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

УТВЕРЖДЕНО
начальником Главного
научно-технического управления
Минуглепрома СССР
А. А. МАНЖУЛОЙ
21 марта 1988 г.

РУКОВОДСТВО ПО УПРОЧНЕНИЮ НЕУСТОЙЧИВЫХ ГОРНЫХ ПОРОД И УГЛЯ НАГНЕТАНИЕМ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВОГО СОСТАВА



Москва
1988

gost.e-ecolog.ru

УДК 622.023.472:624.138.4(087.3)

Руководство по упрочнению неустойчивых горных пород и угля нагнетанием пенополиуретанового состава. - М.: Ин-т горн. дела им. А.А.Скочинского, 1988. - 28 с.

В работе изложены общие сведения о свойствах и технологии применения пенополиуретанового состава, приводятся основная схема технологического оборудования для нагнетания пенополиуретана, техническая характеристика и принцип действия нагнетательных установок НАГУС 212 и КНС. Даны основные рекомендации по организации работ, технике безопасности ведения работ и программе обучения горнорабочих.

В разработке руководства принимали участие кандидаты технических наук В.В.Васильев, Н.Н.Томашев, В.И.Левченко, В.И.Баркалов, кандидат химических наук О.Р.Змиевская, инженеры Б.Н.Попов-Толмачев, П.В.Остроухов, А.Е.Корнеенко, М.Е.Смалюга, В.И.Сорокин (ИГД им. А.А.Скочинского), кандидаты технических наук В.В.Кара, В.К.Сальников, Ю.П.Кочков, С.П.Морозов, А.Т.Горгонов, инженеры В.М.Глебов, И.М.Данильченко, В.Т.Сомак (ДонУГИ), кандидаты технических наук А.М.Мусин, М.М.Ямпольский, инженер Т.А.Сакипов (КНИУИ), кандидаты технических наук А.А.Ефименко, инженер Ю.Н.Долоткин (ПечорНИИпроект), кандидат технических наук В.М.Болдин, инженеры Е.М.Чернявский, Е.С.Щеглов (КузНИУИ), кандидат технических наук И.С.Шакин (Минуглепром СССР), кандидат технических наук В.Г.Ильюшенко, инженер Ю.В.Денисов (ПО "Донецкуголь"), кандидат химических наук Е.А.Петров, кандидат технических наук Ю.Л.Есипов, инженеры И.Р.Метлякова, С.Ф.Гриневич (НПО "Полимерсинтез"), инженеры В.И.Дысенко, З.П.Кобрина (Шахтоспецполимеркрепь); инженер Н.К.Боярчук (Спецшахтомонтаждегазация), доктор медицинских наук В.В.Суханов, кандидат биологических наук Л.Ф.Землякова (ДонНИИ гигиены труда и профзаболеваний).

Руководство согласовано с Госгортехнадзором СССР и ЦК профсоюза рабочих угольной промышленности.

Руководство предназначено для инженерно-технических работников шахт угольной промышленности.

Настоящее руководство вводится взамен ранее действующего "Методического руководства по упрочнению неустойчивых пород нагнетанием полиуретанового состава" (М.: Ин-т горн. дела им. А.А.Скочинского, 1985).

© Институт горного дела им. А. А. Скочинского (ИГД им. А. А. Скочинского), 1988

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Добыча угля из очистных забоев шахт в условиях трещиноватых неустойчивых углепородных массивов сопряжена с опасностью травматизма горнорабочих. При обрушении пород кровли, отжиме и высыпаниях угля нарушается ритмичная работа очистных забоев, снижается добыча, ухудшается качество угля. Вынужденное применение механических способов предотвращения вывалообразований пород кровли путем установки штанговых крепей, выкладки клетей, защиты подкровельными пачками угля и применения других мер требует дополнительных расходов крепежных материалов и связано с трудоемкими, сопряженными с опасностью травматизма горнорабочих работами.

За последние годы на шахтах Минуглепрома СССР и зарубежных стран применяется технология упрочнения трещиноватых пород и углей твердеющими химическими составами, наиболее надежным из которых является пенополиуретановый (ППУ) скрепляющий состав. Способ упрочнения пород пенополиуретановыми составами заключается в предварительном нагнетании компонентов ППУ-состава в трещиноватый массив. При смешивании компонентов состава в результате реакции полимеризации образуется вспененная отвержденная масса. Возникающий при этом распорный эффект и высокая адгезия ППУ-состава к породе и углю обеспечивают устойчивость массива. Пластические свойства пенополиуретана препятствуют разрушению адгезионных связей при смещениях частей массива и приложении к нему динамических нагрузок. Через два - три часа в зоне нагнетания пенополиуретана можно производить выемку угля.

2. НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ СПОСОБА УПРОЧНЕНИЯ ПОРОД ППУ-СКРЕПЛЯЮЩИМ СОСТАВОМ

Общая схема расстановки оборудования и расположения шпуров при упрочнении углепородного массива в очистном забое нагнетанием пенополиуретановых составов показана на рис. I. Разработан-

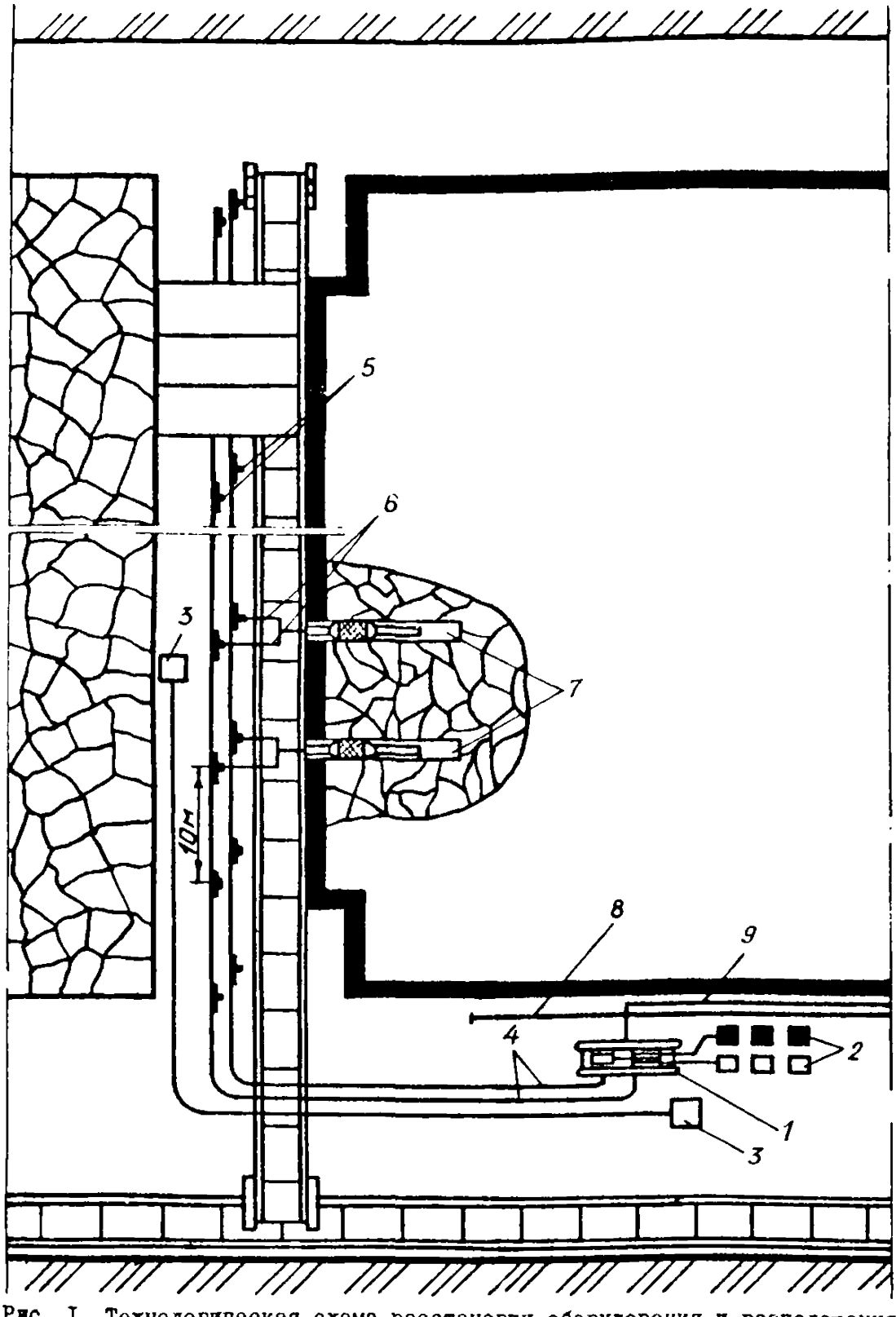

Рис. I. Технологическая схема расстановки оборудования и расположения шпуров при упрочнении неустойчивого углепородного массива очистного забоя пенополиуретаном:

1 - нагнетательная установка; 2 - емкости с компонентами состава; 3 - телефон; 4 - высоконапорная магистраль; 5 - тройники с кранами; 6 - отводные шланги; 7 - шпуры; 8 - водонапорный став; 9 - магистраль подвода энергоносителя для нагнетательной установки

ный способ предназначен для предупреждения обрушений в призабойное пространство сухих или слабообводненных пород и углей кусками до 0,3 м.

В Н И М А Н И Е ! Пенополиуретановые составы не рекомендуется применять для упрочнения обводненных или низкотемпературных (ниже I3°С) пород.

