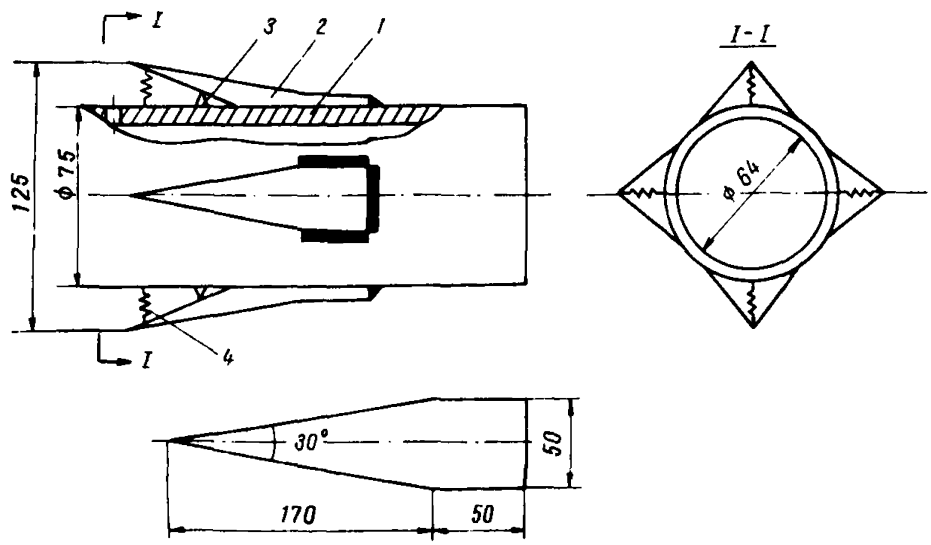


Рис. 19. Пружинный ловитель:

1 - корпус торпеды; 2 - пластина; 3 - упор; 4 - пружина

ниями к корпусу. Чтобы вершины треугольников не соприкасались с корпусом, на нем установлены упоры 3, а для прижатия их к стенкам скважины – пружины 4.

При заряжании патронированными ВВ патроны вставляются в корпус пружинного ловителя, в донной части которого имеются закраины, удерживающие патроны ВВ (рис. 20).

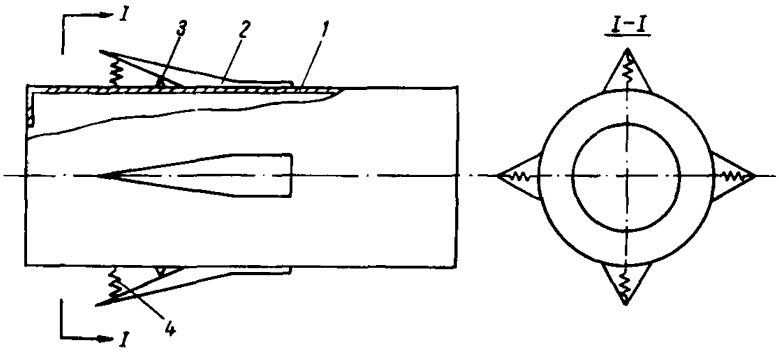


Рис. 20. Ловитель для патронов ВВ:

1 – корпус; 2 – пластины; 3 – упоры; 4 – пружины

Ловители (см. рис. 20) изготовляются из кровельного железа и состоят из корпуса 1 и приваренных к нему четырех острых треугольников 2.

Канатный ловитель (рис. 21) для удерживания торпед состоит из конуса 1, корпуса торпеды 2 и каната 6 диаметром более 34 мм или нескольких тонких отрезков, сложенных вместе. Один

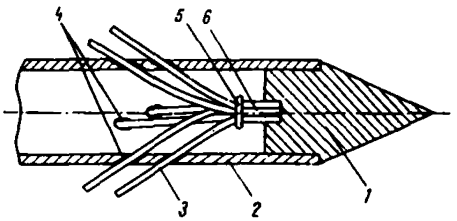


Рис. 21. Канатный ловитель:

1 – конус, 2 – корпус торпеды, 3 – прядь каната, 4 – отверстия, 5 – жимок, 6 – канат

конец каната стягивают жимком 5 "змейкой", а второй расплетают на отдельные пряди 3. В корпусе торпеды под углом к ее продольной оси просверливают отверстия 4 диаметром 25–30 мм и пропускают через них свободные пряди каната.

При заряжании скважин пряди каната располагаются вдоль торпеды и не препятствуют ее передвижению. В случае сползания заряда пряди из-за своей упругости и трения о стенки скважин заклинивают торпеду.

Удержание монозаряда в скважине производится следующим образом:

- в шахтах, не опасных по газу и пыли, тяговой ветвью каната, закрепленной на барабане лебедки;

- в шахтах, опасных по газу и пыли, с помощью специального устройства, которое служит для извлечения каната после затягивания заряда на проектную длину и последующего удержания его в скважине за счет принудительного распора.

Спецустройство (рис. 22) представляет собой металлический цилиндр длиной 300 мм, диаметром 50-70 мм. При натяжении каната лебедкой узел на нем упирается в гайку 10, шток 2 передвигается вправо и утапливает кулачки 4. После доставки монозаряда

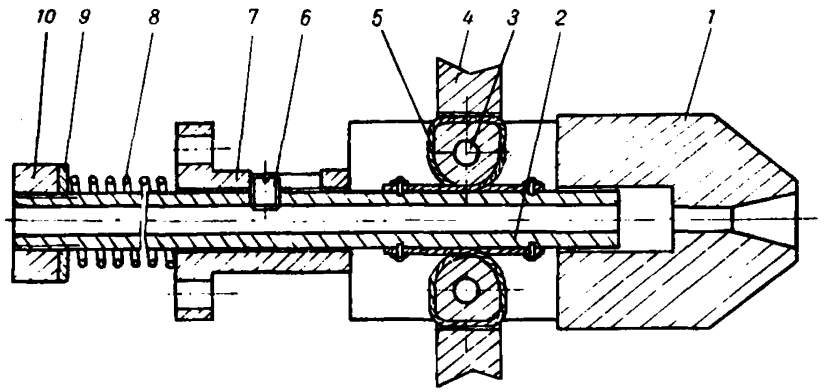


Рис. 22. Специальное устройство для извлечения каната и удержания монозаряда (спецустройство):

1 - корпус; 2 - шток; 3 - вал кулачка; 4 - кулачок; 5 - трос; 6 - упорный винт; 7 - втулка для крепления каната; 8 - пружина; 9 - шайба; 10 - гайка

на проектную отметку и снятия натяжения тяговой ветви каната шток под действием пружины 8 возвращяается в исходное положение и кулачки 4 расклиниваются в скважине.

Для удаления каната из скважины с барабана лебедки снимается тяговая ветвь, крепится холостая и затем извлекается канат.

Забойка и герметизация устья скважин

3.28. После доставки заряда в скважину производится ее забойка. Длина забойки должна быть не менее 30% от общей длины скважины. В качестве забойки должны применяться вода или пламягасящие порошки.

3.29. Герметизация устья скважины в зависимости от протяженности зоны водопроводящих трещин допускается герметизаторами (рис. 23 и 24) и глиной с деревянной пробкой (рис. 25).

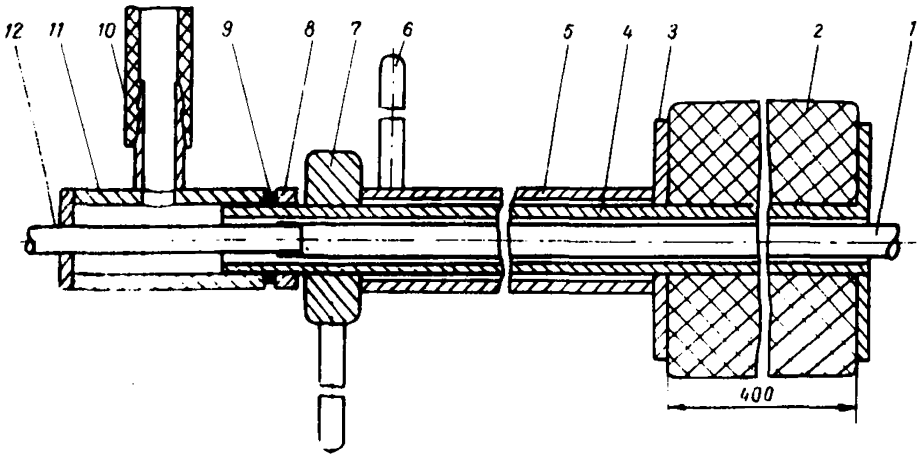


Рис. 23. Герметизатор ПЭУ БВР:

1 - контрольная трубка; 2 - сырая резина; 3 - фланец; 4 - внутренняя трубка; 5 - наружная трубка; 6 - ручка; 7 - гайка; 8 - контргайка; 9 - прокладка; 10 - шланг; 11 - тройник; 12 - трубка

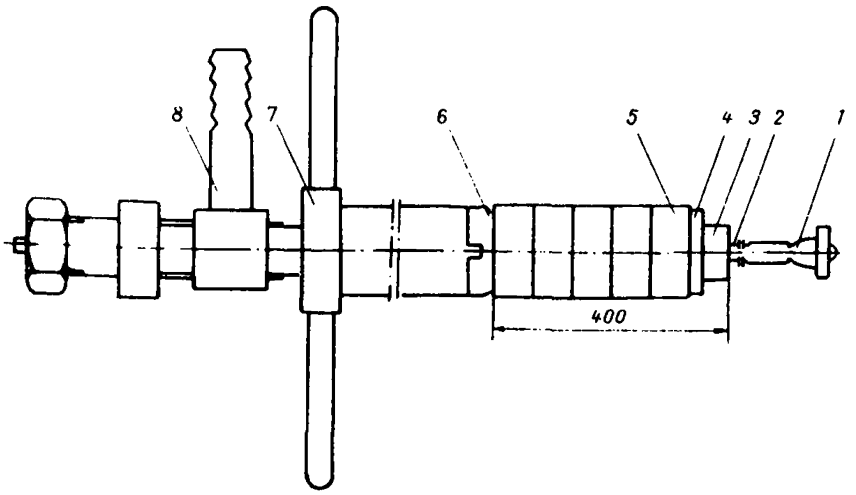


Рис. 24. Герметизатор Востнии:

1 - пробка; 2 - индикаторная трубка; 3 - корпус; 4 - фланец; 5 - резиновое кольцо; 6 - гайка; 7 - трубчатый ключ; 8 - штуцер

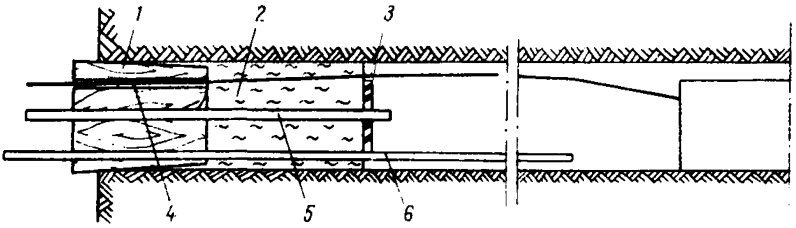


Рис. 25. Герметизация скважины глиняной забойкой и деревянной пробкой;

1 - деревянная пробка; 2 - глина; 3 - резиновая шайба; 4 - магистральные провода; 5 - напорная трубка; 6 - индикаторная трубка

3.30. Контроль уровня воды в скважине должен производиться полиэтиленовой индикаторной трубкой с внутренним диаметром не менее 6 мм и толщиной стенки не менее 2 мм. Длина части трубки, вводимой в скважину, должна быть равна проектной длине водяной забойки.

3. 31. Для выбора способа герметизации необходимо определить протяженность зоны водопроводящих трещин в следующем порядке:

а. Ввести в скважину на 35% ее длины индикаторную трубку, пропустить ее нижний конец через осевое отверстие герметизатора и установить его в 1,5 м от устья скважины.

б. Закачать в скважину воду до появления ее из индикаторной трубки, дать стечь и выждать 30 мин.

в. Постепенно вытягивая индикаторную трубку до появления из нее воды, определить скорость уменьшения длины водяной забойки. Понижение уровня воды в скважине за 1 час не более 10% считать допустимым. В этом случае допускается герметизация устья скважины глиной с деревянной пробкой или герметизатором с водяной забойкой.

г. Если понижение уровня воды за 1 час больше 10%,герметизатор (см. рис. 23, а) необходимо ввести на полную длину (около 2 м) и все операции повторить. Если понижение уровня воды в этом случае будет не более 10% за 1 час, - считать, что зона водопроводящих трещин перекрыта и допускается герметизация устья скважины герметизатором с водяной забойкой.

д. Если понижение уровня воды будет более 10% за 1 час, то герметизацию устья скважины следует производить глиной с деревянной пробкой или герметизаторами (см. рис. 23 и 24) с забойкой водой в полиэтиленовых ампулах (рис. 26) или пламягасящими

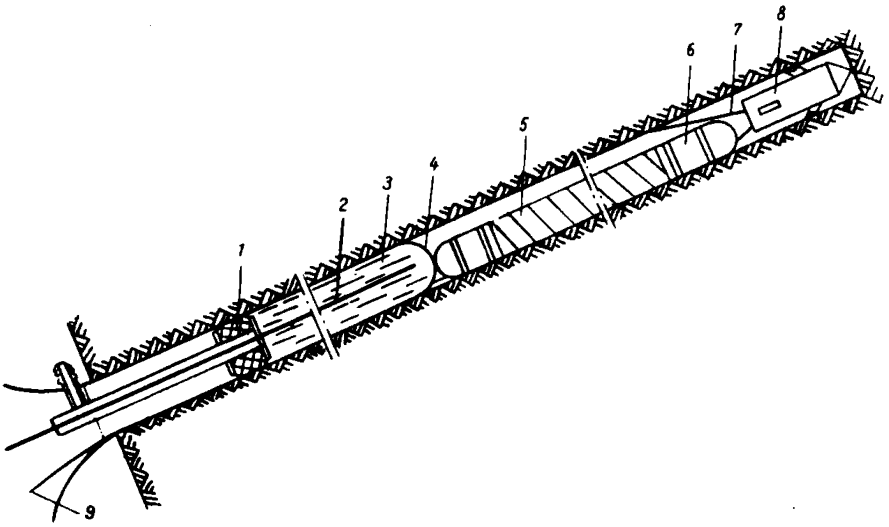


Рис. 26. Схема герметизации скважины с использованием полиэтиленовой ампулы:

1 - герметизатор, 2 - индикаторная трубка, 3 - вода, 4 - спецампула, 5 - монозаряд, 6 - направляющая головка, 7 - тяговый канат; 8 - стопорное устройство; 9 - магистральный кабель

порошками в полиэтиленовых ампулах или отрезках полиэтиленовых труб.

е. При проведении эксперимента по определению способа герметизации и забойки скважин не допускать утечку воды через герметизатор.

ж. Определение протяженности зоны водопроводящих трещин в пределах шага первой посадки основной кровли необходимо производить в первых 3-5 скважинах. После первой посадки контроль осуществляется в первых пяти скважинах. Если результаты экспериментов покажут надежность герметизации при данной протяженности водопроводящих трещин, то забойку скважин следует производить в соответствии с п. 3.31, в, г. Контрольные нагнетания в дальнейшем должны производиться в каждой десятой скважине. Если утечка воды из скважины более 10%, то герметизацию нужно осуществлять в соответствии с п. 3.31, д.

з. При определении протяженности водопроводящих трещин полиэтиленовая контрольная трубка доставляется в скважину (при заряжании монозарядами) канатом, служащим для доставки монозаряда.

При заряжании скважин торпедозарядами и патронами ВВ должна использоваться металлическая трубка.

3.32. В случае одновременного взрывания двух и более скважинных зарядов необходимо, чтобы условие понижения уровня во-

дяной забойки не более чем на 10% к моменту взрыва обеспечивалось во всех скважинах.

3.33. При использовании герметизаторов необходимо принимать меры, исключающие соударение их с крепкими породами и металлическими предметами, находящимися в выработке напротив скважины. Для этого напротив устья скважины следует устанавливать щиты из дерева, пластмассы, транспортерной ленты. Размеры и конструкция щитов определяются проектом передового торпедирования кровли.

3.34. Полиэтиленовые ампулы (пустые для последующего заполнения водой или с пламягасящим порошком) и отрезки полиэтиленовых труб с пламягасящим порошком досылаются в скважину вплотную к заряду с помощью забойников.

Диаметр отрезков полиэтиленовых труб должен быть на 25 мм меньше диаметра скважины.

При необходимости извлечение ампул производится вытягиванием за ее нижний конец, а отрезков полиэтиленовых труб с пламягасящим порошком – за конец капронового шнура, к которому они привязываются при досылке в скважину.

Примечание. Стопорное устройство, спецустройство и герметизатор ПЭУ БВР можно изготавливать в местных ЦЭММ по чертежам Производственно-экспериментального управления БВР Минуглепрома УССР.

Мероприятия по обеспечению безопасности работ

3.35. Работы по передовому торпедированию производятся в строгом соответствии с требованиями Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах(М.: Недра, 1976); §§ 316; 317; 318; 319, б; 321 Единых правил безопасности при взрывных работах (М.: Недра, 1972), разработанной проектно-технической документацией (пп. 3.65-3.68) и соблюдением дополнительных требований, перечисленных далее.

3.36. На каждый взрыв скважинных зарядов должно оформляться распоряжение главного инженера шахты, в котором указываются должности и фамилии лиц, ответственных за обеспечение безопасности работ по отдельным их видам (герметизации, подготовке выработок, заряжанию, взрыванию и ликвидации отказов).

3.37. Все рабочие и надзор участка, занятые на работах по разупрочнению пород, должны быть ознакомлены под расписку с проектно-технической документацией и проинструктированы по безопасным методам выполнения работ.

3.38. Рабочие очистных забоев, в которых производится разупрочнение пород, должны быть заблаговременно осведомлены о приближении забоя к скважине и предупреждены о необходимости контроля за отслаиванием кровли известными методами, оборки отслоившихся кусков,, применения затяжки и заполнения вывалов в кровле в случае их появления.

Требования техники безопасности при выполнении работ по бурению скважин

3.39. Бурение скважин осуществляется станками, техническая характеристика которых приведена в прил. 4.

Размещение бурового оборудования в действующих выработках производится в соответствии с проектом. В случае невозможности обеспечения необходимых зазоров буровое оборудование размещать в специальных нишах, камерах, гезенках.

3.40. Точки заложения и направления скважин задаются геолого-маркшейдерской службой шахты в соответствии с проектом.

3.41. Контроль за направленностью бурения скважин осуществляется одним из методов, приведенных в прил. 2. При искривлении скважин и отклонении в вертикальной и горизонтальной плоскостях более 5 м от проектного положения они бракуются и бурятся новые.

3.42. К управлению буровыми станками допускаются лица, прошедшие обучение и имеющие удостоверение машиниста бурового станка.

3.43. После достижения проектной длины скважина промывается водой.

Требования техники безопасности при выполнении работ по торпедированию[x]

3.44. Корпуса торпед не должны иметь вмятин, трещин, нарушения целостности или заусениц. Величина эллиптичности корпуса торпед не должна превышать 2 мм.

3.45. Шплинтовка торпед в местах их соединения должна быть выполнена заподлицо с боковой поверхностью.

---

[x]Требования п. п. 3.54, 3.60, 3.61 и 3.63 не относятся к охране подготовительных выработок по схеме 4 в.

3.46. Запрещается снаряжать торпеды и секции монозарядов ВВ с признаками увлажнения или с истекшим сроком гарантии.

3.47. Для снаряжения зарядов разрешается применять ВВ не ниже П класса, в том числе на шахтах, опасных по газу и пыли.

3.48. Торцы торпед, снаряженных ВВ, во время хранения и транспортирования должны быть снабжены заглушками из материалов, не дающих искры, которые удаляют при стыковке торпед перед досылкой их в скважины.

3.49. Транспортирование ВВ осуществляется в соответствии с требованиями раздела Ш и прил. 6 Единых правил безопасности при взрывных работах (М.: Недра, 1972).

3.50. Патроны ВВ, снаряженные торпеды и секции монозарядов без средств инициирования непосредственно у скважины должны охраняться мастером-взрывником.

Для хранения их больше суток должны устраиваться участковые пункты хранения, оборудованные согласно Инструкции по устройству и эксплуатации подземных раздаточных камер и участковых пунктов хранения ВВ на угольных и сланцевых шахтах, утвержденной Минуглепромом СССР 01.01.78 г., согласованной с Госгортехнадзором СССР 13.12.77 г.

3.51. При передовом торпедировании необходимо выполнять ряд требований, аналогичных требованиям Единых правил безопасности при взрывных работах, предусмотренных для сотрясательного взрывания, в частности, параграфов, перечисленных в п. 3.35. Перед заряжанием скважин и непосредственно перед взрыванием скважинных зарядов у каждой скважины и в обе стороны от нее на участках выработки протяженностью не менее 50 м, а также в месте укрытия мастера-взрывника (перед подключением взрывной сети к взрывному прибору) должен осуществляться контроль концентрации метана.

Замеры концентрации метана должны производиться около устья скважины на расстоянии не более 5 см от него, а также на протяжении 50 м по направлению движения вентиляционной струи в 5 см от стенки и от затяжки кровли выработки через каждые 5 м, начиная от устья скважины.

При наличии в выработке на участках протяженностью 50 м в обе стороны от скважины куполов и пустот за крепью, не заложенных породой или другими несгораемыми материалами, содержание метана должно контролироваться в куполах (пустотах) в 5 см от пород кровли.

Содержание метана перед заряжанием и взрыванием и после взрывания должно замеряться лицом вентиляционного надзора по

должности не ниже горного мастера (десятника) ВТБ и записываться в путевку мастера-взрывника (§ 316 ЕПБВР).

В шахтах 1 и П категорий по метану перед заряжанием скважин и на время работ до взрывания в выработке под кровлей на расстоянии 3-5 м от скважины по направлению движения вентиляционной струи должен устанавливаться автоматический переносной прибор контроля содержания метана (типа СШ-2 или СММ-1).

В шахтах Ш категории по метану и выше кроме установки приборов СШ-2 или СММ-1 старший мастер-взрывник должен иметь сигнализатор метана СМС-1.

Выемочные участки шахт Ш категории и выше по метану, на которых производится разупрочнение кровли для вторичных посадок, должны быть оборудованы системой автоматического контроля метана с телеинформацией на пульт диспетчера о его содержании в соответствии с Правилами безопасности на угольных и сланцевых шахтах.

В шахтах, опасных по взрыву пыли, перед каждым взрыванием должно производиться осланцевание боков прилегающих подготовительных и очистных выработок или связывание отложившейся пыли путем орошения 0,1-0,2-процентным водным раствором смачивателя ДБ на протяжении 50 м в обе стороны от устья взрываемых скважин.

На время взрывания скважинных зарядов во всех выработках, в которые может попасть метан после взрывания, электроэнергия должна быть отключена. Электроэнергия может быть включена только при допустимом содержании метана, после осмотра электрооборудования и проверки исправности электрических проводов, с разрешения руководителя работ по торпедированию (§ 317 ЕПБВР).

3.52. При использовании многорядных схем расположения скважин их заряжание производится поочередно, а взрывание - одновременно. При этом расстояние между устьями скважин должно быть 0,5 - 1 м.

3.53. После подготовки скважины к взрыву повторно замеряется содержание метана в местах, указанных в п. 3.51.

3.54. Взрывание скважинных зарядов должно производиться с расстояния не менее 600 м от устья скважины, считая по свежей струе воздуха, при этом мастер-взрывник должен находиться на свежей струе воздуха в защищенном месте. При невозможности выдержать указанные расстояния взрывание должно производиться с поверхности.

Допускается нахождение мастера-взрывника на период взрывания в специальном укрытии, расположенном не ближе 200 м от скважины в выработке, проветриваемой свежей струей за счет общешахтной депрессии. Укрытие для мастера-взрывника должно сооружаться по техническому проекту, выполненному Донгипрошах-

том (Т 194-136-1 ПЭ), и иметь систему жизнеобеспечения для аварийного режима.

Непосредственно перед подачей взрывного импульса необходимо измерить сопротивление взрывной сети и при необходимости устранить неисправность в соответствии с требованиями § 143 Единых правил безопасности при взрывных работах (М.: Недра, 1972).

3.55. Запрещается людям находиться на пути движения продуктов взрыва. Время допуска рабочих в забой устанавливать в соответствии с требованиями § 142 Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах (М.: Недра, 1976); оно должно быть не менее 30 мин. Проверку содержания ядовитых газов в пределах минимально допустимого времени проветривания после взрывных работ производить 1 раз в месяц и после увеличения массы взрываемого ВВ.

3.56. На месте проведения взрывных работ имеют право находиться только люди, непосредственно занятые заряжанием.

3.57. К выполнению подготовительных работ и заряжанию скважин допускаются лица в соответствии с требованиями §§ 24 и 25 Единых правил безопасности при взрывных работах (М.: Недра, 1972).

3.58. Каждый отказ должен быть ликвидирован. До ликвидации отказа запрещается производить какие-либо работы, не связанные с его ликвидацией.

Ликвидация отказа производится в следующем порядке:

- основная и дублирующая сети, проложенные в скважине, отсоединяются от электровзрывной сети и закорачиваются;
- демонтируется герметизатор;
- извлекается оболочка ампулы (после выпуска воды) или ампула (отрезки полиэтиленовых труб) с пламягасящим порошком;
- изготавливается патрон-ликвидатор и досылается в скважину вплотную к основному заряду составными забойниками; производятся работы по забойке, герметизации скважин и взрыванию заряда.

3.59. Каждый отказ и его ликвидация регистрируются в соответствии с требованиями § 190 и прил. 12 Единых правил безопасности при взрывных работах (М.: Недра, 1972).

3.60. Взрывание скважинных зарядов производится в выходные дни или в специально выделенные для этого смены, при этом с начала заряжания и до окончания взрывания запрещается в пределах опасной зоны производить какие-либо работы, не связанные с подготовкой взрыва.

3.61. Для взрывания скважинных зарядов при передовом торпедировании расстояние, на которое должны быть выведены люди, принимать по аналогии с § 310 Единых правил безопасности при взрывных работах (М.: Недра, 1972): не менее 1000 м по свежей струе. Если невозможно выдержать это расстояние, то люди должны быть выведены на поверхность.

3.62. Кратчайшее расстояние от забоя лавы до взрываемого скважинного заряда на свежей струе воздуха должно быть не менее 30 м, а на исходящей струе - 50 м. Для первичной посадки эти расстояния могут быть уменьшены до 15 м.

При одновременном взрывании в двух и более линиях торпедирования в одной выработке расстояние от очистного забоя до ближайшего заряда должно быть не менее 100 м.

На шахтах, не опасных по газу и пыли, кратчайшее расстояние от очистного забоя до взрываемого заряда можно принимать не менее 20 м при любом числе одновременно взрываемых скважин.

3.63. Взрывание скважинных зарядов в выработках шахт, опасных по газу и пыли, в условиях, где может образоваться опасная метанопылевоздушная смесь, должно производиться с созданием предохранительной среды вблизи устьев скважин.

Для создания такой среды необходимо применять водораспылительные завесы, создаваемые взрывным распылением воды из полиэтиленовых сосудов, или водовоздушные завесы, создаваемые с помощью водоэжекторных установок, разработанных Макнии.

Для создания предохранительной среды возле устья скважин с помощью водораспылительных завес устанавливаются полиэтиленовые сосуды с водой емкостью 20 или 40 л в два ряда с каждой стороны от устья скважины. Расход воды и количество сосудов в каждом ряду устанавливаются из расчета не менее 5 л/м^2 поперечного сечения выработки. Расстояние от устья скважины до первых рядов сосудов не должно превышать 2 м, а между рядами - 2,5 м. Сосуды с водой емкостью 20 л, как правило, подвешиваются к крепи, а емкостью 40 л - укладываются на почву выработки.

В шахтах, опасных по пыли, устья скважин со стороны противоположной очистному забою должны быть изолированы заслонами. При этом водяные заслоны необходимо располагать на расстоянии не менее 75 и не более 250 м, а сланцевые - не менее 60 и не более 300 м от устья скважины.

3.64. Взрывание скважинных зарядов в шахтах, опасных по газу и пыли, разрешается проводить только в выработках, проветриваемых за счет общешахтной депрессии.

В шахтах, не опасных по газу и пыли, допускается взрывание скважинных зарядов в выработках, проветриваемых вентиляторами частичного проветривания.

Проектно-техническая документация

3.65. Работы по передовому торпедированию кровли ведутся по проекту, разработанному шахтой, отвечающему требованиями настоящей Инструкции, согласованному с бассейновым НИИ и местным Производственно-экспериментальным управлением буровзрывных работ и утвержденному техническим директором производственного объединения.

Проект, предусматривающий одновременное взрывание двух и более линий торпедирования из одной выработки шахты, опасной по взрыву газа и пыли, дополнительно согласовывается с Макнии или Востнии и с управлением округа Госгортехнадзора СССР.

3.66. В проекте передового торпедирования кровли должно содержаться следующее:

а. Горногеологическая характеристика угольного пласта и вмещающих пород на выемочном участке, намеченном к проведению работ по разупрочнению пород: мощность, строение, трещиноватость, шаг обрушения (первый и последующий) легко- и труднообрушающихся пород основной кровли, разрез толщи пород на всю мощность труднообрушающейся породы, но не менее 10-кратной вынимаемой мощности угольного пласта, с указанием мощности и свойств отдельных слоев; изучение слоистости и трещиноватости должно производиться в соответствии с методикой ВНИМИ (прил. 3).

б. Схема подготовки выемочного участка, система разработки и схема проветривания.

в. Технико-экономическое обоснование выбора способа разупрочнения кровли с расчетом ожидаемого экономического эффекта.

г. Выбор схемы расположения и параметров заложения скважин.

д. Расположение, конструкция и расчет зарядов.

е. Средства и порядок бурения скважин. Контроль пространственного положения скважин.

ж. Средства и порядок заряжения, забойки, герметизации и контроля уровня воды в скважине.

з. Расчет и порядок монтажа взрывной сети.

и. Организация, порядок ведения и контроль результатов взрывных работ.

к. Средства и порядок ликвидации отказов.

л. Расчет проветривания выработок после взрыва.

м. Меры обеспечения безопасности работ:

- обоснование безопасных расстояний для людей;
- подготовка прилегающих к скважине выработок (уборка, смывание и связывание пыли, осланцевание, замеры газа, установка заслонов, водозавесы и т. д.);
- место укрытия мастера-взрывника;

- отключение электроэнергии;

н. Меры контроля после взрыва:

- время проветривания;
- сигналы.

о. Меры обеспечения безопасности по видам работ:

- бурение скважин;
- изготовление и транспортировка зарядов;
- заряжание скважин;
- забойка и герметизация скважин.

3.67. В процессе работ по торпедированию необходимо осуществлять постоянный контроль за исполнением и результатами работ. Результаты контроля и наблюдений заносят в специальные журналы (форма приведена в прил. 6 и 7).

3.68. Непосредственное руководство работами по передовому торпедированию кровли возлагается на главного инженера предприятия.

4. ГИДРОМИКРОТОРПЕДИРОВАНИЕ

Основные виды работ

4.1. Разупрочнение пород гидромикроторпедированием включает следующие работы:

- бурение и герметизация скважин;
- монтаж высоконапорного оборудования;
- предварительное низконапорное увлажнение породного массива;
- изготовление торпед, заряжание скважин и взрывание торпед в скважине в водной среде под давлением;
- последующая гидрообработка пород кровли в режиме высоконапорного увлажнения и гидроразрыва.

Параметры заложения скважин

4.2. Высота заложения конца обсадных труб принимается такой, чтобы расстояние по нормали от него до легкообрушающихся пород было не менее 0,6 $R_{эф}$. При этом длина обсаженного (загерметизированного) участка скважины должна быть не менее 20 м.

4.3. Высоту заложения забоя скважины над угольным пластом следует определять по формуле:

$$h_з = h_{ло} + 0{,}6R_{эф} + (4 - 5)m, \qquad (12)$$

где $h_з$ – высота заложения забоя скважины, м; $h_{ло}$ – мощность легкообрушающихся пород, м; $R_{эф}$ – эффективный радиус увлажнения, м; m – вынимаемая мощность угольного пласта, м.

Величину эффективного радиуса увлажнения следует определять по формуле:

$$R_{эф} = \sqrt{\frac{Q_{общ}}{\pi l_ф m_{эф}}}, \qquad (13)$$

где $Q_{общ}$ – общий объем жидкости, закачанной в скважину, $м^3$; $l_ф$ – длина фильтрующей части скважины, м; $m_{эф}$ – эффективная пористость:

для Воркутского месторождения $m_{эф} = 0{,}08\, m_0$,

для Интинского $m_{эф} = (0{,}15 - 0{,}2) m_0$,

m_0 – открытая пористость, доли единицы.

4.4. Угол разворота скважин β при односторонней и двусторонней схемах определяется в зависимости от простирания основной системы естественной трещиноватости. Для пересечения наибольшего числа трещин системы угол между ней и осью скважины должен составлять 50–80°.

При обработке кровли пласта, выше которого залегает пласт или пропласток угля, забой скважины должен находиться не ближе 0,6 $R_{эф}$ до почвы вышележащего пласта. При наличии ранее отработанного пласта это расстояние должно составлять не менее $R_{эф}$.

4.5. Расстояние между скважинами при прочности пород на сжатие до 80 МПа следует принимать равным $16 r_т$ или при неизвестном значении $r_т$ – 20–30 м. Если прочность пород на сжатие более 80 МПа, это расстояние следует принимать $12 r_т$ или – 16–25 м.

Радиус первичного трещинообразования $r_т$ определять по номограмме, приведенной в прил. 1.

4.6. Диаметр и длина скважин. При гидромикроторпедировании диаметр скважины должен быть на 25 мм больше диаметра корпуса торпеды, но не менее 75 мм. Устье скважины разбуривать на длину обсадных труб до диаметра 110–112 мм.

При односторонней схеме расположения скважин их длину следует принимать из расчета, чтобы от забоя скважины до штрека в плане было не больше $R_{эф}$, но не менее 5 м.

При двусторонней схеме расположения длину скважин необходимо принимать такой, чтобы между забоями встречных скважин расстояние было равно $2 R_{эф}$.

Масса заряда и расположение торпед в скважине

4.7. Исходя из условия сохранения герметичности запорной арматуры в устье скважины при достижении в момент взрыва давления 20-25 МПа масса заряда должна составлять: при взрывании заряда в 80 м от устья скважины - 10 кг, в 50 м - 6 кг и в 30 м - 3 кг.

4.8. Торпеды в скважине располагаются в местах нахождения ослабленных контактов и прослоев для того, чтобы энергией взрыва инициировать расслоение по ним труднообрушающихся пород. В зависимости от наличия ослабленных контактов определяются количество и место торпедозарядов.

Расстояние от устья скважины до топредозаряда должно быть не менее 30 м. При этом заряд должен располагаться в слое труднообрушающейся породы не ближе 5,5 - 6 м от контакта с угольным пластом.

Размеры зон гидрообработки

4.9. Размер зон гидрообработки и соответствующие им режимы следует принимать согласно схеме, приведенной на рис. 27, и табл. 3.

Таблица 3

Пласт	Оптимальные зоны впереди очистного забоя и соответствующие им режимы обработки массива				
	Расстояние до забоя на начало работ по гидрообработке $l_н$, м, не менее	Низконапорное увлажнение (от начала работ до участка высоконапорного увлажнения) $l_{ну}$, м	Высоконапорное увлажнение (от установки)		Гидроразрыв, l, м
			первый участок, $l'_{ву}$, м	второй участок, $l''_{ву}$, м	
Мощный	70-80	50-80	24-50	7-14	14-24
Четвертый	140-150	110-150	28-110	3-13	13-28
11	100-120	50-120	26-50	6-16	16-26
10	100-120	50-120	26-50	6-16	16-26

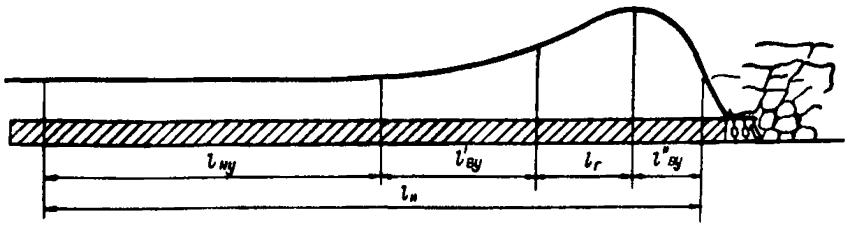


Рис. 27. Зоны режимов гидрообработки кровли

Параметры нагнетания жидкости в скважины

4.10. Низконапорное увлажнение следует производить от противопожарного става под давлением не выше 2 МПа в течение 3-5 сут на длине участка, рекомендуемой в табл. 3.

4.11. Высоконапорное нагнетание (установками типа УНВ-2, УН-35) полагается производить на двух участках (см. табл. 3) в соответствии с диаграммой (рис. 28), построенной по установленным опытом параметрам.

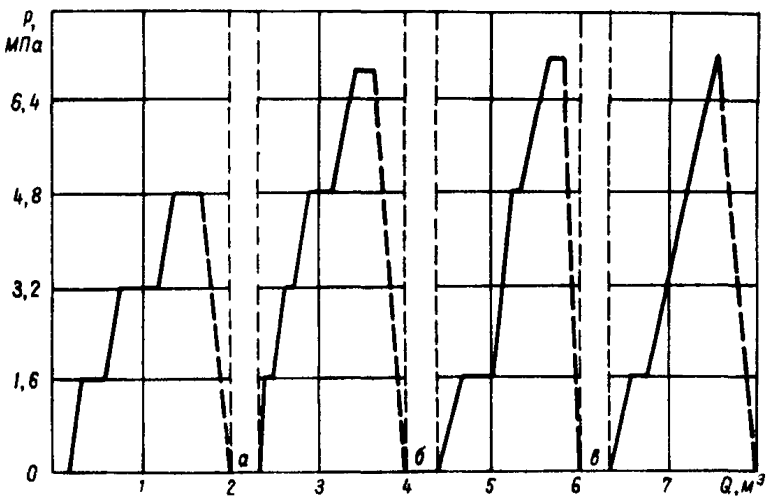


Рис. 28. Диаграмма гидромикроторпедирования:

Q - количество закачиваемой воды на момент торпедирования; а - торпедирование 1 очереди; б - II очереди; в - III очереди

4.12. Величину давления нагнетания P следует определять по формуле:

$$P = 0{,}6\ P_р, \qquad (14)$$

где $P_р$ – давление гидроразрыва (МПа), определяемое по формуле:

$$P_р = \gamma H + \sigma_р - P_п m_о(2 - m_о), \qquad (15)$$

где γ – объемный вес пород, Мн/м^3; Н – глубина работ, м; $P_п$ – величина порового давления газа, МПа; $\sigma_р$ – предел прочности пород на растяжение, МПа; $m_о$ – открытая пористость пород, доли единицы.

Для Воркутского месторождения на глубинах 600–700 м поровое давление газа $P_п$ составляет 5–6 МПа, а для Интинского на глубинах 300–400 м – 1,5–3 МПа.

Конструкция торпед

4.13. Торпеда (рис. 29) представляет собой стальной цилиндр 1 диаметром 48–60 мм с двумя ввинчивающимися в него передней 2 и задней 3 крышками. Толщина стенки – 2,5 мм. В задней

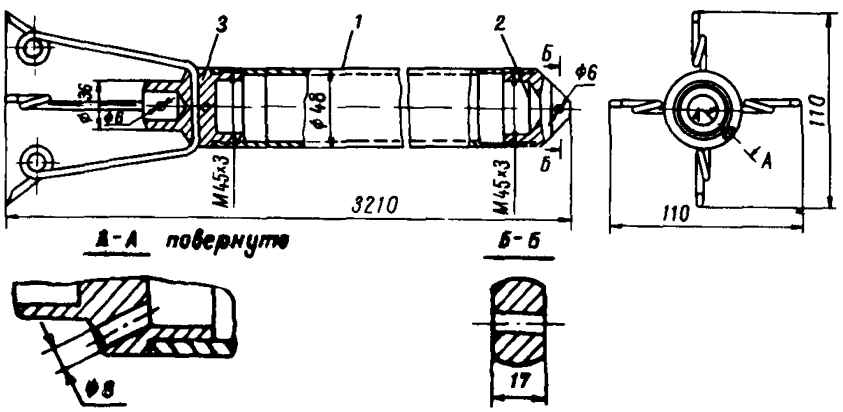


Рис. 29. Корпус торпеды:
1 – цилиндр, 2 – передняя крышка, 3 – задняя крышка

крышке имеется отверстие для вывода электровзрывной сети и установлено стопорное устройство из стальной пружинной проволоки. Длина цилиндра 1 равна 3100 мм. В передней и задней крышках имеется по одному отверстию диаметром 6 мм, служащих для крепления к торпеде мгновенно деформирующейся забойки (пенопласта).

4.14. Корпус торпеды заполняется патронированным ВВ. Патроны ВВ диаметром 38 мм, длиной 300 мм и массой 300 г каждый укладываются в полиэтиленовые ампулы по 3 штуки в каждую. В последнюю ампулу вводится патрон-боевик, снабженный двумя электродетонаторами мгновенного действия ЭД-8-ПМ. Для подачи взрывного импульса применяется кабель ТАШС-1х2х0,7 и прибор ПИВ-100.

Схема снаряжения торпедозаряда показана на рис. 30.

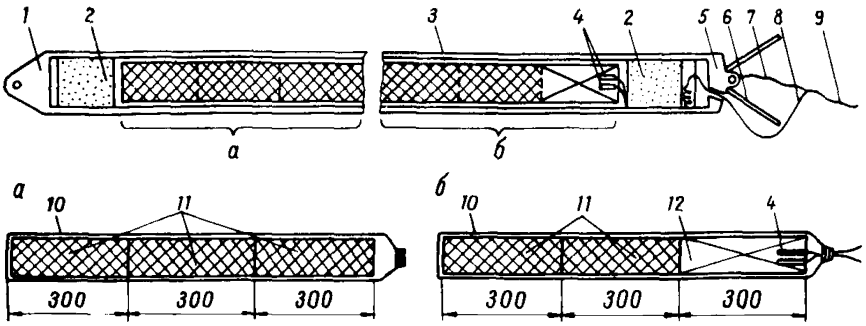


Рис. 30. Схема сборки торпедозаряда:

1 – передняя крышка; 2 – глиняная забойка; 3 – корпус; 4 – электродетонаторы; 5 – задняя крышка; 6 – стопорное устройство; 7 – несущая (стальная) жила кабеля; 8 – токопроводящие жилы кабеля; 9 – кабель ТАШС-1х2х0,7; 10 – полиэтиленовая ампула; 11 – патроны ВВ; 12 – патрон-боевик

Заполнение торпед производится у мест заряжания скважин.

Каждая ампула гидроизолируется путем завязывания открытого конца. В торпеду с каждой стороны вводится глиняная забойка длиной не менее 5 см.

Снаряжение торпеды производится следующим образом: в верхнюю часть торпеды, обращенную в сторону забоя скважины, помещают глиняную забойку, длиной не менее 5 см, навинчивают переднюю крышку и приступают к зарядке торпеды. В корпус торпеды помещают 9 патронов ВВ группами по три патрона в полиэтиленовых ампулах. Последний патрон третьей группы снаряжается двумя электродетонаторами ЭД-8-ПМ, концы которых пропускаются через крышку из пластмассы, крепятся к ней и подсоединяются к токопроводящим жилам магистрального кабеля ТАШС-1х2х0,7. Токопроводящие жилы кабеля выводятся наружу через отверстие в задней крышке торпеды. Кабель ТАШС-1х2х0,7 несущей (стальной) жилой должен быть закреплен за заднюю крышку торпедозаряда, а конец его должен быть выпущен из скважины на 1-2 м. Для исключения передачи усилия на токопроводящие жилы последние у места закрепления должны быть длиннее несущей жилы. На патрон-боевик, накрытый пластмассовой крышкой, укладывается глиняная забойка и магистральный кабель выводится наружу через отверстие в задней крышке, после чего торпеда завинчивается крышкой. Перед этим отверстие, в которое входят провода взрывной сети, перекрывается затягиванием в него конуса из изоляционной ленты.

На ближайшем к устью скважины участке торпедирования в торпеды рядом с глиняной забойкой можно помещать пенопластовые встав -

ки длиной 10-15 см. В этом случае мгновенно деформирующаяся забойка из пенопласта или сухого дерева, указанная в п. 4.18, может не применяться.

З а р я ж а н и е с к в а ж и н

4.15. Заряжание скважин производится после предварительного нагнетания с целью заполнения трещин водой. Перед заряжанием скважина шаблонируется путем досылки холостой торпеды. В случае заклинивания холостой торпеды скважина перебуривается или бракуется.

Снаряжение торпеды производится после вывода людей, не связанных с заряжанием, на безопасное расстояние, указанное в проекте, и выполнения других требований безопасности (см. пп. 4.29-4.52).

4.16. Досылка торпед в скважину производится с помощью досылочного става. При длине до 60 м и угле возвышения скважины до 25° досылка может осуществляться вручную, при больших длине и угле возвышения - с помощью лебедки с ручным приводом (рис. 31). Конец установочной штанги, соприкасающийся

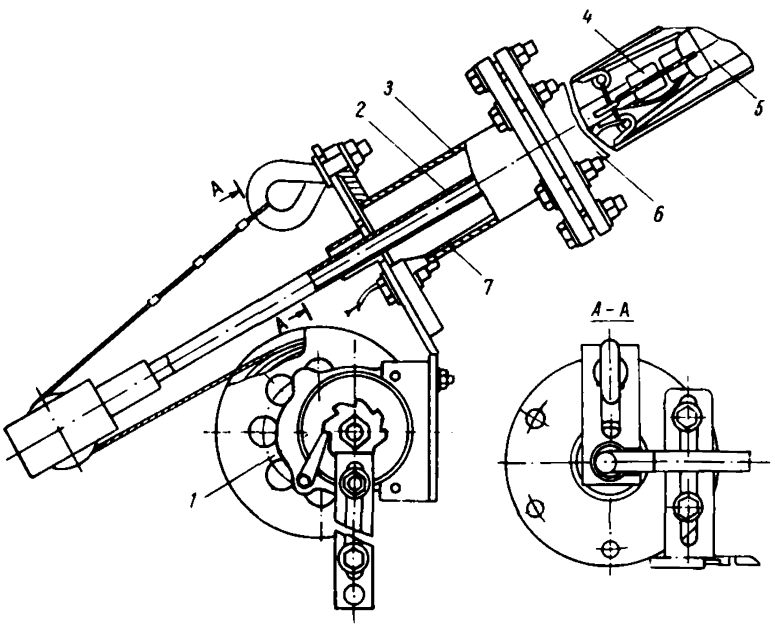


Рис. 31. Досылка торпедозаряда в скважину:

1 - лебедка; 2 - досылочный став; 3 - противоударная приставка; 4 - резиновый буфер; 5 - торпедозаряд; 6 - обсадная труба; 7 - кабель ТАШС-1х2х0,7

с торпедой, снабжается резиновым или деревянным наконечником – буфером. Контроль за местоположением торпедозаряда осуществляется путем счета мерных штанг.

4.17. При заряжании скважины двумя–тремя торпедами их досылка производится одновременно. Электродетонаторами оснащаются все торпеды (§176 Единых правил безопасности при взрывных работах. М.: Недра, 1972).

Торпеды соединяются между собой с помощью проволочной скобы или троса, пропущенного в отверстия крышек. Между торпедами помещается резиновая прокладка диаметром 50 мм, толщиной 10–15 мм.

4.18. К верхнему и нижнему торцам заряда (крышкам торпед) привязываются стержни из пенопласта или сухого дерева длиной 0,6–0,7 м и диаметром, равным диаметру торпед, которые доставляются на участок торпедирования совместно с зарядом.

Герметизация скважин

4.19. Для герметизации устьевая часть скважины на длине 20–25 м разбуривается до диаметра 113 мм для установки обсадных труб.

4.20. На участках бурения, не находящихся в зоне опорного давления отработанной соседней лавы, длина части скважины диаметром 113 мм принимается 20 м, в противном случае – 25 м.

4.21. Обсадные трубы должны устанавливаться на песчано–цементном растворе.

4.22. Для создания герметичности и возможности поднятия давления в скважине обсадная труба оборудуется фланцем, на который крепится противоударная приставка (рис. 32) (на момент взрывания торпеды) или съемный фланец с переходником (рис. 33) для подсоединения высоконапорной магистрали (при нагнетании жидкости).

Для предотвращения отрыва фланца от обсадной трубы и разрыва высоконапорного шланга, идущего от установки УН–35, в противоударной приставке устанавливается стальная мембрана толщиной 3 мм в резиновых прокладках, которая воспринимает на себя действие ударной волны в момент взрыва.

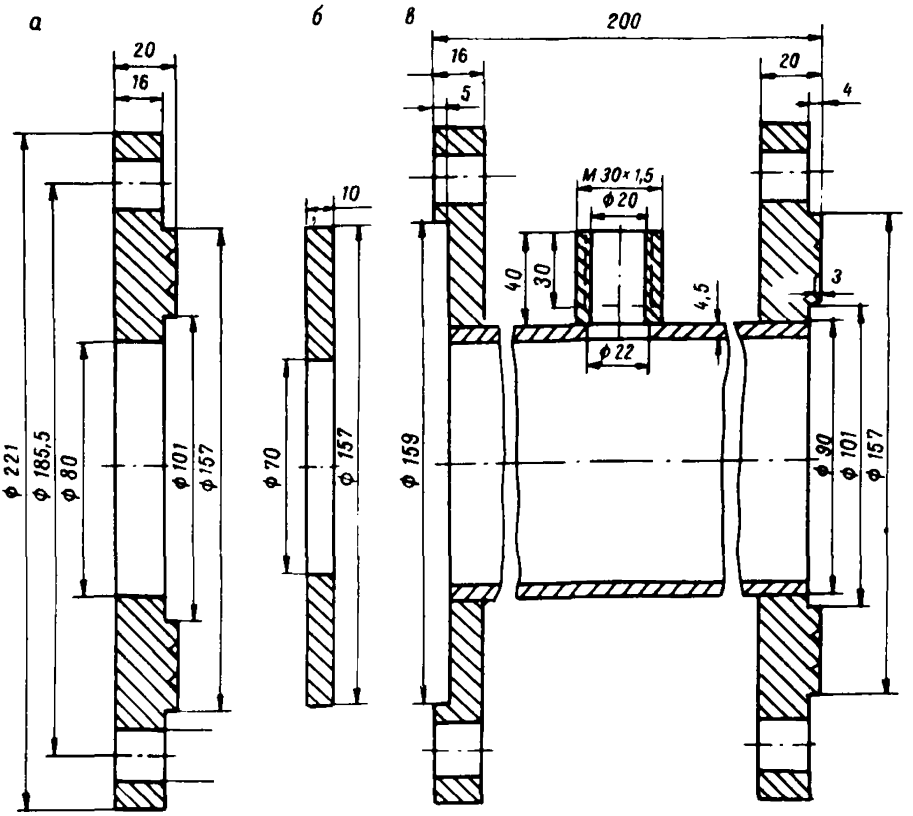


Рис. 32. Противоударная приставка на обсадной трубе скважины:

а – фланец под мембрану; б – резиновая прокладка; в – приставка со штуцером

Технологическая схема работ по гидромикроторпедированию

4.23. Для производства работ по гидромикроторпедированию составляется диаграмма нагнетания и таблица параметров торпедирования. При их составлении используются данные табл. 3 и рис. 27 об оптимальных зонах обработки массива и необходимом опережении работ, номограммы и расчетные данные о параметрах высоконапорного увлажнения, количество взрываемых зарядов.

К диаграмме гидромикроторпедирования (см. рис. 27) прилагается таблица параметров врывания.

На диаграмме нагнетания указывается периодичность нагнетания и взрывания, количество жидкости, закачанной в скважину до и после каждого цикла взрывания, давление высоконапорного увлажнения.

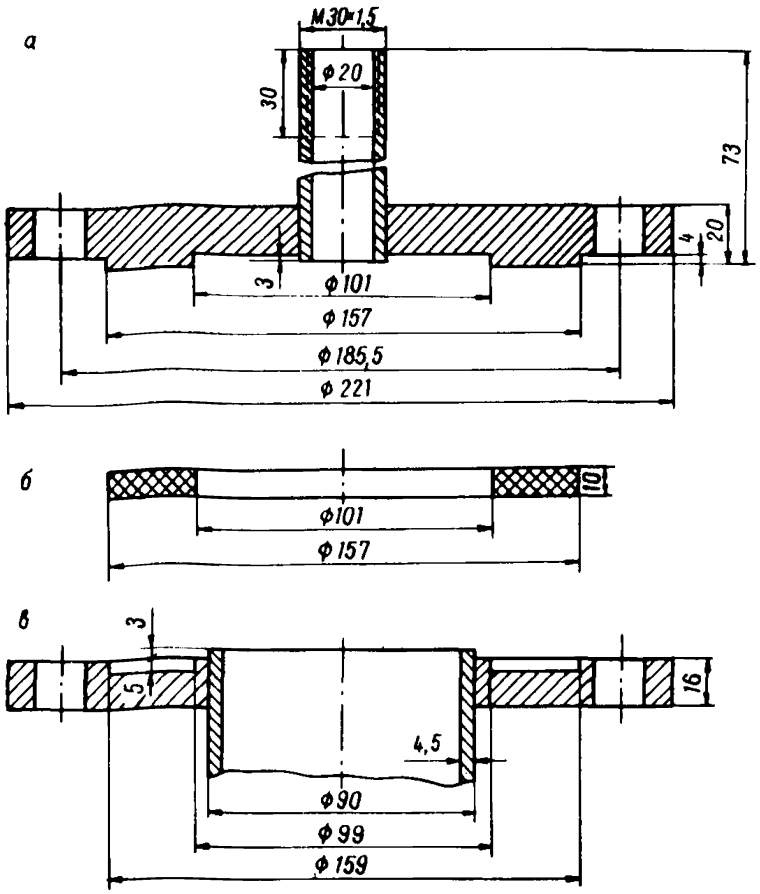


Рис. 33. Запорный фланец с переходником:

а – фланец с переходником; б – резиновая прокладка; в – фланец обсадной трубы

В таблице параметров взрывания указываются номера скважин, их длина, очередность взрывания торпедозарядов, глубина досылки их в скважину, количество торпедозарядов и масса ВВ в одном заряде, давление жидкости на момент взрыва.

4.24. После проведения работ по бурению и герметизации скважин, сборке и монтажу высоконапорного оборудования по схеме осуществляется предварительное увлажнение массива нагнетанием в скважину жидкости высоконапорной установкой в объеме 1–1,5 $м^3$ под давлением 5–6 МПа.

Схема подключения оборудования и контрольно-измерительной аппаратуры приведена на рис. 34. Техническая характеристика и перечень необходимого оборудования даны в прил. 4.

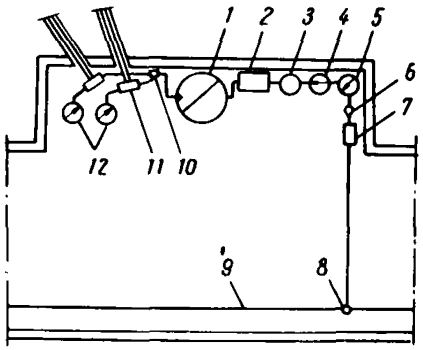


Рис. 34. Схема подключения оборудования при гидрообработке;

1 - высоконапорная установка; 2 - гидрозамок; 3 - бачок-смеситель ДСУ; 4 - расходомер; 5 - манометр на низконапорном ставе; 6 - фильтр; 7 - вентиль на низконапорном ставе; 8 - гайка Ротта; 9 - участковый водопровод; 10 - тройник для подключения скважин; 11 - высоконапорные; вентили; 12 - манометры на вывысоконапорном ставе

4.25. После предварительного нагнетания воды в скважину в зоне низконапорного увлажнения на расстоянии от забоя не менее указанного в графе 3 табл. 3, производится заряжание и врывание торпедозаряда с проектными параметрами.

После досылки торпедозаряда на выбранный участок в устье скважины монтируется противоударная приставка и производится нагнетание воды до давления 3-5 МПа. Затем напорная установка отключается и производится взрыв.

При необходимости взрывания на нескольких участках по длине скважины указанные операции повторяются: после взрыва на первом участке сливается вода, досылается торпедозаряд на второй участок, производится нагнетание воды и взрывание.

4.26. Нагнетание в режиме высоконапорного увлажнения и гидроразрыва производится на участках в соответствии с данными табл. 3.

При высоконапорном нагнетании (Р более 5 МПа) скважины, находящиеся рядом, перекрываются высоконапорными вентилями или заглушками во избежание преждевременного прорыва жидкости.

В процессе проведения работ по нагнетанию необходимо осуществлять постоянный контроль как за режимами, так и за параметрами нагнетания.

Установка на скважине контрольно-измерительной аппаратуры (расходомеров и манометров) является обязательной как при низконапорном, так и при высоконапорном нагнетании.

Результаты гидромикроторпедирования заносятся в журнал по форме прил. 5.

4.27. При резком устойчивом падении давления в скважине до 1,5-2,5 МПа или прорыве жидкости в поддерживаемое пространство очистного забоя нагнетание прекращается. Повторное нагнетание производится через 16-24 ч. Если при повторном нагне-

тании давление не поднимается, а расстояние от забоя скважины до лавы менее 1,5 $R_{эф}$, то жидкость выпускается из скважины, а оборудование демонтируется.

Если во время нагнетания жидкость проникает через цементную пробку или трещины непосредственной кровли, то скважина подлежит ремонту. Ремонт производится путем нагнетания водоцементного раствора в начале при соотношении В : Ц равном 5 : 1, а затем 3 : 1. После окончания цементации жидкость выпускается, а скважина промывается чистой водой. Последующая проверка герметичности скважины производится через 35-46 ч.

4.28. Для производства работ по разупрочнению кровли организуется бригада, в обязанности которой входит бурение разведочных и нагнетательных скважин, их герметизация, гидрообработка и торпедирование кровли, переноска оборудования. Контроль за правильным выбором параметров заложения скважин осуществляет геолого-маркшейдерская служба шахты. Бригады, выполняющие подготовительные работы (бурение скважин, герметизация), а также лица, производящие гидромикроторпедирование кровли и ответственные за соблюдение технологии работ, назначаются приказом директора шахты.

Мероприятия по обеспечению безопасности работ

4.29. Для выполнения и контроля работ по гидромикроторпедированию издается приказ директора шахты, в котором определяется круг лиц надзора, ответственных за подготовку и монтаж оборудования, за контроль его состояния, за соблюдение параметров заложения, технологии герметизации и армировки скважин, параметров и режимов отработки массива.

4.30. Все работы должны производиться вне зоны опорного давления лавы и в полном соответствии с требованиями Единых правил безопасности при взрывных работах (М.: Недра, 1972).

4.31. Взрывные работы следует осуществлять в присутствии руководителя работ, назначенного приказом директора шахты.

4.32. Запрещается применение корпусов торпед (капсул) с дефектами или изготовленных с отклонением от утвержденной технической документации.

4.33. Снаряжение и сборка торпедозаряда производится вблизи скважины.

4.34. Перед заряжанием замеряется содержание метана вблизи устья скважины, в месте расположения взрывника и в выработке на расстоянии 20 м в обе стороны от скважины (в точках, расположенных через 5 м); повторный замер производится перед взрыванием.

4.35. Запрещается досылка очередного торпедозаряда без шаблонирования скважины досылкой холостой торпеды.

4.36. Перед вводом электродетонаторов в торпеды люди, принимавшие участие в заряжании, удаляются на безопасное расстояние и выставляются посты в соответствии с проектом гидромикроторпедировании. Расстояние от устья скважины до места вывода людей должно быть не менее 200 м.

4.37. При производстве взрывных работ мастером-взрывником подаются звуковые сигналы в соответствии с § 167 Единых правил безопасности при взрывных работах (М.: Недра, 1972).

4.38. С момента монтажа электровзрывной сети должны выполняться требования § 148, а перед подачей взрывного импульса - § 143 Единых правил безопасности при взрывных работах (М.: Недра, 1972).

4.39. С начала заряжания и до окончания взрывания в пределах опасной зоны, устанавливаемой проектом, запрещаются какие-либо работы, не связанные с подготовкой и производством взрыва.

4.40. В выработках, проводимых по пластам, опасным по взрыву пыли, перед каждым взрыванием должно производиться связывание отложившейся пыли путем орошения раствором смачивателя ДБ (концентрация 0,1-0,2%) на протяжении 50 м всех прилегающих выработок в обе стороны от устья скважины.

4.41. Патрон-боевик изготавливается только перед досылкой торпеды в скважину. В пределах скважины магистральные провода не должны иметь сростков. За пределами скважины допускаются сростки магистральных проводов, но не более одного на 100 м провода.

4.42. Запрещается досылка торпеды в скважину при отсутствии резинового или деревянного наконечника на конце досылочной штанги, соприкасающейся с торпедой.

4.43. После взрывания торпедозаряда и проветривания, но не ранее, чем через 30 мин, место взрыва должно быть осмотрено руководителем работ и мастером-взрывником, после чего руководитель работ дает разрешение на допуск людей к месту взрыва.

4.44. При производстве работ в устье скважичы (замена противоударной приставки или фланцев) запрещается нахождение рабочих напротив скважины.

4.45. Требования техники безопасности при бурении скважин выполнять в соответствии с пп. 3.39-3.43.

4.46. Перед началом работ лица, занятые на гидрообработке кровли, обязаны проверить исправность высоконапорной установки, гидрозатворов и вентилей, магистрального и переносного трубопроводов, измерительных приборов путем наружного осмотра и опробования под нагрузкой.

Гибкие и металлические трубопроводы, а также их соединения должны выдержать давление в 1,5 раза превышающее давление гидроразрыва.

4.47. При обнаружении любой неисправности в высоконапорном оборудовании (в установке, трубопроводах, арматуре) высоконапорная установка немедленно отключается до ее устранения.

4.48. Каждая высоконапорная установка должна иметь предохранительный клапан и манометр. Запрещается нагнетание воды без контрольно-измерительной аппаратуры.

4.49. Крепь сопряжения выработки с нишей, а также крепь в районе устья скважины усиливаются.

4.50. После начала работ по гидрообработке пребывание людей в нише у устья скважины запрещается, для чего вывешивается предупредительный плакат.

4.51. При производстве гидроразрыва пород кровли из очистного забоя с индивидуальной крепью люди выводятся на штрек.

4.52. Каждый отказ следует ликвидировать в присутствии руководителя работ в следующем порядке:

- слить воду из скважины;
- снять противоударную приставку;
- осуществить ликвидацию отказавшего торпедозаряда торпедой-ликвидатором, доставка и взрывание которой производится так же, как обычного торпедозаряда;
- сведения о каждом отказе и его ликвидации сообщить главному инженеру шахты и зарегистрировать в журнале для записи отказов.

Проектно-техническая документация

4.53. Работы по гидромикроторпедированию ведутся по проекту, разработанному шахтой в соотвествии с требованиями настоящей Инструкции, согласованному с бассейновым НИИ и утвержденному техническим директором производственного объединения.

4.54. В проекте гидромикроторпедирования должны содержаться следующие сведения:

а. Горногеологическая характеристика угольного пласта и вмещающих пород на выемочном участке (подробности по п. 3.66, а). Особенно тщательно должны быть изучены местоположения и механические свойства контактов и прослоев труднообрушающихся пород кровли в соответствии с прил. 3.

б. Схема подготовки, система разработки и схема проветривания выемочного участка.

в. Технико-экономическое обоснование выбора способа разупрочнения с расчетом ожидаемого экономического эффекта.

г. Выбор схемы расположения и параметров заложения скважин.

д. Порядок и средства бурения скважин. Контроль направленности скважин.

е. Места заложения, конструкция, масса, порядок и средства досылки и взрывания торпедозарядов.

ж. Средства герметизации и высоконапорного нагнетания воды в скважины.

з. Размеры зон и параметры гидрообработки.

и. Технологическая схема ведения работ по гидромикроторпедированию.

к. Контроль за результатами гидромикроторпедирования кровли.

л. Меры обеспечения безопасности по видам работ: бурению, герметизации, высоконапорному нагнетанию и гидроразрыву, подготовке выработок, заряжанию, взрыванию и ликвидации отказов.

4.55. Непосредственное руководство работами по гидромикроторпедированию возлагается на лицо технического надзора по должности не ниже начальника участка.

5. ПРИНУДИТЕЛЬНАЯ ПЕРВИЧНАЯ ПОСАДКА ТЯЖЕЛОЙ КРОВЛИ ВЗРЫВАНИЕМ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ

Параметры заложения скважин и зарядов

5.1. Высоту заложения верхнего торца заряда полагается определять по линии наименьшего сопротивления (ЛНС) в зависимости от прочности пород.

Для пород с крепостью 10-15 по шкале М. М. Протодьяконова линия наименьшего сопротивления равна 10 м.

5.2. Количество скважин в вертикальной плоскости, пробуренных из одного штрека: для пород с прочностью при сжатии до 80 МПа следует закладывать одну (одноярусная схема), для пород с прочностью при сжатии более 80 МПа - две (двухъярусная схема).

5.3. Расстояние от целика до оси скважин следует принимать не более 10 м.

5.4. Расстояние от крепи до оси скважины полагается принимать равным 10 м.

5.5. При односторонней схеме расположения скважин длину их $l_{скв}$ следует принимать такой, чтобы расстояние от проекции верхнего торца заряда на пласт до подготовительной выработки, в сторону которой пробурена скважина, было равно 10 м.

5.6 При двухсторонней схеме расположения скважин длину их необходимо принимать такой, чтобы расстояние между забоями встречных скважин было равно 5-10 м.

5.7. Диаметр скважины следует принимать на 25 мм больше диаметра заряда.

5.8. Длину забойки полагается принимать не менее 5 м.

5.9. Длина заряда $l_{зар}$ определяется проектом.

5.10. Масса заряда определяется из выражения:

$$Q = q \cdot l_{зар}, \qquad (16)$$

где q - масса ВВ на 1 м погонной длины заряда, кг.

Бурение скважин

5.11. Бурение скважин производится станками вращательного бурения, указанными в прил. 4.

Для проведения буровых работ и размещения оборудования в действующих выработках по мере необходимости разделываются ниши или камеры с размерами, обеспечивающими требуемые зазоры между станком и стенками выработки, в соответствии с §§ 38, 39 Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах (М.: Недра, 1976).

Место заложения скважин и их параметры задаются геолого-маркшейдерской службой шахты в соответствии с проектом.

Контроль за кривизной скважины и превышением ее забоя над угольным пластом следует производить в соответствии с прил. 2.

Заряжание скважин

5.12. Заряжание скважин следует производить патронированными ВВ, торпедозарядами или монозарядами в соответствии с пп. 3.16-3.27 настоящей Инструкции.

При заряжании скважин полагается выполнять требования пп. 3.16-3.27 и Единых правил безопасности при ведении взрывных работ для шахт, не опасных по газу и пыли.

Забойка скважин

5.13. Забойку скважин следует производить глиной на длину от устья не менее 5 м с забивкой деревянной пробки или, в зависимости от конструкции заряда и способа заряжания скважины, в соответствии с пп. 3.28-3.34, выполняя требования для шахт, не опасных по газу и пыли.

Мероприятия по обеспечению безопасности работ

5.14. Способ принудительной первичной посадки кровли взрыванием скважинных зарядов допускается к применению только на шахтах, не опасных по газу и пыли.

5.15. Меры по обеспечению безопасности работ принимать в соответствии с пп. 3.35-3.43; 3.44-3.51, выполняя требования для шахт, не опасных по газу и пыли, 3.54-3.61; 3.64.

Дополнительно перед взрыванием следует выполнить следующее:

- загрузить конвейер в лаве углем;
- создать в лаве минимальную ширину призабойного пространства;
- завести выемочную машину в концевую часть лавы.

Проектно-техническая документация

5.16. Работы по принудительному обрушению кровли ведутся по проекту, разработанному шахтой в соответствии с требованиями

настоящей Инструкции, утвержденному главным инженером шахты, согласованному с бассейновым НИИ, округом Госгортехнадзора СССР и управлением буро-взрывных работ.

5.17. Проект принудительного обрушения кровли должен разрабатываться в соответствии с п. 3.66.

5.18. Непосредственное руководство работами по принудительной посадке кровли взрыванием скважинных зарядов возлагается на лицо технического надзора по должности не ниже начальника участка.

6. ПРИНУДИТЕЛЬНОЕ ОБРУШЕНИЕ КРОВЛИ ВЗРЫВАНИЕМ ШПУРОВЫХ ЗАРЯДОВ

Параметры заложения шпуров

6.1. Расстояние от целика до первого ряда шпуров принимать равным 2-3 м.

6.2. Расстояние от целика до второго ряда шпуров принимать равным половине величины естественного первого предельного пролета кровли. Дальнейшее заложение рядов шпуров производить, исходя из характера обрушения кровли.

6.3. Расстояние между шпурами в ряду принимать равным 2 м.

6.4. Угол возвышения шпуров принимать равным 60-65°.

6.5. Длину шпуров принимать равной 2-3 вынимаемым мощностям угольного пласта, но не менее 2,0 м.

6.6. Для контроля за обрушением кровли в выработанном пространстве оставлять деревянные стойки из расчета одна стойка на 10 м^2 поддерживаемой кровли.

6.7. Диаметр шпуров принимать равным 42-50 мм.

6.8. Масса заряда шпура определяется из выражения

$$Q = q \quad l_{зар}, \text{ кг}, \qquad (17)$$

где q - масса ВВ на 1 м заряда, кг; l - длина заряда, м.

6.9. Бурение шпуров производится в призабойном пространстве под защитой крепи.

6.10. Для бурения шпуров следует использовать серийно выпускаемые средства бурения при условии их свободного размещения в лаве. Угол возвышения шпуров нужно замерять шаблоном или угломером.

6.11. Для бурения глубоких шпуров следует применять составные штанги из витой стали. Длина звеньев штанги для соответствующей мощности пласта приведены в табл. 4.

Таблица 4

Вынимаемая мощность пласта, м	0,5	0,75	1	1,25	1,5
Длина вспомогательной штанги, м	0,3	0,5	-	-	-
Длина звена основной штанги, м	0,6	0,8	0,85	1	1,2

6.12. Переноску спецкрепи можно производить только после завершения бурения шпуров.

Заряжание шпуров

6. 13. Заряжание шпуров следует производить после их выхода за крепь на 0,2 - 0,3 м в выходные дни или специально отведенные для этого смены.

6.14. Перед заряжанием шпуры должны быть проверены на проходимость заряда шаблоном, диаметр которого равен диаметру патрона.

6.15. Заряжание шпуров патронированным ВВ следует производить вручную колонками из нескольких патронов с досылкой их при помощи составных забойников из дерева, пластмассы или легких металлов, не дающих искры. Патрон-боевик вводить последним.

6.16. Длина забойки должна быть не менее 0,5 м.

6.17. Для забойки применяются смесь глины с песком или полиэтиленовые ампулы, наполненные водой, с глиняной забойкой устья шпура.

6.18. При выделении метана на участке более 10 м^3 на тонну суточной добычи следует применять ВВ только У класса.

При выделении метана менее 10 м^3 на тонну суточной добычи и на пластах, не опасных по взрыву газа, но опасных по взрыву угольной пыли, следует применять ВВ 1У класса.

В трещиноватых и расслаивающихся породах на пластах, опасных по газу и пыли, независимо от количества выделяющегося газа должны применяться ВВ не ниже У класса.

6.19. Инициирование предохранительных ВВ разрешается производить только электродетонаторами мгновенного и короткозамедленного действия со временем замедления не более 195 мс.

6.20. При отсутствии выделения метана на отрабатываемом участке пласта, а также на пластах, не опасных по взрыву угольной пыли, разрешается применять непредохранительные ВВ П класса. Инициирование ВВ в этом случае может производиться электродетонаторами мгновенного, короткозамедленного и замедленного действия.

Мероприятия по обеспечению безопасности работ

6.21. Требования по обеспечению безопасности при бурении шпуров:

а. Запрещается работать с электросверлом при отсутствии заземления и реле утечки с автоматическим отключением поврежденной сети.

б. До начала работ бурильщик должен быть информирован о состоянии кровли и крепи в призабойном пространстве и проинструктирован по безопасным приемам буровых работ в конкретных условиях.

Если крепь неисправна, ее следует восстановить, обобрать нависшие куски породы, очистить почву в местах установки приспособления для подачи сверла. Перед бурением необходимо проверить состояние штанг, кабеля и опробовать сверло на холостом ходу.

в. Бурить шпуры следует в строгом соответствии с паспортом буровзрывных работ.

г. Наращивание составных штанг полагается производить при полной остановке сверла.

д. Во время работы бурильщик должен пользоваться предохранительными очками и респиратором.

е. Запрещается разбирать электросверло или пневмосверло на рабочем месте, вставлять или направлять бур руками во время ра-

боты сверла, придерживать бур рукой при его заклинивании, пользоваться составной штангой в качестве лома, включать сверло посторонним лицам, бурить шпуры без буродержателя, допускать свисание концов одежды во избежание захвата их движущимися частями инструмента.

ж. При переноске электросверло следует держать за изолированные ручки.

з. При переноске штанг по выработке, оборудованной контактной сетью, нельзя касаться контактного провода штангами.

6.22. Требования по обеспечению безопасности при взрывных работах:

а. Перед заряжанием все люди, не занятые заряжанием и взрыванием, удаляются в безопасное место и выставляются посты в соответствии с паспортом БВР.

б. С момента начала монтажа электровзрывной сети оборудование и кабели обесточиваются в соответствии с требованиями § 148 Единых правил безопасности при взрывных работах (М.: Недра, 1972).

в. После заряжания и забойки всех шпуров, взрываемых одновременно, мастер-взрывник соединяет между собой участковые провода и подсоединяет их к магистральным.

г. Перед заряжанием шпуров и непосредственно перед взрыванием в лаве и штреках производится замер концентрации метана переносными приборами контроля содержания метана (сигнализаторами содержания метана). На шахтах Ш категории и выше по метану мастер-взрывник должен иметь сигнализатор метана СМС-1.

На пластах, опасных по взрыву пыли, перед каждым взрыванием необходимо производить связывание отложившейся пыли в очистном забое и в штреках орошением раствором смачивателя ДБ (концентрация 0,1-0,2%) на протяжении 50 м в каждом направлении от границ участка, на котором производится взрывание.

д. Место, из которого производится инициирование зарядов, устанавливается паспортом БВР и не должно располагаться вблизи канатов, цепей, трубопроводов и кабелей.

е. При обнаружении отказа его ликвидация производится в соответствии с требованиями §§ 187, 188, 190, 193, 195 Единых правил безопасности при взрывных работах (М.: Недра, 1972).

Проектно-техническая документация

6.23. Принудительное обрушение кровли взрыванием шпуровых зарядов производится по паспорту, разработанному шахтой, утвержденному главным инженером шахты и согласованному с бассейновым НИИ.

6.24. Паспорт должен составляться в соответствии с требованиями § 164 Единых правил безопасности при взрывных работах (М.: Недра, 1972) и с требованиями настоящей Инструкции.

6.25. Непосредственное руководство буровзрывными работами возлагается на лицо технического надзора по должности не ниже начальника участка.

7. ВЗРЫВОГИДРООБРАБОТКА

Параметры заложения скважин и зарядов

7.1. Высота заложения нижнего торца заряда. Для создания защитной пачки над угольным пластом принимается равной 5 м.

7.2. Высота заложения верхнего торца заряда для обеспечения полного подбучивания труднообрушающихся слоев пород должна определяться по формуле:

$$h_{вт} = \frac{m}{K_р - 1}, \qquad (18)$$

где m - вынимаемая мощность пласта, м; $K_р$ - коэффициент разрыхления пород (при отсутствии сведений принимается равным 1,15).

7.3. Расстояние между скважинами следует определять по формуле:

$$a = 2r_т, \qquad (19)$$

где a - расстояние между скважинами, м; $r_т$ - радиус зоны трещинообразования, м.

Радиус зоны трещинообразования определяется в соответствии с прил. 1.

7.4. Угол разворота скважин относительно очистного забоя следует принимать равным 60-65°). Скважины направлять навстречу очистному забою.

7.5. Длина скважин при односторонней схеме расположения скважин должна приниматься такой, чтобы расстояние от проекции конца заряда на пласт до подготовительной выработки было не более 10 м.

При двухсторонней схеме расположения скважин их длину следует принимать такой, чтобы расстояние между концами зарядов встречных скважин составляло 5-10 м.

7.6. Количество скважин в вертикальной плоскости. Для разупрочнения кровли в пределах первого предельного пролета при любой прочности труднообрушающихся пород следует принимать двухъярусную схему заложения скважин.

Для разупрочнения при последующих обрушениях кровли при прочности труднообрушающихся пород до 80 МПа полагается применять одноярусную схему заложения скважин, а при прочности более 80 МПа - двухъярусную.

7.7. Диаметр скважин следует принимать равным не менее 42 мм.

7.8. Длину забойки следует принимать равной 30% длины скважины.

7.9. Масса заряда определяется по формуле:

$$Q = q \cdot l_{зар}, \qquad (20)$$

где Q - масса заряда в скважине, кг; q - масса ВВ на 1 м погонной длины заряда, кг/1 м; $l_{зар}$ - длина заряда, м.

7.10. Технология работ по взрывогидрообработке включает в себя:

- бурение скважин впереди забоя;
- очистку скважин от штыба и проверку их направления;
- заряжание и взрывание;
- герметизация скважин;
- нагнетание жидкости в скважины.

7.11. Бурение скважин производится колонковыми сверлами ЭБГ-1 или станками вращательного бурения ГП-1, БС-1М и др. Техническая характеристика станков приведена в прил. 4.

Места заложения и направление скважин задаются геолого-маркшейдерской службой в соответствии с проектом. Каждая скважина наносится на выкопировку из плана горных работ с указанием угла возвышения и длины.

Контроль за направленностью бурения осуществляется в соответствии с прил. 2. После бурения скважину необходимо промыть для очистки от штыба.

7.12. Заряжание скважин. К заряжанию следует приступать только после обязательной проверки чистоты скважины прогоном шаблона на всю ее длину. Заряжание скважин производится патронированным ВВ. Патрон-боевик вставляется в скважину последним. Для взрывания заряда полагается применять электродетонаторы мгновенного действия.

В качестве забойки применяются глина или полиэтиленовые ампулы, наполненные водой, с герметизацией устья скважины глиной.

После взрывания скважина разгерметизируется от глиняной забойки и герметизируется съемным герметизатором.

Техническая характеристика герметизаторов приведена в прил. 4.

7.13. Нагнетание жидкости производится от участкового трубопровода или насоса при давлении 1-1,5 МПа. Если при нагнетании вода протекает через герметизатор или проникает по трещинам в кровле, то давление сбрасывается и герметизатор переставляется глубже в скважину.

Воду в скважину следует нагнетать в течении 5-6 часов.

Мероприятия по обеспечению безопасности работ

7.14. Обеспечение безопасности работ следует производить в соответствии с пп. 3.35-3.43; 3.46; 3.47; 3.49; 3.51; 3.52; 3.54-3.64.

Проектно-техническая документация

7.15. Взрывогидрообработка пород кровли производится по проекту, разработанному шахтой в соответствии с требованиями настоящей Инструкции, утвержденному главным инженером шахты, согласованному с бассейновым НИИ, округом Госгортехнадзора СССР и местным управлением буро-взрывных работ (ПЭУ БВР).

7.16. Проект взрывогидрообработки кровли должен разрабатываться в соответствии с п. 3.65-3.68.

7.17. Непосредственное руководство работами по взрывогидрообработке возлагается на лицо технического надзора по должности не ниже начальника участка.

ПРИЛОЖЕНИЯ

РАСЧЕТ РАДИУСА ЗОНЫ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ (ВНИМИ, КНИУИ, Востнии, Печорниипроект)

Расчет радиуса зоны трещинообразования при передовом торпедировании

При взрыве под воздействием взрывной волны по нормали к ее фронту происходит сжатие среды, а по касательной - растяжение. Вследствие того, что горные породы значительно легче разрушаются под действием растягивающих напряжений, чем сжимающих, в массиве горных пород, как в безграничной среде, при взрыве зарядов образуются радиальные трещины.

Зона трещинообразования определяется диаметром и величиной заряда, типом ВВ, способом инициирования, конструкцией скважинного заряда, физико-механическими свойствами среды и т. д. Радиус зоны трещинообразования зависит от физико-механических свойств, упругих характеристик пород и параметров волны напряжения.

При взрыве цилиндрического заряда в сплошной упругой изотропной однородной среде в условиях гидростатического напряженного состояния образуется цилиндрическая область, пораженная радиальными трещинами. Последние вызываются тангенциальными растягивающими напряжениями τ_{max}. Величина τ_{max} на расстоянии радиуса зоны трещинообразования может быть определена из следующего эмпирического выражения:

$$\tau_{max} = \frac{\mu}{1-\mu} \frac{\gamma C_p^м}{g} \left(\frac{0{,}41\, r_э}{r_т} + \frac{296{,}6\, r_э^2}{r_т} + \frac{1240\, r_э^3}{r_т} \right), \quad (21)$$

где μ - коэффициент Пуассона; γ - объемный вес породы, Н/см^3; $C_p^м$ - скорость продольной волны в массиве, см/с; $g = 981$ см/с - ускорение силы тяжести; $r_э$ - радиус заряда, см; $\frac{\gamma \cdot C_p^м}{g} = 6 - 15$ Н с/см^3 - акустическая жесткость.

Условие образования радиальной трещины:

$$\tau_{max} \geqslant \sigma_p^м + \gamma H = \sigma_p^н, \quad (22)$$

где $\sigma_p^м$ - предел прочности на растяжение породы в ненапряженном массиве, МПа; H - глубина разработки; м; γ - объемный вес пород, Мн/см^3; $\sigma_p^н$ - суммарное сопротивление пород растяжению в массиве, обусловленное прочностью породы и напряжениями сжатия, МПа.

В твердых горных породах на умеренных глубинах боковые напряжения составляют только часть гидростатических и определяются

через коэффициент Пуассона. Поэтому на площадках, параллельных наибольшим сжимающим напряжениям, сопротивление пород растяжению меньше. Для этих площадок условие предельного равновесия записывается в виде:

$$\tau_{max} \geqslant \sigma_p^м + \frac{\mu}{1-\mu}\gamma H = \sigma_p^н , \qquad (23)$$

где μ – коэффициент Пуассона.

Для практического использования выражений (21) – (23) построена номограмма (рис. 35) для следующих значений переменных: γ = 0,02 – 0,09 Н/см³; акустическая жесткость $\frac{\gamma C_p^м}{g}$ = 6 – 15 Н с/см³; $\sigma_p^н = \sigma_p^м$ (γH или $\frac{\mu}{1-\mu}\gamma H$) = 2,5 – 120 МПа; μ = 0,22 – 0,25; радиус заряда $r_з$ = 1,8 – 3 см.

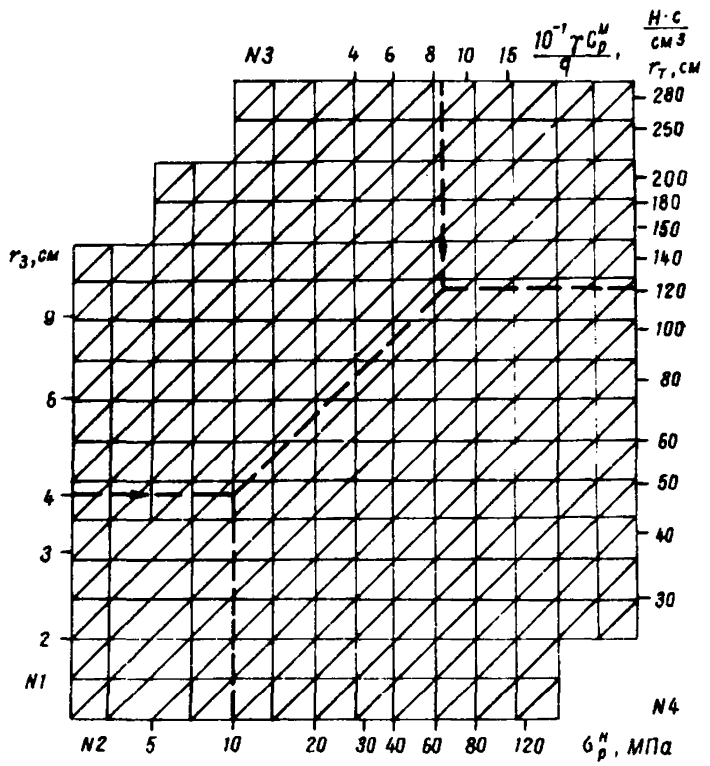


Рис. 35. Номограмма для определения радиуса зоны трещинообразования

Акустической жесткостью среды называется произведение плотности на скорость прохождения упругой продольной волны. Плотность количество массы в единице объема. При построении номограммы плотность определена как частное от деления объемного веса на ускорение силы тяжести (g = 981 см/с).

Имеются источники, в которых плотность в кг/см^3 (в единицах массы) принимается численно равной объемному весу в Н/см^3 или кгс/см^3 (в единицах силы). В таких источниках акустическая жесткость количественно в 100 или 1000 раз больше, чем это принято при построении номограммы. Это надо иметь в виду при использовании таких источников.

В выражении (21) и на номограмме $r_т$ – радиус зоны трещинообразования. Из выражения (23) следует, что при прочих равных условиях зона трещинообразования не должна быть цилиндрической, так как на площадках, перпендикулярных боковым напряжениям, сопротивление растяжению меньше, поэтому радиус зоны трещинообразования в плоскости этих площадок будет больше.

Для примера (табл. 5) приведены показатели свойств песчаников в Карагандинском бассейне.

Номограмма построена на основании экспериментальных данных, полученных при взрывании аммонита Т-19. Если применяется аммонит № 6-ЖВ или победит ВП-4, то радиус трещинообразования, определенный по номограмме, следует умножить на коэффициент, равный соответственно 1,10 и 1,14.

Номограмма состоит из двух вертикальных (№№ 1, 4) и двух горизонтальных (№№ 2,3) шкал, на которых в логарифмическом масштабе нанесены значения известных и искомой величин. Порядок определений искомой величины должен соответствовать порядку построения шкал, т. е. их нумерации (шкала 3 увеличена на номограмме в 10 раз).

Например, требуется определить величину радиуса зоны трещинообразования при взрывании победита ВП-4 в песчаниках при следующих условиях: радиус заряда – 4 см, сумма предела прочности породы на разрыв и сжимающих напряжений – 10 МПа, акустическая жесткость взрываемого массива – 9 Н с/см^3.

Р е ш е н и е

1. Из отметки 4 см шкалы № 1 ($r_з$) проводится горизонталь вправо.

2. Из отметки 10 МПа шкалы № 2 ($б^н_р$) проводится вертикаль вверх до пересечения с горизонталью.

3. Из отметки 9 Н с/см^3 ($\gamma C^м_р/g$) проводится вертикаль вниз.

4. Через точку пересечения горизонтали шкалы № 1 и вертикали шкалы № 2 проводится диагональ до пересечения с вертикалью шкалы № 3.

5. Из точки пересечения диагонали с вертикалью шкалы № 3 проводится горизонталь вправо до пересечения с вертикальной шкалой № 4. В точке пересечения читается значение искомой величины $r_т$ = 125 см – радиуса зоны трещинообразования.

6. Полученную величину необходимо умножить на ранее указанный поправочный коэффициент 1,14.

Таблица 5

Наименование породы	Объемный вес γ, Н/см^3	Скорость волны				Акустическая жесткость $\gamma C_p^м/g$, Н с/см	Модуль Юнга $E \cdot 10^{-4}$, МПа	Коэффициент Пуассона μ	Модуль сдвига $G \cdot 10^{-4}$ МПа	Прочность	
		продольной в стержне $C_p^{ст}$, м/с	продольной в массиве $C_p^м$, м/с	поперечной C_S, м/с	Рэлея C_R, м/с					на сжатие $\sigma_{сж}$, МПа	на растяжение $\sigma_р$, МПа
Песчаник основной кровли пласта А-7 шахты "Кировская"	0,0255	3670	3190	2050	1880	93,5	0,264	0,25	0,11	62,5	5,3
Песчаник основной кровли пласта К-7 шахты "Дубовская"	0,0258	3800	3500	2440	2060	98,0	0,316	0,22	0,13	55,2	4,9
Песчаник основной кровли пласта К-10 шахты "Дубовская"	0,024	3550	3250	2060	1890	85,2	0,254	0,24	0,1	54,8	4,4

Для определения радиуса зоны трещинообразования, как следует из выражения (21) и номограммы, необходимо знать прочность на растяжение в массиве. Как известно, испытания пород на разрыв в массиве не проводились в связи с очень большой трудоемкостью и технической сложностью. Поэтому о прочности горных пород можно судить лишь по косвенным данным с определенной долей допущений.

На основании имеющихся экспериментальных данных можно принять:

$$\sigma_p^м = (0,5 - 1,0)\,\sigma_p^о,$$

где $\sigma_p^о$ – прочность породы при растяжении в образце, МПа.

Осадочные горные породы обладают ярко выраженной анизотропией прочности при растяжении. Даже у однородных осадочных пород предел прочности при растяжении вдоль слоистости больше (на 10-20%) предела прочности при растяжении перпендикулярно слоистости. При наличии в породах слабых межслоевых контактов и прослоев эта разница увеличивается. Пределы прочности некоторых слабых контактов и прослоев при отрыве приведены в прил. 8. Следует иметь в виду, что в песчаниках, которыми преимущественно представлены слои тяжелых кровель, наименее прочные контакты (с зеркалами скольжения и углистыми прослоями) встречаются редко; чаще такими контактами является тонкая (темная) присыпка мелкого растительного детрита. Прочность контактов необходимо определять в соответствии с рекомендациями прил. 3.

Следовательно, на вертикальных площадках меньше напряжения сжатия, но больше прочность породы при растяжении; на горизонтальных площадках, совпадающих со слабыми контактами, меньше прочность породы при растяжении, но больше напряжения сжатия. Поэтому в среде с ярко выраженной анизотропией прочностных свойств область, пораженная радиальными трещинами, может быть вытянутой как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях.

Для выполнения предварительных расчетов пределы прочности при растяжении пород тяжелых кровель в массиве $\sigma_p^м$ следует принимать в два раза меньше, чем в образце $\sigma_p^о$. Пределы прочности пород при сжатии и растяжении тяжелых кровель некоторых угольных пластов имеются в Каталоге пологих угольных пластов с тяжелыми кровлями в угольных бассейнах СССР (Л.; 1981, ВНИМИ). Эти данные можно использовать только для предварительных расчетов. Окончательные расчеты необходимо производить по показателям механических свойств, определяемым для каждой конкретной кровли в соответствии с рекомендациями прил. 3.

Расчет радиуса зоны трещинообразования при гидромикроторпедировании

Радиус зоны трещинообразования определяется по формуле:

$$R_{тф} = R_{то} \cdot K_{н} \cdot K_{гд}, \qquad (24)$$

где $R_{тф}$ – фактический радиус зоны трещинообразования, м; $R_{то}$ – радиус первичной зоны трещинообразования, м; $K_{н}$ – коэффициент, учитывающий изменение радиуса зоны трещинообразования от напряженного состояния массива; $K_{гд}$ – коэффициент, учитывающий влияние гидродинамического эффекта.

Радиус первичной зоны трещинообразования определяется по номограмме (рис. 36) или по формуле Б. Н. Кутузова:

$$R_{то} = 21{,}54 \cdot K \sqrt[3]{\frac{Q}{\gamma}}, \qquad (25)$$

где Q – масса заряда, кг; γ – объемный вес, Н/м^3; K – экспериментальный коэффициент, K = 0,45.

$$K_{н} = \ell - \frac{\gamma H}{\sigma_{сж}}, \qquad (26)$$

где H – глубина работ, м; γ – объемный вес пород, МН/м^3; $\sigma_{сж}$ – прочность пород на сжатие, МПа; ℓ – основание натурального логарифма, ℓ = 2,71.

$$K_{гд} = \sqrt{n}\ \ell n \frac{r_{у}}{r_{с}}, \qquad (27)$$

где n – количество серий взрываний в скважине; $r_{с}$ – радиус скважины, м; $r_{у}$ – радиус увлажнения, м.

С достаточной для практических целей точностью величина фактического радиуса зоны трещинообразования может быть определена по номограмме (см. рис. 36), рассчитанной по зависимости (24).

Пример определения радиуса первичной зоны трещинообразования при гидромикроторпедировании.

Исходные данные:

H – глубина отработки, H = 300 м; $\sigma_{сж}$ – предел прочности труднообрушающихся пород на сжатие, $\sigma_{сж}$ = 60 МПа; Q – масса заряда, кг, Q = 5,0 кг; n – количество серий взрываний в скважине, n = 4; $\frac{r_{у}}{r_{с}}$ – отношение радиуса предварительного увлажнения к радиусу скважины, $\frac{r_{у}}{r_{с}}$ = 4.

Объемный вес пород γ, входящий в формулы (25) и (26), принят постоянным и равен 25000 Н/м^3 в формуле (25) и 0,025 МН/м^3 в формуле (26).

Расчетом по формулам (24), (25), (26) и (27) при перечисленных исходных данных радиус первичной зоны трещинообразования $R_{тф}$ = 1,1 м.

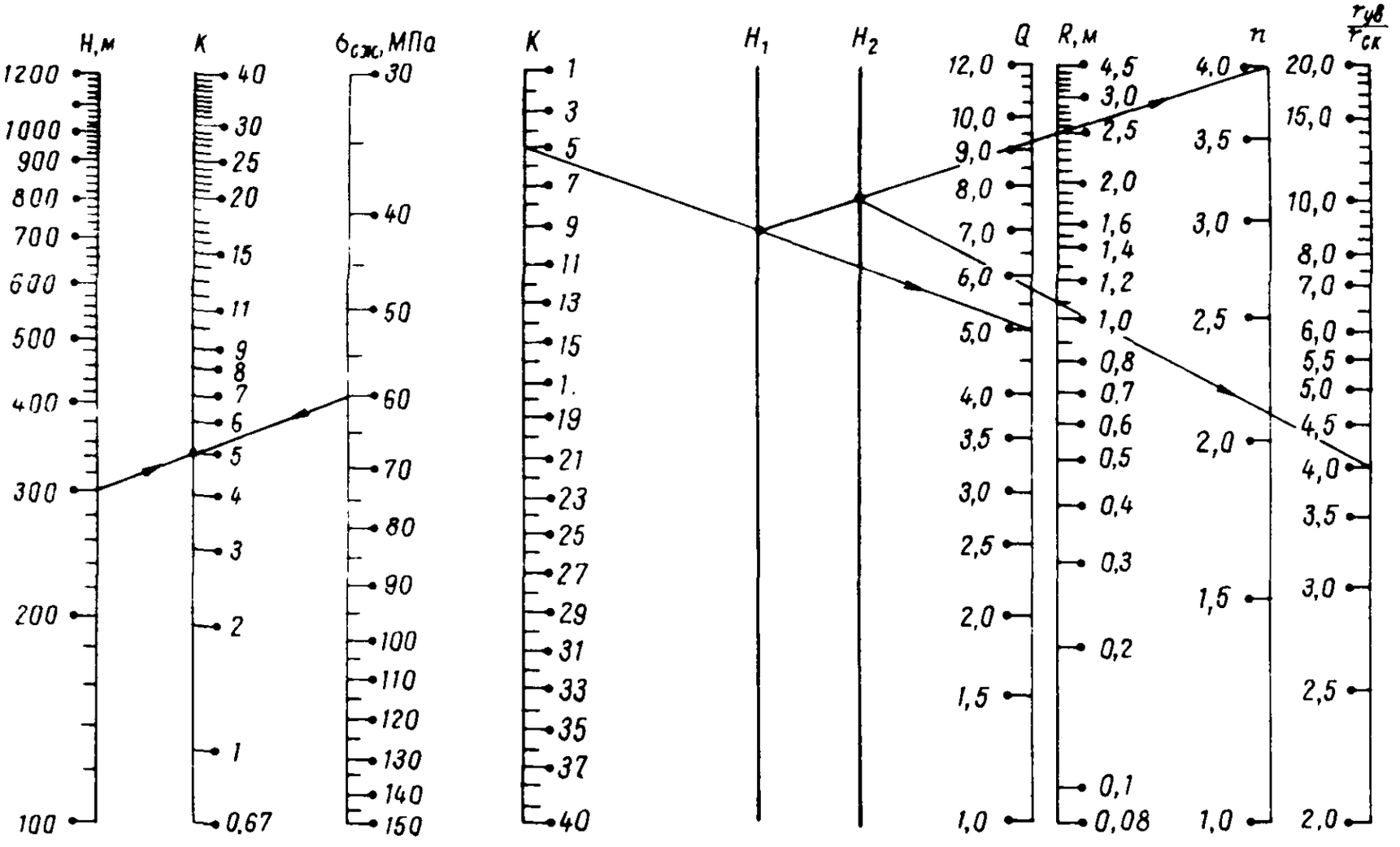


Рис. 36. Номограмма для определения радиуса зоны трещинообразования

По номограмме (см. рис. 36) по данным H и $\sigma_{сж}$ определяется K. По значениям K и Q находим точку на шкале H_1, из которой, проведя прямую на шкалу ν, получим точку на шкале H_2. При известном значении отношения $\frac{r_1}{r_t}$ и точки H_2 на шкале R получаем искомое значение фактического радиуса зоны трещинообразования, который составляет 1,1 м.

Приложение 2

КОНТРОЛЬ НАПРАВЛЕННОСТИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН (ВНИМИ, Печорниипроект, КНИУИ)

А. По гидростатическому давлению жидкости в буровом снаряде

Контроль за направленностью бурения скважин в вертикальной плоскости осуществляется по давлению жидкости в буровом снаряде при его извлечении. Для этого выбирают четыре–пять точек через равные интервалы длины по скважине и после укорачивания бурового снаряда в каждой точке производят измерение давления образцовыми манометрами (ОМ с пределами измерения 0,6 или 1 МПа, классов 0,25 или 0,4).

Схема измерения и переходник для подключения к скважине приведены на рис. 37, а. Технология производства замеров заключается в том, что по окончании или в процессе бурения скважины на последней штанге бурового снаряда ставится переходник 1 с вентилем 2 и муфтой 3 для манометра 4 (рис. 37, б). К муфте присоединяется шланг от высоконапорной установки, через который подается вода в буровой став 5 до появления ее в устье скважины, после чего производится снятие отсчета по манометру. Затем укорачивают буровой став на величину выбранного интервала и производят очередной замер. Эта операция повторяется до полного извлечения бурового снаряда из скважины. По данным манометрического измерения давления определяются превышения точек замеров над устьем скважины (0,1 МПа равен 10,33 м водяного столба). После этого методом профильных линий по углам наклона участков скважины строится ее профиль.

При значительных отклонениях фактического профиля от проектного необходимо откорректировать параметры заложения скважин.

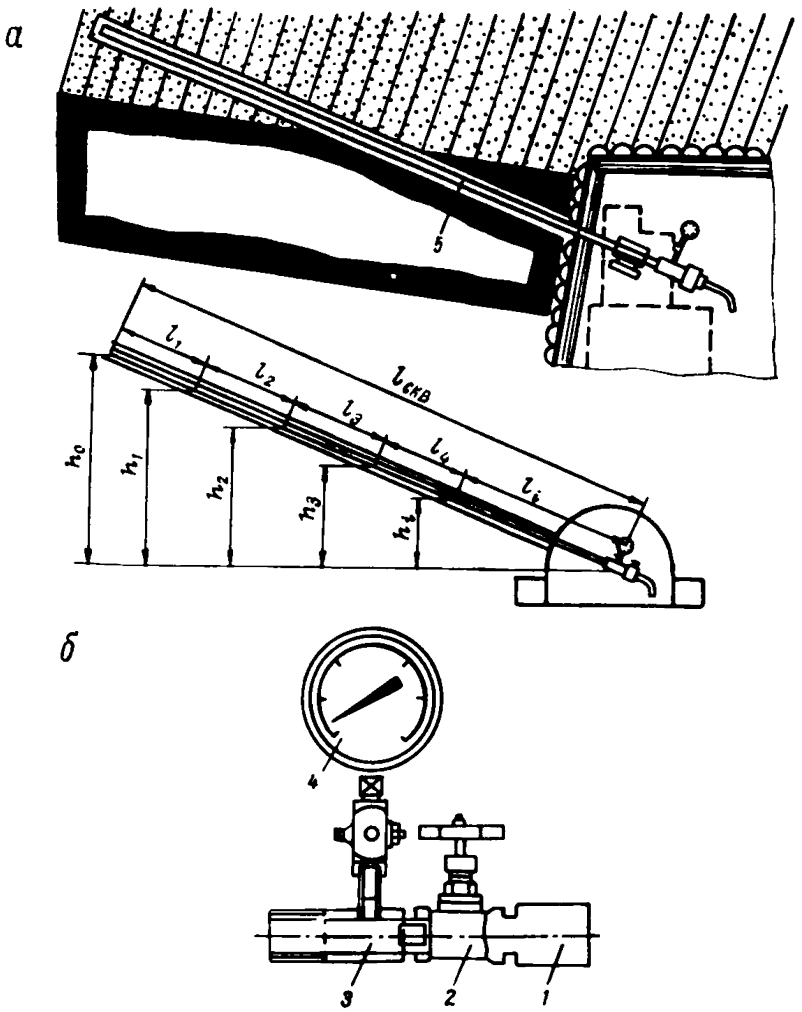


Рис. 37. Схема контроля направленности бурения скважин в вертикальной плоскости по давлению жидкости в буровом снаряде

Б. Инклинометром ИКС-55ш конструкции КНИУИ

Инклинометр позволяет производить съемку положения скважин в азимутальной и вертикальной плоскостях.

Положение скважины в азимутальной плоскости инклинометром ИКС-55ш определяется путем измерения углов между двумя частями инклинометра, имеющими равную длину. Это позволяет определить приращение координат в последующей точке по сравнению с предыдущей.

Угол наклона в вертикальной плоскости измеряется с помощью маятника. Углы в вертикальной и азимутальной плоскостях измеряются по изменению электрического сопротивления.

К инклинометру прилагается инструкция по эксплуатации, поэтому здесь приводится только его техническая характеристика.

Инклинометр может применяться в шахтах, опасных по взрыву газа и пыли. Досылка инклинометра в скважину производится буровым станком на буровом ставе.

Результаты съемки фактического положения скважин используются следующим образом. Сначала направление скважины задается в строгом соответствии с проектом. Затем производится съемка фактического положения скважины. В любых условиях будет обнаружено искривление скважины. Величины отклонения скважины от проектного положения в азимутальной и вертикальной плоскостях будут зависеть от конкретных условий: прочности пород, длины скважин, углов падения пластов пород, степени однородности состава, строения и прочности, углов наклона скважины, положения оси скважины относительно простирания пластов пород, состояния бурового инструмента, диаметра скважины и др. С учетом величин отклонения необходимо скорректировать задаваемое направление забуривания, т. е. ввести упреждение с таким расчетом, чтобы положение забоя скважины оказалось в проектном положении с точностью ± 5 м. После бурения второй скважины съемку повторить. Если отклонение превысит ± 5 м, то ввести еще раз соответствующее упреждение. Такая работа должна быть выполнена для всех групп скважин, отличающихся друг от друга длиной и направлениями забуривания. После этого при недостаточном количестве средств для съемки скважин можно бурить их по окончательно скорректированным направлениям забуривания. Но наиболее желательно производить съемку каждой скважины, так как по мере износа инструмента и в связи с изменчивостью состава, строения и прочности пород средние величины отклонения могут измениться.

Техническая характеристика инклинометра ИКС-55ш

Диапазон измерения, градус:
- углов наклона . . . . . -60 – +60
- приращения угла искривления в плоскости наклона . . . . . ±2,5

Точность измерения:
- угла наклона, градус . . . . . ±0,5
- приращения угла искривления в плоскости наклона, мин . . . . . ±1

Время измерения на одной точке, мин 1

Габариты скважинного снаряда, мм:
- диаметр 55
- длина 4600
Масса скважинного снаряда, кг 23
Максимальная длина исследуемых скважин, м 200

Приложение 3

ТРЕБОВАНИЯ К ИЗУЧЕННОСТИ СОСТАВА, СТРОЕНИЯ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЯЖЕЛЫХ КРОВЕЛЬ (ВНИМИ)

Нагрузочные свойства кровли, т. е. ожидаемые внешние активные нагрузки на крепи, зависят от суммарной мощности пачки слоев легкообрушающихся пород, толщины и шага обрушения труднообрушающихся слоев. Шаг обрушения зависит от толщины и прочности слоев. Эффективность предварительного разупрочнения пород передовым торпедированием и гидромикроторпедированием зависит от взаимного расположения скважин и естественной трещиноватости. Величина зоны трещинообразования при взрыве цилиндрического заряда в напряженной среде определяется прочностью и напряженностью среды, а также ее плотностью и скоростью прохождения в ней упругих волн. В связи с этим при изучении тяжелых кровель необходимо получить данные о толщине слоев, элементах залегания естественной трещиноватости, о прочности и плотности пород, о скорости продольной волны и коэффициенте проницаемости.

1. Толщина слоев труднообрушающихся пород зависит от наличия и взаимного расположения слабых контактов и прослоев. Поэтому необходимо производить доразведку кровли путем бурения скважин с извлечением керна.

Скважины для доразведки кровли по назначению следует делить на две группы: 1 - для уточнения наличия и мощности легкообрушаемых пород, залегающих непосредственно над угольным пластом (скважины бурятся только до труднообрушающейся породы); 2 - для определения положения слабых контактов и прослоев, элементов залегания систем естественной трещиноватости и механических свойств горных пород.

На месторождениях и участках с выдержанным составом и залеганием пород скважины бурятся из конвейерного или вентиляционного штрека через 300 м. При этом число скважин второй группы должно составлять 20% от общего числа, но не менее одной на выемочный столб. На участках с размывами и изменчивым составом пород скважины первой группы должны буриться через 100 м,

а второй – через 500 м. Сведения о строении и составе пород, полученные по керну скважин, распространяются на две соседние лавы, т. е, расстояние между скважинами по падению равно двукратной длине лавы.

Скважины второй группы надо бурить на всю мощность трудно-обрушающейся породы (но не менее десятикратной вынимаемой мощности угольного пласта) с извлечением керна по всей длине скважины. Для исключения истирания слабых контактов и обеспечения их сохранности, а также для определения элементов залегания естественной трещиноватости, скважины второй группы надо бурить с отклонением от нормали к напластованию на 15–30°.

Ослабление связей между слоями осадочных пород вызывается послойным скоплением в период осадконакопления на плоскостях напластования углистых прослоев, мелких и средних растительных остатков, присыпки мелкого растительного детрита, слюды, глинистых примазок и поверхностей скольжения. Огранический материал контактов и прослоев имеет более темный цвет, чем породы, поэтому на боковой поверхности керна они отчетливо видны невооруженным глазом. При описании керна необходимо осматривать и документировать торцевые поверхности отрезков керна, на которых легко отличить разломы керна по слабым контактам и прослоям от разломов без влияния контактов. При осмотре контактов на торцевых поверхностях необходимо определить тип контакта, вид поверхности, которые позволяют по аналогии (табл. 6 и 7) дать примерную оценку склонности к расслоению, и показателей прочности контактов.

2. При определении элементов залегания естественной трещиноватости самым простым и удобным является случай, когда породы кровли обнажены выработками (квершлаги, гезенки и др.), не закрепленными крепью. В этом случае элементы залегания трещиноватости измеряются компасом. При этом фиксируется азимут линии падения и угол падения, а также их интенсивность.

В тех случаях, когда породы кровли угольных пластов не обнажены горными выработками, сведения о трещиноватости могут быть получены только по керну скважин, пройденных из горных выработок (очистных, подготовительных и др.) в кровлю.

В связи с тем, что на участках со спокойным залеганием в осадочных породах типа песчаников, алевролитов и аргиллитов распространены в основном нормальносекущие системы трещиноватости с углом падения 70–90°, то для подсечения их скважиной угол отклонения последней от нормали к напластованию должен составлять около 30°.

Для подсечения всех систем трещин необходимо иметь четыре таких скважины: по восстанию, падению, простиранию и в противоположную простиранию сторону. На рис. 38 показана схема расположения скважин в плоскостях, секущих породы по линиям простирания (а) и падения (б), а также направление бурения скважин в плане (в). Ориентировка каждой из скважин фиксируется.

Таблица 6

Класс по расслаиваемости	Тип контактов	Характеристика контактов и прослоев	Склонность к расслоению
I	Зеркало скольжения	Зеркальная (блестящая), ровная	Легкорасслаивающиеся
	Углистые в аргиллитах и алевролитах	Гладкая или слабошероховатая, ровная	
II	Углистые в песчаниках	Шероховатая, зернистая, неровная	Средняя степень расслоения
	Растительные остатки в аргиллитах и алевролитах	Шероховатая, зернистая, неровная	
III	Растительные остатки в песчаниках	Шероховатая, зернистая, неровная	Труднорасслаивающиеся или нерасслаивающиеся
	Мелкий растительный детрит	Шероховатая, волнистая	

Таблица 7

Тип контактов и прослоев	Предел прочности при отрыве, кПа	Сцепление, кПа	Углы трения, градус
Зеркало скольжения	2-15	4-50	9-12
Углистый	2-200	5-300	18-20
Растительные остатки	2-300	75-1200	20-25
Мелкий растительный детрин	300-1500	1200-5000	25-30
Кальцитовый	500-1000	2000-4000	20-25

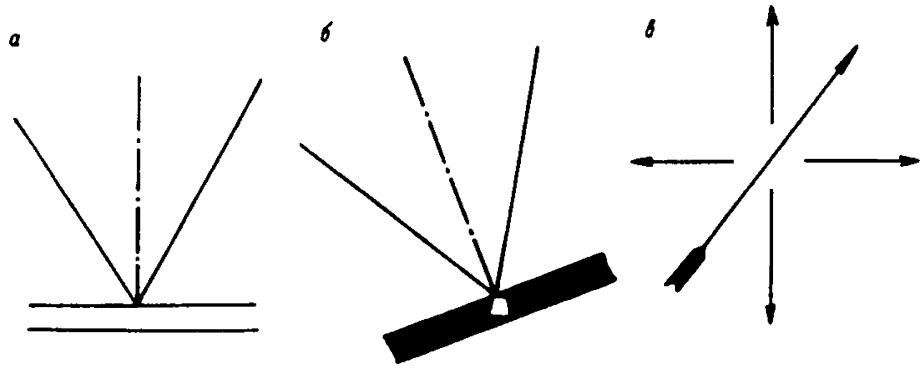


Рис. 38. Схемы заложения скважин для определения трещиноватости пород кровли

В угленосных породах плоскости напластования выражены очень четко и относительно их замеряются элементы залегания трещин. При любой ориентировке естественной трещиноватости четыре скважины, расположенные по приведенной схеме (см. рис. 38), неизбежно подсекут все возможные системы трещин и обеспечат получение надежных данных об элементах залегания и интенсивности той или иной системы трещиноватости. Определение элементов залегания трещин может производиться как при помощи горного компаса, так и специальными палетками. Бурение четырех скважин в каждом пункте сопряжено со значительными затратами. Поэтому рекомендуется по мере бурения скважин второй группы поочередно изменять направление их отклонения от нормали. Если условно по мере бурения придавать скважинам второй группы номера 1, 2, 3, 4 и т. д., то первую скважину необходимо пробурить в плоскости, секущей породы по линии подвигания забоя, и отклонить ее в направлении подвигания забоя. По керну таких скважин можно выявить наличие и интенсивность трещин, падающих на забой (от которых в сильной степени зависят проявления горного давления). Вторая скважина должна располагаться в той же плоскости и отклоняться от нормали в противоположную сторону. Третья и четвертая скважины должны располагаться в плоскости, секущей породы перпендикулярно линии подвигания с отклонением их от нормали в противоположные стороны. Скважины 5, 9, 13, 17 и т. д. должны располагаться аналогично первой; 6, 10, 14, 18 и т. д. - аналогично второй и т. п. При таком расположении скважин с течением времени будут получены данные для полной характеристики элементов залегания систем естественной трещиноватости. Системы естественной трещиноватости надо характеризовать азимутом линии падения, углом падения и интенсивностью. Под интенсивностью понимается количество трещин на 1 м погонной длины в направлении нормали к трещинам данной системы. Устойчивость и обрушаемость пород зависит от суммарной интенсивности всех систем. Рекомендуемое поочередное отклонение скважин от нормали к напластованию позво-

лит определить интенсивность каждой из систем, а, следовательно, и суммарный коэффициент интенсивности. Для более надежного определения интенсивности всех систем естественной трещиноватости желательно приближать угол отклонения скважин от нормали к 30°. В этом случае длина скважин в пределах пласта труднообрушающейся породы будет на 15% больше его мощности.

3. Наиболее важными прочностными характеристиками горных пород, позволяющими производить расчеты расслоения и разрушения кровель угольных пластов, являются пределы прочности при сжатии, растяжении, модуль упругости, коэффициент Пуассона, предел прочности при отрыве по ослабленным контактам и прослоям, а также величина сцепления и углы внутреннего трения по ним.

Определение предела прочности при отрыве по ослабленным контактам и массиву пород можно производить методом раскалывания прибором БП-29 (рис. 39). Прибор состоит из смонтированной на основании 6 рамы и гидроприбора 3 с ручным приводом от рукоятки 4. Для укладывания керна 7 прибор имеет подставку 5. Раскалывание керна производится соосными клиньями 8. Усилие раскалывания фиксируется по манометрам 1 и 2. Манометр 1 имеет предел измерения 0 - 1 МПа и при раскалывании по массиву породы перекрывается.

Определение сцепления и углов внутреннего трения по ослабленным контактам и прослоям производится приборами БП-29 и БП-34. Последний служит для создания осевого усилия, прилагаемого к торцам керна. Сдвигающее усилие создается прибором БП-29.

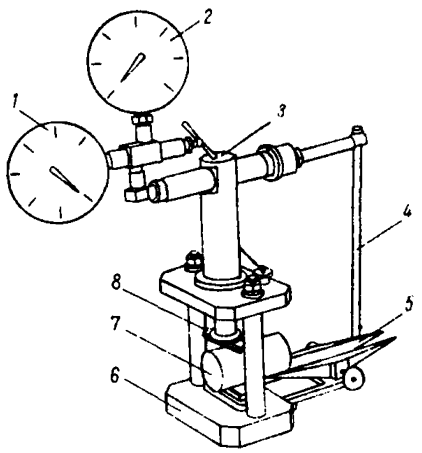


Рис. 39. Прибор для определения прочности пород на растяжение БП29

Техническая характеристика
БП-29

Усилие раскалывания, кН	45
Диаметр керна, мм	10-110
Минимальная длина керна	1,2 диаметра
Габариты, мм	375x320x440
Масса, кг	17,5

Прибор БП-34 (рис. 40) состоит из скобы 1, гидравлического прибора 10 и индикаторной стойки 5 для фиксации сдвижения одной части керна относительно другой. Керн 4 укладывается на

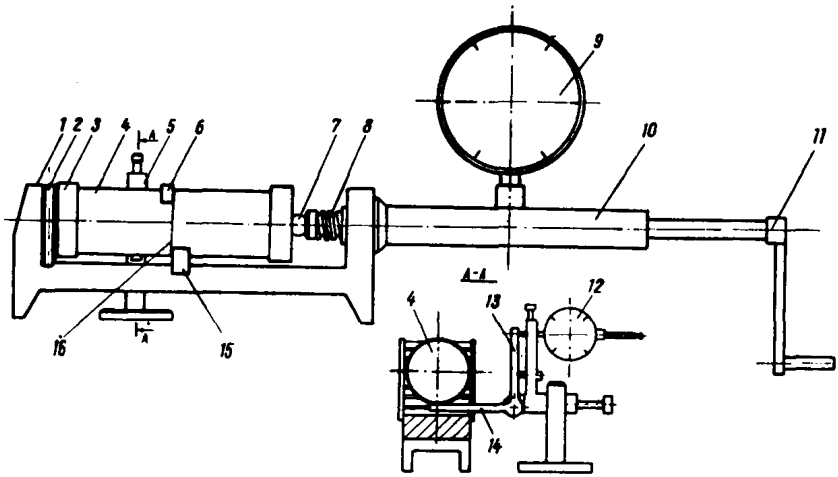


Рис. 40. Прибор для создания осевого усилия при определении сцепления и углов внутреннего трения БП-34

опору 15, на торцы надеваются стаканы 3. Между скобой и левым стаканом установлен каток 2 для исключения трения. В скобе керн фиксируется пинолью 8 через шарик 7.

Техническая характеристика прибора

Осевое усилие, кН	16
Длина керна, мм	70-200
Диаметр керна, мм	36, 56, 73, 111
Габариты, мм	350x80x200
Масса, кг	20

Определение прочности пород на одноосное сжатие производится на прессе БП-14 (рис. 41). Пресс состоит из рамы, включающей верхнюю 2 и нижнюю 6 опорные плиты и три штанги 4, опорных гаек 1 и гидроцилиндра 5. Образец 7 помещается между двумя зубчатыми накладками 3, что позволяет не производить шлифовку торцевых поверхностей.

Техническая характеристика пресса

Наибольшее усилие, кН	1030
Наибольшая высота образцов, мм	160
Высота зубцов, мм	0,45, 0,6, 1,0
Угол заострения зубцов, градус	60
Масса, кг	70

4. Скорость продольной волны определяется на специальных установках, которые здесь не описаны. Для определения радиуса зоны трещинообразования необходимо тщательно определять объемный вес пород γ.

Скорость продольных волн зависит от объемного веса (плотности) пород. При ориентировочных расчетах можно использовать следующие данные о скорости продольных волн $C_p^м$ и акустической жесткости А песчаников и известняков (табл. 8).

Величины скорости продольных волн характеризуются большим разбросом (более ±15%). Поэтому желательно каждый раз определять скорость для конкретных пород. Приведенные скорости получены при прохождении продольной волны вдоль слоистости.

По результатам доразведки кровли необходимо построить литологическую колонку пород кровли в масштабе 1:50 или 1:100 (табл. 9). На колонке и рядом

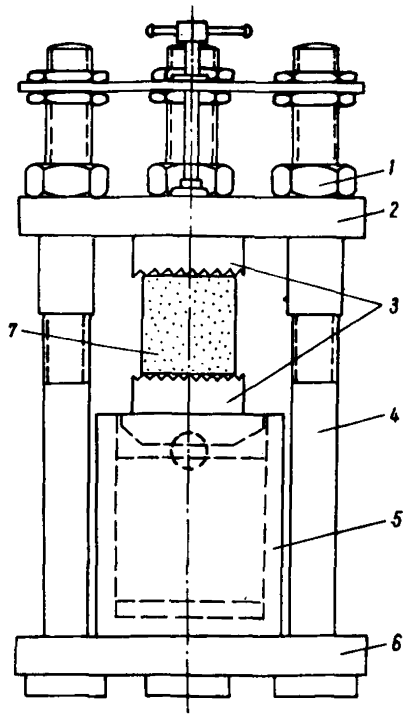


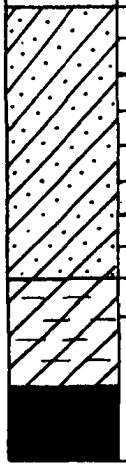
Рис. 41. Полевой пресс для определения прочности пород на сжатие БП-14

Таблица 8

γ x 10^4 Н/м^3	2	2,2	2,25	2,3	2,35	2,4
$C_p^м$, м/с	1600	1900	2100	2250	2500	2700
А, Н с/см^3	3,2	4,2	4,7	5,2	5,9	6,5
γ x 10^4 Н/м^3	2,45	2,5	2,55	2,6	2,65	2,7
$C_p^м$, м/с	2900	3400	3800	4400	5000	6000
А, Н с/см^3	7,1	8,5	9,7	11,54	13,21	16,21

Примечание: Акустическая жесткость А здесь дана в той же размерности, которая принята при построении номограммы в прил. 1.

Таблица 9

Строение кровли	Тип контактов	$\sigma_{сж}$	$\sigma_{р}^{\perp}$	$\sigma_{р}^{\parallel}$	E	μ	Элементы залегания трещин				$C_{р}^{м}$	γ
							Азимут линии падения	Угол падения	Интенсивность			
									системы	суммарная		
												

Примечания: —— зеркало скольжения; —×— углистый прослой; —○— растительные остатки; —●— мелкий растительный детрит

с ней должны быть приведены следующие данные:

- состав пород кровли,
- положение слабых контактов и прослоев,
- элементы залегания естественной трещиноватости,
- прочность пород при растяжении и сжатии,
- показатели прочности контактов,
- плотность пород,
- модуль упругости и коэффициент Пуассона.

В прил. 1 сказано, что при расчете радиуса зоны трещинообразования необходимо использовать предел прочности породы при растяжении в массиве, т. е. с учетом ослабления естественными дефектами. При наличии данных о суммарной интенсивности естественной трещиноватости $Э$ можно принимать $\sigma_{р}^{м} = \sigma_{р}^{о}$ при $Э < 3$ и $\sigma_{р}^{м} = 0{,}5\,\sigma_{р}^{о}$ при $Э > 3$. Эта рекомендация относится только к расчетам радиуса зоны трещинообразования вокруг взорванного цилиндрического заряда и не должна использоваться при расчетах на прочность слоев пород при изгибе и сколе.

Приложение 4

ПЕРЕЧЕНЬ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ БУРЕНИЯ И ГЕРМЕТИЗАЦИИ СКВАЖИН

(КНИУИ, Печорниипроект, Шахтниуи)

Для бурения скважин применяются станки типов СБГ-1м, НКР-100м и другие во взрывобезопасном исполнении.

Техническая характеристика бурового станка СБГ-1м

Диаметр скважин, мм	70; 100; 120; 240
Глубина бурения, м	300
Производительность при диаметре скважин 100 мм, м/ч по породе	6
Угол наклона скважин к горизонту, градус	0-180
Осевое усилие подачи, кН	45
Диаметр буровых штанг, мм	42; 50
Скорость вращения шпинделя, об/мин	199; 306; 5460
Минимальные размеры выработки, м	2,6х2,6
Ход шпинделя, мм	460

Скорость подачи, м/мин:
рабочая 0-2,7
маневровая 0-3,45
Мощность электродвигателя, кВт 15
Основные размеры, мм:
длина 1915
ширина 932
высота в транспортном положении 925
высота в рабочем положении 2025
Масса, кг 1950

Работа станка основана на вращательном бурении с принудительной водяной промывкой. Бурятся скважины коронками, армированными твердым сплавом или алмазом. Тяговая лебедка для перемещения расположена на станке.

Техническая характеристика бурового станка НКР-100м

Диаметр скважин, мм 105
Рабочее давление сжатого воздуха, МПа . . . 0,5
Расход воздуха, $м^3$/мин 6
Рабочее давление воды, МПа 1-1,2
Расход воды, л/мин 15-20
Подача – непрерывная автоматическая
Ход подачи, мм 365
Максимальное усилие подачи, кН 6
Скорость вращения става штанг, об/мин . . 76
Электродвигатель Ф-22-4Б
Диаметр штанги, мм 63
Рабочая длина штанги, мм 1200
Пневмоударник П-1-75
Основные размеры, м:
длина 1,5
ширина 0,65
высота 0,62
Масса станка, кг 360

Буровой агрегат состоит из бурового инструмента, распорной колонки, станка, ручной лебедки и электрооборудования. Станок устанавливается на распорной колонке и служит для вращения и подачи бурового инструмента. Электродвигатель станка включается магнитным пускателем.

При нажатии на кнопку управления сжатый воздух (при бурении пневмоударником) подводится от магистрали к буровому станку.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫСОКОНАПОРНЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК
(КНИУИ, Печорниипроект, Шахтниуи)

Тип установки	Рабочее давление, МПа	Производительность, л/мин	Мощность, кВт	Основные размеры, мм			Масса, кг	Изготовитель
				длина	ширина	высота		
УНВ-2	до 20	30	11	1940	840	730	783	Киселевский завод "Гормаш"
ИЗГО-1	до 20	20	7	1000	355	420	200	Ирпинский завод гидрооборудования
УГН	20-30	45-90	32	2000	860	1100	2630	Горловский машиностроительный завод им. С. М. Кирова
УН-2	10-20	3-6	1,2	-	-	-	55	Артемовский рудоремонтный завод ПО Ростовуголь
УН-35	30	35	17	1350	510	660	700	То же

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕРМЕТИЗАТОРОВ

Тип	Диаметр скважины, мм	Диаметр рукава, мм		Длина рукава, м	Рабочее давление, МПа	Глубина герметизации, м
		внутренний	наружный			
ГАС-60	60	25	45	5-10	15	до 15
ГАС-100	100	50	75	5-10	15	до 15

Бурение скважин для взрывогидрообработки проводится колонковыми электросверлами (электробур ЭБГ-1) или другим оборудованием (БСК-2В-100, БС-1м).

Техническая характеристика ЭБГ-1

Диаметр шпуров, мм 40-50
Скорость вращения шпинделя, об/мин . . 170-340
Максимальное усилие подачи, кН 16
Мощность электродвигателя часовая, кВт 3
Напряжение, В 380-660
Основные размеры, мм:
длина 1500
ширина 400
высота 370
масса, кг 110

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

Для измерения давления, развиваемого высоконапорной установкой, можно применять манометры ОБМГН 1-100 с пределом измерений 0 - 25 МПа и ОБМГН-160 с пределом измерений 0 - 25, 0 - 40 МПа.

В целях более точной фиксации перепадов давления необходимо применять самопишущие манометры с трубчатой пружиной типа МТС-7124.

Для регистрации расхода жидкости при нагнетании на низкой стороне при давлении до 1 МПа можно применить суммирующие счетчики холодной воды типа СХВК (ВКОС) Лихославльского завода "Светотехника".

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

	СХВК-1,6	СХВК-4	СХВК-6,3
Нормальный расход воды, $м^3/ч$	1,6	4	6,3
Пределы измерения, $м^3/ч$:			
верхний	3,2	8	12,6
нижний	0,15	0,35	0,5
Допустимая погрешность показаний, %	±2-5	±2-5	±2-5
Цена деления большой шкалы, $м^3$	0,001	0,001	0,001
Предел показания счетного механизма, $м^3$	10000	10000	10000
Условный проход (калибр)	20	20	20
Масса, кг	2,5	3,14	4,28

Для установки на высоконапорной сети (до 25 МПа) можно применить счетчики-расходомеры СРВД-15 и СРВД-20, изготавливаемые Кировобадским приборостроительным заводом.

Контроль за давлением и количеством воды в скважинах при взрывогидрообработке осуществляется с помощью счетчиков-расходомеров (СРВД-15, СРВД-20) или водомеров (ВК-5, ВК-10, ВК-20) и манометров.

Высоконапорные трубы и арматура

Для нагнетания жидкости в породный массив применяются стальные (Ст20А) высоконапорные бесшовные горячекатанные трубы по ГОСТу 8732-58 (табл. 10).

Ниппельные соединения и арматура поставляются в комплекте с установками УНВ-2 и УН-35.

Таблица 10

Внутренний диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Рабочее давление (при двукратном запасе прочности), МПа
19	3	30
17	4	43
22	3	25
20	4	37
26	3	23
24	4	30
32	3	17
30	4	20

Перечень необходимого оборудования на одну скважину длиной 60 м

Нагнетательный став с перфорацией, м 31
Обсадная труба диаметром 92 мм с перекрывающим фланцем, м 6–7
Тампонажная пробка, м 30
Тампонажное кольцо, шт 1
Муфта для соединения нагнетательных трубок, шт 10
Направляющие для нагнетательных трубок, шт. . . 20
Тампонажная трубка, шт 1
Высоконапорный вентиль, шт 1
Манометр для замера давления в скважине, шт . . 1
Высоконапорный шланг, м 60
Высоконапорная насосная установка, шт 1
Манометр для замера давления на высоконапрном блоке, шт 1
Низконапорный шланг, м 20
Фильтр, шт 1
Водорасходомер, шт 1
Пускатель, шт 1
Кнопочный пост, шт 1
Кабель для подключения высоконапорной установки, м 50

ЖУРНАЛ ПО НАГНЕТАНИЮ ЖИДКОСТИ
(Печорниипроект)

Номер скважины	Расстояние от забоя скважины до забоя лавы, м	Время работы насоса				Давление, МПа	Темп нагнетания, л/мин	Отсчет показаний расходомера, л		Всего закачано, л	Активные добавки, кг
		Дата	Начало нагнетания, ч, мин	Конец нагнетания, ч, мин	Продолжительность нагнетания, мин			начальный	конечный		
1	98	5.02.75 г.	10-30	10-40	10	2,5-14	5,5	1845	1900	55	2
2	80		10-45	10-55	10	3,5-12	6	1900	1960	60	2
1			11-20	11-21	1	10-14	5	1960	1965	5	-
2			11-43	11-44	1	8-12	5	1965	1970	5	-

Подпись ответственного по гидрообработке

ЖУРНАЛ ПО ВЗРЫВАНИЮ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ (ВНИМИ, КНИУИ)

Производственное объединение _____

Шахта _____

Пласт _____

Лава _____

Номер скважины	Расстояние от устья скважины до забоя на момент взрыва, м	Превышение в вертикальной плоскости точек скважины над пластом, м			$l_{скв}$, м		$l_{заб}$, м	$l_{зар}$, м	Масса взорванного ВВ, кг	Примечание
		в начале заряда, $h_{нт}$	посредине длины скважины	в конце заряда, $h_{вт}$	проектная	фактическая				

Главный технолог шахты
Ответственный за взрывание
Начальник ВТБ

Приложение 7

ЖУРНАЛ ПО УЧЕТУ ПЕРВЫХ И ПОСЛЕДУЮЩИХ АВАРИЙНЫХ ОБРУШЕНИЙ ТЯЖЕЛОЙ КРОВЛИ

Производственное объединение _____

Шахта _____

Начат _____ 198 г.

Окончен _____ 198 г.

Дата	Наименование, индекс пласта, номер лавы, мощность, угол падения пласта, длина лавы, глубина работ, тип крепи	Состав и строение пород кровли до высоты 10-кратной вынимаемой мощности пласта	Сведения об обрушениях		Подписи начальника выемочного участка и главного инженера шахты
			Первое, последующее, отход от разрезной печи, размеры блоков	Полный или частичный завал лавы, протяженность участка завала, количество опрокинутых или деформированных секций крепи, воздушный удар, продолжительность простоя очистного забоя, снижение добычи угля и убытки	

Примечание. Журнал ведет начальник выемочного участка.

РАСЧЕТЫ РАЗРУШЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ КРОВЕЛЬ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ (ВНИМИ)

Разрушения мощных прочных пластов пород, которыми представлены тяжелые кровли, развиваются последовательно по мере изменения напряженного состояния, зависящего в основном от положения рассматриваемого участка относительно очистного забоя. Можно выделить два принципиально различных варианта последовательности разрушений.

Первый вариант характерен для больших глубин разработки. Первичные разрушения в кровле происходят в зоне опорного давления в виде образования сдвиговых трещин, которые ослабляют пласт породы и по которым уже впереди забоя происходит разделение кровли на блоки. По мере обнажения кровли, состоящей из блоков, первое и последующие обрушения ее определяются в основном силами распора между блоками и прочностью на сжатие.

При втором варианте первичное разрушение происходит в виде расслоения, т. е. разрушения связей по ослабленным контактам и прослоям, в результате чего породный пласт разделяется на слои. Первые разрушения слоев происходят от изгиба при отходе забоя от разрезной печи на расстояния, равные их первым предельным пролетам. Последующие разрушения консольно зависающих слоев кровли могут происходить либо от скола с разделением на сравнительно короткие блоки, либо от изгиба на сравнительно длинные блоки, либо от расслоения с последующим разрушением на блоки.

Таким образом, первичное разрушение тяжелой кровли, определяющее характер последующих разрушений по мере подвигания очистного забоя, возможно либо в зоне опорного давления от сдвига, либо, если в зоне опорного давления предельные состояния пород не наступают, в виде расслоения породных пластов на слои.

1. Оценку возможности разрушения тяжелой кровли в зоне опорного давления можно сделать по неравенствам (29), выведенным с допущениями о прямолинейности паспорта прочности пород и равенства (28):

$$\lambda = \frac{\mu}{1 - \mu}, \qquad (28)$$

$$K\gamma H(1 - 2\mu - \sin\rho) \geqslant 2C^{M}\cos\rho(1 - \mu), \qquad (29)$$

$$K\gamma H(1 - 2\lambda - \sin\rho) \geqslant 2\sigma_{c}^{M}(1 - \sin\rho),$$

где $\sigma_{c}^{M} = (0{,}3 - 0{,}5)\sigma_{c}^{o}$ – прочность породы при одноосном сжатии в массиве, МПа; σ_{c}^{o} – прочность породы при одноосном сжатии

в образце, МПа; H – глубина залегания пласта тяжелой кровли, м; γ – средний объемный вес пород, МН/м^3; K – коэффициент концентрации напряжений в зоне опорного давления, равный 2–3; ρ – угол внутреннего трения породы, градус; μ – коэффициент поперечной деформации; $C^M = (0,3 - 0,5)C^O$ – коэффициент сцепления породы в массиве, МПа; C^O – коэффициент сцепления породы в образце, МПа.

2. Прогноз первичного расслоения кровли конкретного составе и строения основан на том, что процесс расслоения до первого обрушения кровли развивается последовательно снизу вверх. Если расслоение произошло по какому-то контакту, и в результате этого из толщи пород выделился слой, содержащий ослабленные контакты и прослои, то по ним расслоение не произойдет, вследствие перераспределения напряжений при выделении слоя.

Прогноз первичной расслаиваемости кровли производится для двух принципиально различающихся случаев.

П е р в ы й с л у ч а й . За монтажной камерой длинного очистного забоя нет ранее выработанного пространства или оставлен целик шириной не менее ширины зоны опорного давления (рис. 42).

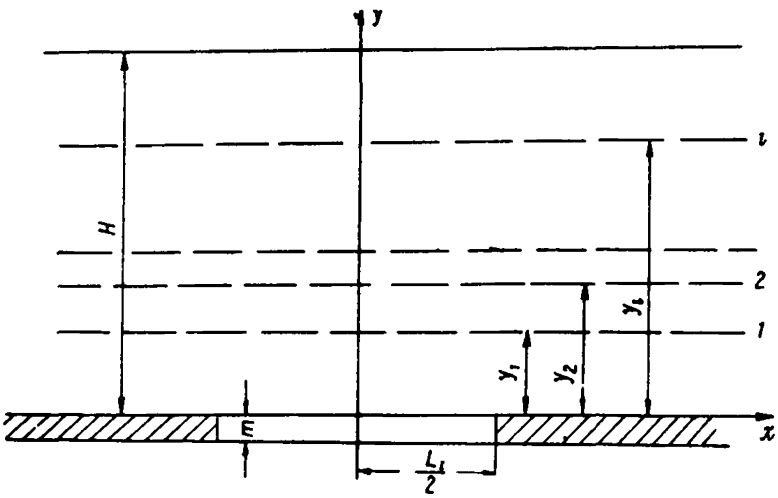


Рис. 42. Схема к расчету первичного расслоения при работе лавы в целиках неограниченных размеров

Прогноз расслаиваемости производится сравнением величин, определяемых для каждого контакта по выражению:

$$L_{pi} = \frac{60\gamma H_i y_i}{\gamma H_i (60 - \rho_i') - 200 C_i'}, \qquad (30)$$

где L_{p_i} – минимальный отход очистного забоя от разрезной печи, при котором возможно расслоение i – того контакта, м; γ – средний объемный вес пород до поверхности, МН/м^3; H_i – глубина залегания i = того контакта, м; $C_i^!$ – коэффициент сцепления контакта, МПа; $У_i$ – расстояние от угольного пласта до i – того контакта, м; $\rho_i^!$ – угол трения контакта, градус.

Для прогноза расслоения следует в определенном порядке (табл. 11) выписать контакты с их параметрами.

Таблица 11

Номер	Тип контакта	$У_i$, м	$\rho_i^!$, градус	$C_i^!$, МПа	L_{p_i}, м	Порядок расслоения	Мощность слоя после расслоения, м
1	Крупные растительные остатки	0,4	23	0,5	0,8	1	0,4(0-0,4)
2	Углисто-слюдистые включения	2,5	21	2,41	22	2	2,1(0,4-2,5)
3	Крупные растительные остатки	15,6	25	0,87	40	-	
4	То же	17	23	0,87	40,2	-	
5	-"-	19,5	22	0,4	36	3	17(2,5-19,5)
6	Песчанистый сланец-песчаник	20,6	38	0,24	66	4	1,1(19,5-20,6)
7	Углисто-слюдистые включения	34	22	2,41	348	-	
8	Углистый прослой	38,1	18	0,6	67	5	17,5(20,6-38,1)
9	Сланец-песчаник	38,4	32	0,88	142	-	

Первое расслоение произойдет по контакту 1, так как у вышерасположенных контактов $L_p > 0,8$ м, и следовательно, ни один из них раньше первого расслоиться не может. Затем наименьшее значение $L_p = 22$ м – у контакта 2, и по нему произойдет вто-

рое расслоение. Следующий с наименьшим L_p = 36 м контакт 5, и по нему произойдет третье расслоение, затем расслоится контакт 6, а за ним – 8. В результате расслоения выделятся пять слоев мощностью снизу вверх 0,4; 2,1; 17; 1,1; 17,5 м.

В т о р о й с л у ч а й . Между монтажной камерой лавы и ранее выработанным пространством оставлен целик шириной менее ширины зоны опорного давления (рис. 43). Первичное расслоение находится по формуле:

$$y_i = L_1 (p' - K' C_{*i}), \qquad (31)$$

где L_1 – первый предельный пролет кровли, м; i – номер контакта; p' – коэффициент, зависящий от углов внутреннего трения и степени нагруженности целиков; K' – коэффициент, зависящий от нагруженности целиков; y_i – расстояние от пласта до i –того контакта, м.

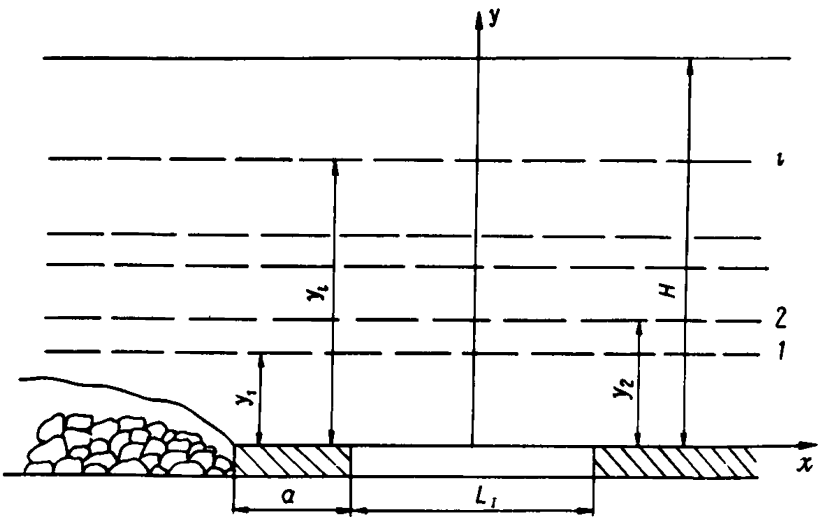


Рис. 43. Схема к расчету первичного расслоения при наличии целика ограниченных размеров

Коэффициенты p' и K' определяются из графиков, приведенных на рис. 44. Область применения формулы (31):

$$a_ц \leqslant 30 \text{ м},$$

$$L_1 (p' - K' C'_{*i}) - 0{,}075(a_ц + L_1) \geqslant 0, \qquad (32)$$

$$0{,}2 \leqslant \frac{a_ц}{a_ц + L_1} \leqslant 0{,}5, \quad 9^\circ \leqslant \rho' \leqslant 35^\circ,$$

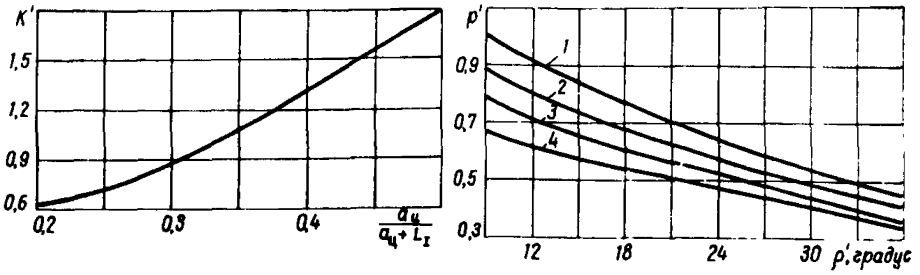


Рис. 44. Графики распределения коэффициентов K' и p' в зависимости от параметров $\frac{a_ц}{a_ц + L_I}$ и ρ':

1 – при $\frac{a_ц}{a_ц + L_I} = 0{,}5$; 2 – $\frac{a_ц}{a_ц + L_I} = 0{,}4$; 3 – $\frac{a_ц}{a_ц + L_I} = 0{,}3$;

4 – $\frac{a_ц}{a_ц + L_I} = 0{,}2$

где C'_{*i} – безразмерный коэффициент сцепления контакта, равный $C'/\gamma H$; $a_ц$ – ширина целика, м.

Полученную по формуле (31) величину $У_i$ надо сравнивать с расстоянием до i -того контакта. Если $У_i > y_i$, то расслоение возможно.

В обоих случаях при сближенных контактах с примерно одинаковыми величинами сцепления и углов трения для проверки расслоения следует выбирать нижний контакт. Если прочностные показатели различаются значительно, то для прогноза расслоения следует отобрать нижний контакт и контакт с минимальными прочностными показателями.

3. Оценка величины отхода забоя от разрезной печи, при котором наступает предельное состояние кровли (L_I) в результате изгиба слоев, выделившихся в процессе первичного расслоения, производится по предельным пролетам слоев основной кровли $L_{Iпi}$ и соответствующим им величинам отходов забоя от разрезной печи L_{Ii}, при которых они разрушаются. Последние определяются по формулам:

$$L^{з}_{Iпi} - \frac{\sigma^{м}_{ui}\, h_i^2 + 3P_i\, h_i\, tg\, \rho'_i - 6\, P_i\, a_i}{\gamma'_i\, h_i} L_{Iпi} - \frac{4P_i\, a_i^2}{\gamma'_i\, h_i} = 0, \quad (33)$$

$$L_{Ii} = L_{Iпi} + 2y_i\, tg\, \rho'_{cpi} = L_{Iпi} + \Delta L_{Ii}, \quad (34)$$

где h_i – мощность слоя, м; P_i – равнодействующая эпюры вертикальной составляющей напряжений, возникающих над слоем при образовании камеры, распределенных на половине слоя, МН; a_i – расстояние точки приложения равнодействующей до опоры слоя-балки, м; γ'_i – приведенный объемный вес слоя, умноженный на ши-

рину, равную I м, МН/м^2; $\sigma^{и}_{ui}$ – прочность породы слоя на изгиб в массиве, равная, примерно, прочности породы в керне на разрыв параллельно слоистости, МПа; $У_{i-1}$ –расстояние от пласта до нижнего контакта рассчитываемого слоя, м; $\rho'_{ср\,i}$ – средневзвешенный угол трения контактов, по которым произошло расслоение от пласта до нижнего контакта рассчитываемого слоя, градус;

$$\rho'_{ср\,i} = \frac{\sum_{1}^{i-1} \rho'_j h_j}{У_{i-1}}, \qquad (35)$$

h_j – мощность слоя, ограниченного сверху контактом, с углом трения ρ'_j, м.

Приведенный объемный вес ориентировочно определяется по формуле

$$\gamma'_i = \frac{\gamma_i (h_i + 0{,}5 h'_i)}{h_i}, \qquad (36)$$

где γ_i – объемный вес рассчитываемого слоя, МН/м^3; h'_i – суммарная мощность налегающих породных слоев с жесткостями, меньшими, чем у рассчитываемого слоя; в расчет принимаются слои, расположенные между рассматриваемым слоем и слоем с большей жесткостью.

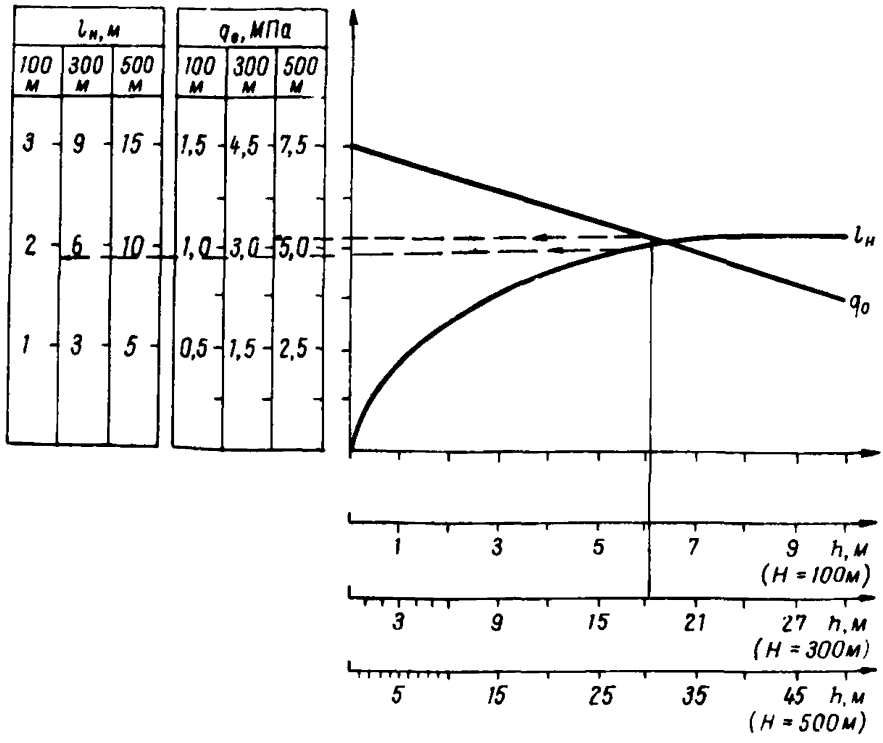


Рис. 45. Номограмма для определения q_0 и $l_н$

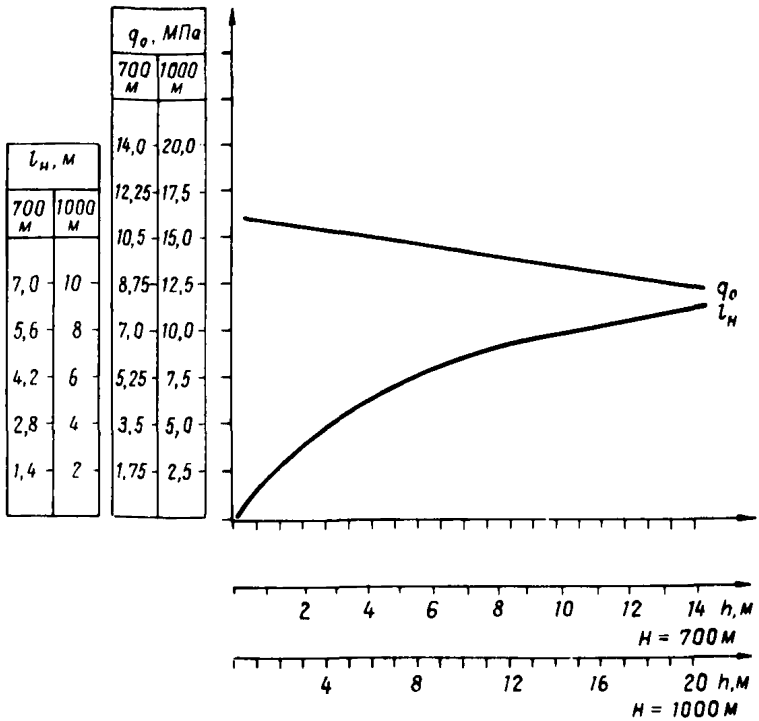


Рис. 46. Номограмма для определения q_o и $l_н$

$$P_i = 0{,}5\, q_{oi} \cdot l_{нi}\,, \qquad (37)$$

$$a_i = 0{,}3\, l_{нi}\,. \qquad (38)$$

Вертикальная составляющая напряжений (пригрузка) у опор слоя-балки q_{oi} и длина участка пригрузки у опор $l_{нi}$ определяется по номограммам (рис. 45 и 46). Поскольку расслоение предшествует разрушению слоев от изгиба, то при $L_{Ii} < L_{pi}$, принимается $L_{Ii} = L_{pi}$. (39)

Для примера произведем оценку первого предельного пролета кровли для случая, представленного в табл. 11. Глубина разработки принята 600 м. Расчеты сведены в табл. 12.

Разрушение от изгиба второго слоя могло бы произойти при пролете 11,6 м или при отходе от разрезной печи на 11,94 м, однако расслоение по верхнему контакту происходит при отходе забоя на 22 м и поэтому одновременно с расслоением произойдет разрушение второго слоя. Первый предельный пролет основной кровли в данном случае равен примерно 72 м, причем можно ожидать одновременного обрушения слоев 3, 4 и 5 общей мощностью 35,6 м, так как L_{13} и L_{15} примерно равны, а L_{14} – меньше.

Таблица 12

Номер слоя	Наименование породы	h_i, м	γ_i, $\frac{МН}{м^3}\cdot 10^2$	$l_к$, м	q_0, $\frac{МПа}{м}$	P, $\frac{МН}{м}$	α, м	h_i', м	γ_i', $\frac{МН}{м^3}\cdot 10^2$	ρ_i', градус	$\sigma_u^м$, МПа	l_p, м	$L_{1п}$, м	y_i, м	$\rho_{ср}'$, градус	ΔL_{1i}, м	L_{1i}, м
1	Сланец	0,4	2,57	0,5	9,3	2,33	0,15	-	-	23	4,4	0,8	1	-	-	-	1
2	Переслаивание	2,1	2,63	2,3	9,15	10,52	0,69	-	-	21	5,4	22	11,6	0,4	23	0,34	22
3	Песчаник	17	2,66	7,4	7,15	26,46	2,2	1,1	2,74	22	7,2	36	70	2,5	21,32	2	72
4	Песчанистый сланец	1,1	2,6	1,4	9,2	6,44	0,42	-	-	38	4,4	66	14,2	19,5	21,91	15,7	66
5	Песчаник	17,5	2,5	7,45	7,05	26,26	2,24	-	-	18	3,9	67	54,5	20,6	22,77	17,4	71,9

Приближенный расчет вторичной расслаиваемости кровли над длинным очистным забоем

1. Расчет вторичной расслаиваемости кровли выполняется для очистных забоев на пластах с тяжелыми кровлями, работающих в стадии установившегося сдвижения горных пород, т. е. после достижения первого предельного пролета.

Целью расчета является определение вида, последовательности и параметров разрушения слоев кровли над очистным забоем и величины шага вторичной осадки кровли.

Для выполнения расчета необходимо иметь сведения о строении, мощности и прочности отдельных слоев кровли, расположении, типе и характеристиках прочности ослабленных контактов и прослоев. Высота детально изученной кровли от пласта угля должна быть в пределах

$$10\,m \leqslant h_u \leqslant M_т + 5, \qquad (40)$$

где m – вынимаемая мощность пласта, м; $h_и$ – высота изученной кровли, м; $M_т$ – мощность тяжелой кровли, м.

При отсутствии сведений о характеристиках прочности ослабленных контактов, но известном типе последних величины коэффициентов сцепления и углов трения могут быть приняты в соответствии с табл. 13.

В этом случае расчеты следует выполнять при минимальном, среднем и максимальном значениях коэффициентов сцепления.

2. Расчет возможности вторичного расслоения по i-тому контакту производится, исходя из условия:

$$C^i \leqslant \frac{qb}{l} \sum_{j=1}^{n} |\tau^i_{xy}|\Delta x_j - \frac{qb}{l}\sum_{j=1}^{n} |\sigma^i_{yj} \operatorname{tg}\rho^i|\,\Delta x_j\,, \qquad (41)$$

где C^i – коэффициент сцепления по i-тому контакту, МПа; q – величина интенсивности равномерно распределенной нагрузки на рассчитываемую консоль, МПа; b – ширина консоли, м ($b = 1$); l – длина консоли, м; τ^i_{xy}, σ^i_y – безразмерные значения касательных и нормальных напряжений, вычисленных при единичной нагрузке $q = 1$.

i – номер ослабленного контакта, считая от пласта угля; j – порядковый номер элементарных площадок, по которым суммировались напряжения; n – количество элементарных площадок; ρ' – угол трения по контакту.

Величина q определяется по формуле:

$$q = q_1 + q_2\,, \qquad (42)$$

Таблица 13

Наименование пород	Тип контактов	Показатели		Характеристика поверхности контактов
		сцепление, МПа	угол трения, градус	
Аргиллит Алевролит	Зеркало скольжения	0,009-0,027 0,012 0,006-0,063 0,015	9-12	Зеркальная, ровная
Аргиллит Алевролит Песчаник	Углистый прослой	0,006-0,039 0,018 0,006-0,243 0,054 0,027-1,68 0,81	12-18	Слабошероховатая, ровная, гладкая, шероховатая, зернистая
Аргиллит Алевролит Песчаник	Растительные остатки	0,009-0,48 0,225 0,006-1,14 0,45 0,45-1,8 1,47	18-25	Шероховатая, зернистая, неровная
Алевролит Песчаник	Мелкий растительный детрит	1,9-2,4 2,13 0,93-4,32 1,98	30	Шероховатая, волнистая

где q_1 – величина интенсивности приложенной к консоли нагрузки от вышележащих слоев горных пород, МПа; $q_2 = \gamma h_c$ – собственный вес рассчитываемого слоя, МПа; h_c – толщина рассчитываемого слоя, м.

Величина q_1 вычисляется по формуле:

$$q_1 = K\gamma H_1;$$
$$H_1 = H - h_c,$$

где К – коэффициент пригрузки, принимаемый при глубине залегания верхнего контура рассчитываемого слоя от поверхности до 200 м равным 0,46, при глубине 200–400 м – 0,38, при глубине свыше 400 м – 0,3.

В формуле (41) обозначено:

$$\frac{b}{L}\sum_{j=1}^{n} | \tau^{i}_{xyj} | \Delta x_j = F_1, \quad \frac{b}{L}\sum_{j=1}^{n} | \sigma^{i}_{yj} tg\rho^{i} | \Delta x_j = F_2 .$$

С учетом принятых обозначений

$$C^{i} \leqslant q (F_1^{i} - F_2^{i}). \qquad (43)$$

Для расчета по формуле (43) на рис. 47 приведена номограмма. По оси ординат отложены отношения $У / h_c$, вычисляемые для каждого контакта (значения У отсчитываются от верхнего контура рассчитываемого слоя). По оси абсцисс в правой части номограммы отложены значения F_1, а в левой – F_2, причем по номограмме берутся положительные значения этих величин. Кривые в правой части номограммы представляют собой распределение значений F_1 при разных значениях отношений L / h_c по толще рассчитываемого слоя. Кривые в левой части номограммы отражают распределение по толщине слоя величин произведения $\sigma_y tg\rho'$.

Для расчета по номограмме необходимо знать величину отношения L / h_c для рассчитываемой консоли и величины $У / h_c$ для каждого из контактов.

На первом этапе расчета величина h_c может приниматься приближенно равной:

а) расстоянию от пласта до верхнего контура тяжелой кровли, но не более 30–35 м;

б) расстоянию от пласта угля до ослабленного контакта типа "зеркало скольжения" или "углистый прослой", но не менее 10 м.

В качестве длины консоли для расчета принимается ее предельное значение $L_п$, вычисляемое по формуле:

$$L_п = h_c \sqrt{\frac{0{,}67\ \sigma_{p\,||}}{q}}, \qquad (44)$$

где $\sigma_{p||}$ – средневзвешенная величина предела прочности рассчитываемой консоли при растяжении в направлении параллельном слоистости, МПа.

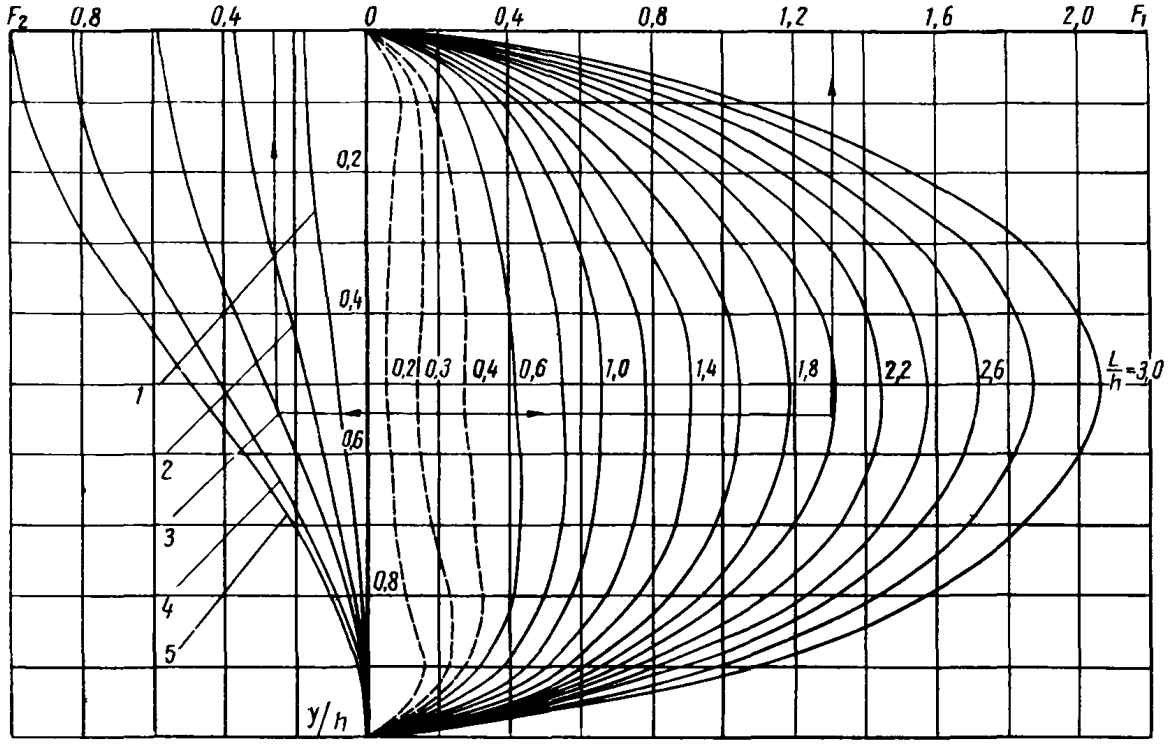


Рис. 47. Номограмма для определения сдвигающих усилий в консоли:
1 - σ_y tg 10°; 2 - σ_y tg 20°; 3 - σ_y tg 30°; 4 - σ_y tg 40°; 5 - σ_y tg 45°

Вычисление величин F_1^i и F_2^i для каждого контакта по номограмме производится следующим образом.

Из точки y^i / h_c восстанавливается перпендикуляр до пересечения с кривой, соответствующей вычисленному для рассчитываемой консоли значению $l_п / h_c$. Из точки пересечения опускается перпендикуляр на ось F_1 и берется отсчет. Аналогичным образом определяется значение F_2. Пример определения этих величин показан на номограмме. Стрелками показано направление действий. Подставляя найденные значения в формулу (43), определим возможность расслоения по каждому из контактов. Очевидно, что при $F_1^i - F_2^i < 0$ расслоение по данному контакту невозможно.

Если $F_1^i - F_2^i \geqslant 0$, то возможны следующие случаи.

а. Условие (43) выполняется одновременно для нескольких контактов. В этом случае для каждого контакта вычисляется величина $K_н$ по формуле:

$$K_н = \frac{q F_1^i}{C^i + q F_2^i} \quad . \qquad (45)$$

Принимается, что в первую очередь расслоение произойдет по контакту с большим значением $K_н$. Если $K_н < 1$ при предельной длине консоли, то разрушение консоли произойдет в результате излома. Если $K_н > 1$, то разрушение консоли начинается с расслоения. Если $K_н \simeq 1$, то возможны оба вида разрушения и необходимо просчитывать оба варианта.

б. Для каждого контакта определяется длина рассчитываемой консоли на момент расслоения по данному контакту. Для этого из формулы (43) определяется F_1^i при условии, что $K_н = 1$.

$$F_1^i = \frac{C^i}{q} + F_2^i \quad .$$

На осях номограммы из точек y^i / h_c и F_1^i восстанавливаются перпендикуляры и в точке их пересечения определяется величина отношения l_1^i / h_c, где l_1^i – длина консоли на момент расслоения.

Так как при расслоении по любому из контактов образуются два слоя, то необходимо длину консоли на момент расслоения по данному контакту сравнивать с предельными длинами консолей, образовавшихся после расслоения слоев, вычисляемых по формуле (44).

Обозначим предельные длины консолей образовавшихся слоев через $l_{п_1}$ и $l_{п_2}$. Возможны следующие случаи определения длин блоков слоев:

а) $l_1^i > l_п$ – разрушение консоли происходит вследствие расслоения и длина блока равна $l_п$;

б) $l_1^i < l_п$ – возможны три случая:

$l_1^i > l_{п_1} > l_{п_2}$ – при расслоении происходит разрушение обоих слоев с длинами блоков, равными l_1^i;

$l_{п_1} < l_1^i < l_{п_2}$ – при расслоении происходит излом слоя 1 с длиной блока, равной l_1^i, а длина блока слоя 2 будет равна $l_{п_2}$;

$l_1^i < l_{п1} < l_{п2}$ – разрушение слоев от излома произойдет при достижении ими своих предельных вылетов $l_{п1}$ и $l_{п2}$.

3. В породах выше средней крепости разрушение кровли на блоки происходит в нижних и в верхних слоях кровли, образуя многоярусную систему. В этих условиях величина шага вторичной осадки кровли может соответствовать длине блока основной кровли в том случае, если

$$1 < \frac{l_б}{h_б} < 2, \qquad (46)$$

где $l_б$ и $h_б$ соответственно длина и высота блока, м.

Если $l_б / h_б < 1$, то необходимо определить возможность зависания блоков в выработанном пространстве по соответствующим формулам[x]. Количество зависших блоков определяется по формуле:

$$n_2 = \frac{l_б \left[1 + 2f \sin 2\alpha (n_1 - 1) + h_б \operatorname{ctg} \alpha\right]}{l_б \sin^2 \alpha}, \qquad (47)$$

где n_2 – количество блоков, зависших в выработанном пространстве; f – коэффициент трения (0,75); α – угол наклона трещин давления (70°); n_1 – количество блоков, поддерживаемых крепью.

Количество зависших блоков основной кровли определяется по формуле:

$$N = \frac{h_б f}{l_б \sin \alpha \cos \alpha} \left(\frac{f}{\sin^2 \alpha} - \operatorname{ctg} \alpha \right), \qquad (48)$$

где N – количество зависших блоков основной кровли.

При расчетах величины n_2 и N следует округлять в большую сторону.

В зависимости от количества зависших в различных слоях кровли блоков определяется шаг вторичных обрушений.

При отсутствии сведений о положении и прочности ослабленных контактов и прослоев для определения шага обрушения труднообрушающихся пород следует пользоваться номограммой (ИГД. им. А. А. Скочинского), представленной на рис. 48; там же приведен пример определения шага обрушения при следующих значениях:

мощность пласта m = 2 м;
мощность легкообрушающихся пород $h_{ло}$ = 6 м;
мощность труднообрушающихся пород $h_о$ = 12 м;
$\sigma_{сж}/10$ = 13;
длина лавы $l_л$ = 150 м;
глубина работ H = 500 м.

Для этого по значениям величин m и $h_{ло}$ находится точка А, по $h_{ло}$ и $\sigma_{сж}/10$ – точка Б и по $l_л$ и H – точка В. Построив параллелограмм по этим точкам и найдя таким образом точку Д,

x) Указания по особым требованиям к крепям на пластах с тяжелыми кровлями. Л., 1970. (ВНИМИ), с. 61.

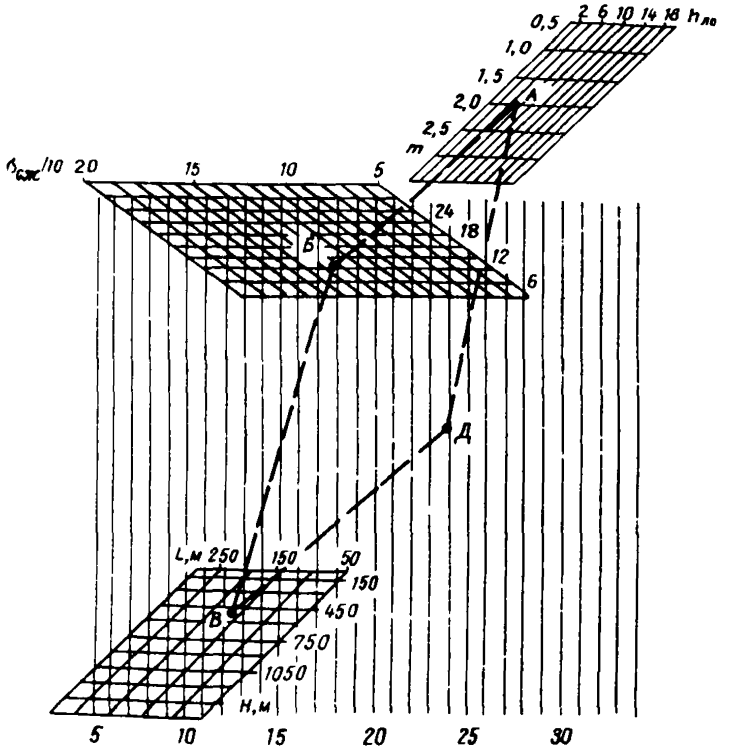


Рис. 48. Номограмма для определения шага обрушения кровли

опускаем из нее перпендикуляр и находим шаг обрушения труднообрушающихся пород l_o, равный 24 м.

Приложение 9

ОЦЕНКА НАГРУЗОЧНЫХ СВОЙСТВ ТЯЖЕЛОЙ КРОВЛИ

При наличии основного геологического признака и разных (и даже одинаковых) величинах шага обрушения труднообрушающихся пород нагрузочные свойства кровли могут существенно различаться, так как они зависят от высоты блоков и ее соотношения с их длиной (шагом обрушения). На рис. 49 приведены расчетные схемы, для которых с некоторым приближением можно дать оценку нагрузочных свойств тяжелой кровли. Ожидаемые внешние активные

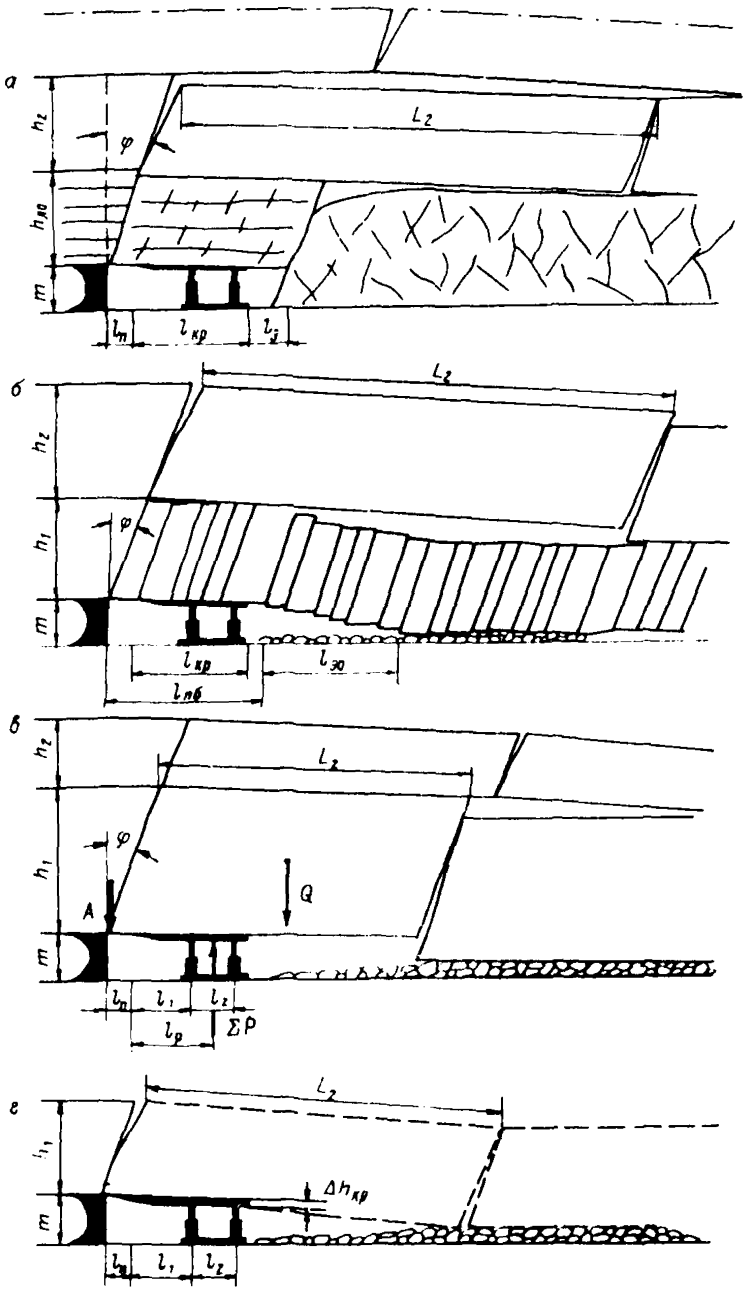


Рис. 49. Схемы расчета ожидаемых нагрузок на крепи

нагрузки сравниваются с номинальным сопротивлением крепи (конкретной или по ГОСТ 15852-70). Последнее при сравнении уменьшено на 20% с учетом неизбежного разброса уровня настройки предохранительных клапанов и снижения уровня настройки с течением времени.

При наличии над угольным пластом пачки легкообрушающихся слоев мощностью $h_{ло}$ и толщине нижнего слоя основной кровли h_2 (см. рис. 49) сравнение удельной ожидаемой нагрузки $\bar{q}$ с номинальным удельным сопротивлением крепи $P_{нс}$ можно произвести по формуле:

$$\bar{q} = \bar{q}_1 + \bar{q}_2 = \frac{\gamma_1 h_{ло}(l_п + l_{кр} + l_э)}{l_{кр}} + B\frac{\gamma_2 h_2 l_2}{l_{кр}} > 0{,}8\, P_{нс}, \qquad (49)$$

где $\bar{q}_1$ – нагрузка от легкообрушающихся слоев кровли, МПа; $\bar{q}_2$ – нагрузка от основной кровли, МПа; γ_1 и γ_2 – объемный вес пород соответственно легкообрушающихся и основной кровли, МН/м^3; $l_п$ – расстояние от забоя до крепи, равное шагу передвижки, м; $l_{кр}$ – длина секций крепи, м; $l_э$ – максимальная длина зависающей консоли кровли (в большинстве случаев составляет от 0,5 м до 0,5 $l_{кр}$), м; l_2 – шаг вторичного обрушения основной кровли (принимать по опытным данным наибольший из наблюдаемых), м; B – коэффициент, зависящий от $C_2 = l_2/h_2$. Значения C_2 приведены в табл. 14.

Таблица 14

C_2	$C_2 < 1$	$1 < C_2 < 2$	$C_2 > 2$; $\frac{h_{ло}}{m} < 2$	$C_2 > 2$; $\frac{h_{ло}}{m} > 2$
B	0,75	0,5	0,5	0,3

Формулой (49) можно пользоваться при $\frac{h_{ло}}{m} < 3$-4. Если левая часть неравенства будет больше правой, то повышенные активные нагрузки могут быть в пределах всего выемочного столба. Если левая часть будет меньше правой, то необходимо произвести расчет для первичного обрушения. Для этого в формуле (49) вместо l_2 надо принять половину шага первичного обрушения $\frac{l_1}{2}$. Это замечание справедливо также при использовании приведенных далее формул (50), (51) и (52). Если при $l_1/2$ левая часть будет больше правой, то повышенные нагрузки ожидаются только при первичных обрушениях.

При залегании над угольным пластом толстого слоя породы (см. рис. 49, б), разрушающегося на блоки при $C_1 = \frac{l_{бi}}{h_i} < 1$, расчет следует производить по формуле:

$$\bar{q} = \frac{\gamma_1 h_{ло}}{l_{кр}}(0{,}75\, l_{пб} + 0{,}5\, l_{эб}) + B\frac{\gamma_2 h_2 l_2}{l_{кр}} > 0{,}8\, P_{нс}, \qquad (50)$$

где C_1 – коэффициент, зависящий от соотношения длины и высоты блока (численно он равен значениям C_2, приведенным в табл. 14); $l_{пб}$ – суммарная длина поддерживаемых крепью блоков, м; длины блоков, как правило, разные, поэтому следует принимать, что последний поддерживаемый блок имеет наибольшую из наблюдаемых длину и половина ее зависает за крепью; при длине блока больше $l_п + l_{кр}$ принимать полную длину блока; $l_{зб}$ – суммарная длина зависающих за крепью блоков, м (принимается по опытным данным); при $l_б < (l_п + l_{кр})$ суммарную длину зависающих блоков можно принимать равной 4 – 5 м. При длине блока больше $l_п + l_{кр}$ могут быть два случая. В первом из них блок, находящийся за крепью, зависает. В этом случае вместо $l_{зб}$ следует принимать длину блока. Во втором случае блок, находящийся за крепью, систематически выпадает; тогда второе слагаемое в скобках полагается принимать равным нулю.

При залегании непосредственно над угольным пластом труднообрушающегося слоя породы, разрушающегося на блоки, при $C_1 > 1$ расчет следует производить по формуле:

$$\bar{q} = BD \frac{\gamma_1 h_{ло} l_2}{кр} > 0{,}8 P_{нс}. \qquad (51)$$

Все обозначения даны на рис. 49, в. Коэффициент B принимается 0,75 при $1 < C_1 < 2$ и 0,5 при $C_2 > 2$. При залегании над нижним слоем труднообрушающейся породы с толщиной слоя $h_2 \geq h_{ло}$ следует принимать D = 1, а если $h_2 < h_{ло}$, то принимать D = 1,3. При залегании над нижним труднообрушающимся слоем пачки слоев легкообрушающихся пород общей мощностью $h_2 > 0{,}5 h_{ло}$ полагается принимать D = 1,5; при $h_2 < 0{,}5 h_{ло}$ коэффициент D принимается с учетом полного веса этой пачки, т. е.

$$D = 1 + \frac{\gamma_2 h_2}{\gamma_1 h_{ло}}.$$

Формулы (49) – (51) не учитывают уравновешивание момента, создаваемого внешними активными нагрузками. Предполагается, что момент уравновешивается обрушенными породами. Для приведенных схем (см. рис. 49, а, б) это предположение вполне допустимо. При $C_2 > 2$ (см. рис. 49) момент необходимо уравновесить, если при опускании заднего конца блока до почвы пласта сокращение крепи по заднему ряду стоек может превысить раздвижность крепи. Сравнение этих величин следует производить по формуле:

$$\Delta h_{кр} = \frac{(m - \Delta h_щ - \Delta h_п)(l_п + l_1 + l_2)}{l_2} \gtrless H - H_{мин} - 0{,}05, \qquad (52)$$

где $\Delta h_{кр}$ – принудительное сокращение высоты крепи при опускании заднего конца блока до почвы пласта, м; $\Delta h_{ш}$ – толщина слоя угольного и породного штыба за крепью, м; $\Delta h_{п}$ – поднятие почвы, м; на расстоянии 10–20 м от забоя при глубине залегания до 500 м можно принимать 0,1m, при больших глубинах – 0,15m, l_1 – длина передней консоли верхняка секции, м; l_2 – расстояние между передним и задним рядами стоек в секциях, м; H – высота крепи на участках выемочного столба с наименьшей вынимаемой мощностью угольного пласта, м; $H_{мин}$ – минимальная конструктивная высота крепи, м; 0,05 м – запас раздвижности на разгрузку секций.

Если левая часть (52) меньше правой, то расчет следует производить по формуле (51). Если же левая часть (52) равна или больше правой, то расчет надо производить с учетом необходимости уравновешивания момента по формуле:

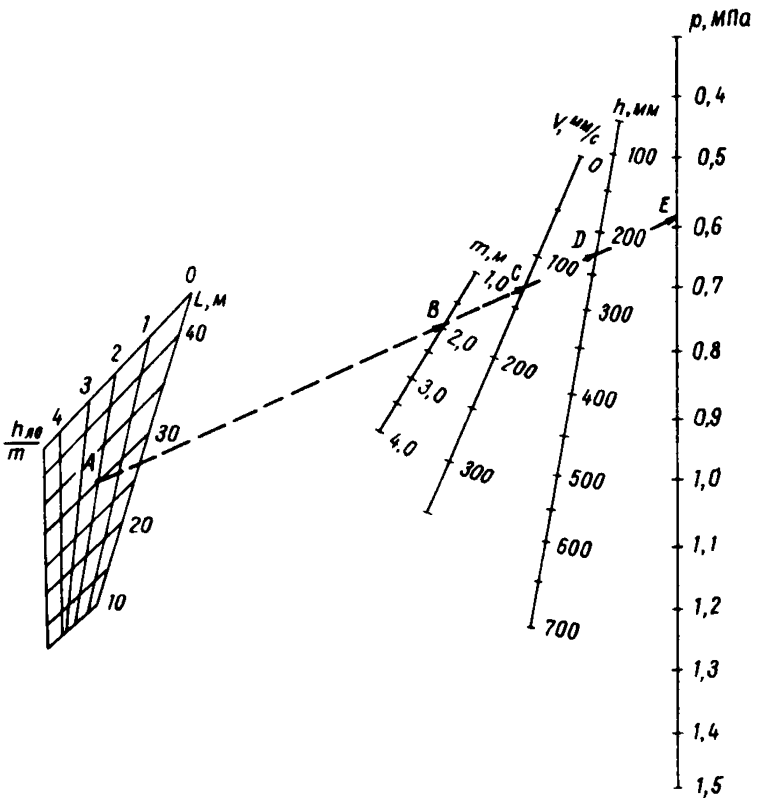


Рис. 50. Номограмма для определения нагрузок на крепь

$$\overline{q} = \frac{\gamma_1 h_1 l_2 (l_2 + 0{,}36 h_1)}{2 l_{кр}(l_п + l_1 + l_2)} > 0{,}8 P_{нс}. \qquad (53)$$

Во все эти формулы входят мощность труднообрушающихся пород и шаг вторичного обрушения. При отсутствии этих данных ожидаемые активные нагрузки на крепь можно определять по номограмме, представленной на рис. 50. На прямой линии, проведенной через точки А (соответствует соотношению мощностей легкообрушающихся пород и пласта) и В (мощность пласта) определяются нагрузка на крепь Р (МПа), податливость за цикл h (мм) и скорость опускания кровли при резких осадках.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 4
2. СУЩНОСТЬ И ВЫБОР СПОСОБА РАЗУПРОЧНЕНИЯ . . . 9
Сущность способов разупрочнения 9
Схемы расположения скважин 13
Выбор способа разупрочнения 15
3. ПЕРЕДОВОЕ ТОРПЕДИРОВАНИЕ 17
Параметры заложения скважин и зарядов при разупрочнении кровли на выемочных участках 18
Параметры заложения скважин и зарядов для охраны подготовительных выработок при бесцеликовой технологии . . 21
Конструкция торпед, торпедозарядов и монозарядов 22
Заряжание скважин 26
Забойка и герметизация устья скважин 33
Мероприятия по обеспечению безопасности работ 37
Требования техники безопасности при выполнении работ по бурению скважин 38
Требования техники безопасности при выполнении работ по торпедированию 38
Проектно-техническая документация 43
4. ГИДРОМИКРОТОРПЕДИРОВАНИЕ 44
Основные виды работ 44
Параметры заложения скважин 44
Масса заряда и расположение торпед в скважине 46
Размеры зон гидрообработки 46
Параметры нагнетания жидкости в скважины 47
Конструкция торпед 48
Заряжание скважин 50
Герметизация скважин 51
Технологическая схема работ по гидромикроторпедированию 52
Мероприятия по обеспечению безопасности работ 55
Проектно-техническая документация 58
5. ПРИНУДИТЕЛЬНАЯ ПЕРВИЧНАЯ ПОСАДКА ТЯЖЕЛОЙ КРОВЛИ ВЗРЫВАНИЕМ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ 58
Параметры заложения скважин и зарядов 58
Бурение скважин 59
Заряжание скважин 60
Забойка скважин 60
Мероприятия по обеспечению безопасности работ 60
Проектно-техническая документация 60
6. ПРИНУДИТЕЛЬНОЕ ОБРУШЕНИЕ КРОВЛИ ВЗРЫВАНИЕМ ШПУРОВЫХ ЗАРЯДОВ 61
Параметры заложения шпуров 61
Технология работ 62

Мероприятия по обеспечению безопасности работ 63
Проектно-техническая документация 64
7. ВЗРЫВОГИДРООБРАБОТКА 65
Параметры заложения скважин и зарядов 65
Мероприятия по обеспечению безопасности работ 67
Проектно-техническая документация 67
8. П Р И Л О Ж Е Н И Я 69
Приложение 1. Расчет радиуса зоны трещинообразования . . . 71
Приложение 2. Контроль направленности бурения скважин . . 78
Приложение 3. Требования к изученности состава, строения и механических свойств тяжелых кровель . . 81
Приложение 4. Перечень и характеристики оборудования для бурения и герметизации скважин 89
Приложение 5. Журнал по нагнетанию жидкости 95
Приложение 6. Журнал по взрыванию скважинных зарядов . . 96
Приложение 7. Журнал по учету первых и последующих аварийных обрушений тяжелой кровли 97
Приложение 8. Расчеты разрушения тяжелых кровель угольных пластов 98
Приложение 9. Оценка нагрузочных свойств тяжелой кровли 112

Под редакцией проф., д-р техн. наук
С. Т. Кузнецова

Составители:

В. Д. Беляков, И. Н. Воронин, В. Т. Горохов, Н. Ф. Донцул, Ю. Г. Кротов, Д. Г. Пекарский (ВНИМИ); В. Е. Александров, А. В. Брайцев, А. А. Журило, Г. А. Катков, Б. В. Козловский (ИГД им. А. А. Скочинского); А. Е. Байкенжин, А. К. Бекбулатов, К. С. Ибраев, М. М. Мукушев, Ю. А. Семенов, В. М. Гончаров (КНИУИ); Л. М. Гусельников, В. П. Шишкин (Печорниипроект); И. А. Емельянов, Е. П. Мухин, Ю. Г. Спицин (Донуги); В. А. Матвеев, А. П. Туров, Г. К. Фимин (Шахтниуи); Ж. А. Ибраев, В. И. Мамаев (КО Востнии); Э. Е. Баранецкий, А. Ф. Вячеславов, Н. Н. Гапонов, И. Д. Калимулин, П. Д. Морозов (ПЭУ ВБР МУП УССР); В. В. Тарасенко (МУП УССР); С. И. Калинин, П. Н. Куртуков (Кузниуи); А. Ю. Бугуков, А. И. Стикачев (Макнии); В. Г. Безкаравайный, Г. И. Морозов (ЛГИ); В. В. Чельцов (ПО Интауголь)

Редактор Е. М. Платонова
Технический редактор Е. Н. Потоцкая
Художественный редактор Л. И. Торопкова
Подписано к печати 02.03.82 г.
Формат бумаги 60х90/16. Объем 7, 5 п. л. Тираж 600.
Печатный цех ВНИМИ. Заказ 52.
Бесплатно.

УДК 622.831.242.4:/622.236.4+622.236.54/

Инструкция по выбору способа и параметров разупрочнения кровли на выемочных участках. Л.: 1982, 120 с. (М-во угольной пром-сти СССР. Всесоюз. ордена Трудового Красного Знамени науч.-исслед. ин-т горн. геомех. и маркшейд. дела).

РАЗУПРОЧНЕНИЕ КРОВЛИ, ТРУДНООБРУШАЮЩИЕСЯ ПОРОДЫ, ТЯЖЕЛАЯ КРОВЛЯ, ПЕРЕДОВОЕ ТОРПЕДИРОВАНИЕ, ГИДРОМИКРОТОРПЕДИРОВАНИЕ, ПРИНУДИТЕЛЬНАЯ ПОСАДКА, ВЗРЫВОГИДРООБРАБОТКА, ШАГ ОБРУШЕНИЯ, ПРЕДЕЛЬНЫЙ ПРОЛЕТ КРОВЛИ

Показаны область применения, а также выбор способов и параметров разупрочнения в зависимости от строения, свойств пород кровли очистной выработки и от газоносности угольного пласта. Представлена технология и оборудование для производства работ по разупрочнению кровли. Изложены правила техники безопасности по видам работ и требования к составлению, содержанию и утверждению проектно-технической документации по разупрочнению кровли.

Ил. 50, табл. 14, прил. 9.

gost.e-ecolog.ru