Экономически целесообразно использовать ППУ-состав для упрочнения неустойчивых пород мощностью свыше I,0 м, а также для предупреждения отжима и высыпания угля на мощных пластах.

Способ упрочнения углепородных массивов ППУ-составом рекомендуется применять на шахтах, характеризующихся следующими условиями:

Категория шахты по газу и пыли	Без ограничений
Температура воздуха и упрочняемого углепородного массива (не менее), °С	I3
Влажность воздуха, %	До I00
Виды упрочняемых массивов пород и углей	Любые, кроме опасных по внезапным выбросам породы и угля и горным ударам[x])
Состояние поверхностей массива в трещинах	Сухие, влажные, покрытые углепородной пылью
Трещиноватость упрочняемого массива	От равномерно развитой до неупорядоченной
Степень раскрытия трещин, мм	0,I и выше

В Н И М А Н И Е ! Применение пенополиуретановых составов ППУ-328 и ППУ-329 для упрочнения углепородных массивов возможно при расходе материала не более I000 кг в смену на одном рабочем месте и воздухообмене не менее 300 $м^3$/мин при соблюдении мер, изложенных в "Санитарных правилах по устройству и содержанию предприятий угольной промышленности", I974 г., раздел 4д, п. 8.

3. ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВЫЕ СКРЕПЛЯЮЩИЕ СОСТАВЫ ППУ-328 и ППУ-329

3.I. Характеристика ППУ-скрепляющих составов.

ППУ-скрепляющие составы состоят из двух компонентов: полиэфирного марки А-328 или А-329 (компонент А) и полиизоцианата

---

x) Для упрочнения горных массивов, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа следует пользоваться "Руководством по применению физико-химического способа предотвращения обрушений угля и снижения выбросоопасности на крутых пластах Донбасса при проведении подготовительных выработок" (М.: МГИ, I986 г.).

марки Б, Д или Т (компонент Б). При смешивании компонентов А и Б в соотношении I:I по объему или I:I,2 по массе происходит образование пенополиуретана - жесткой ячеистой пластмассы.

Компоненты ППУ-скрепляющего состава различаются по цвету: полиэфирный - прозрачная жидкость желтого цвета, полиизоцианат - мутная жидкость темно-коричневого цвета.

Скрепляющий состав нормального отверждения ППУ-328 включает полиэфирный компонент А-328 и предназначен для упрочнения сухих или слабообводненных трещиноватых (до 2 мм) пород и углей.

Продолжительность реакции после смешивания компонентов А-328 и полиизоцианата I0...I5 мин, время отверждения 90...I20 мин, кратность вспенивания - 3...5.

Скрепляющий состав ускоренного отверждения ППУ-329 включает полиэфирный компонент А-329 и предназначен для упрочнения пород с широким раскрытием трещин (2-3 мм и более).

Продолжительность реакции после смешивания компонента А-329 и полиизоцианата 2...4 мин, время отверждения до I5 мин, кратность вспенивания 2...3. Ускоренное протекание реакции приводит к быстрому тампонированию крупных трещин массива, что предотвращает вытекание состава на обнаженную поверхность.

В Н И М А Н И Е ! В случае упрочнения массива с неупорядоченной трещиноватостью или при вытекании состава ППУ-328 на поверхность выработки рекомендуется чередовать применение компонента А состава нормального А-328 и ускоренного А-329 отверждения.

3.2. Приемка исходного сырья на переработку и входной контроль.

3.2.I. Поставка компонентов А-328, А-329 и полиизоцианата (компонент Б) может осуществляться в герметично закрытых стальных и алюминиевых бочках вместимостью 200-250 л или в железнодорожных цистернах.

В Н И М А Н И Е ! Каждая поставляемая партия сырья должна приниматься потребителем на переработку только при наличии паспорта завода-изготовителя.

Ро́злив исходного сырья (компонентов А и Б) в тару (специальные, герметично закрываемые банки вместимостью 20-40 л) производится на специально оборудованных участках (в цехах) после проведения входного контроля сырья и получения заключения о соответствии качества продукции требованиям технических условий (ТУ). При розливе полиизоцианата следует осуществлять фильтрацию его от осадка с целью обеспечения нормальной работы нагнетательной установки.

В случае попадания полиизоцианата на почву следует немедленно засыпать его песком и залить 5-10%-ным водным раствором аммиака. Работы по уборке разлитого продукта проводить при включенной вентиляции с применением противогаза. В случае загорания пламя следует тушить пенным огнетушителем.

3.2.2. Входной контроль исходного сырья (компонентов А и Б ППУ-скрепляющих составов) производится сотрудником химической лаборатории или другим специально подготовленным лицом в соответствии с методиками анализа, изложенными в ТУ на сырье. Контролируются следующие основные показатели:

для компонентов А-328 и А-329 -

внешний вид;

гидроксильное число, мг/КОН/г;

условная вязкость при 25^{0}С, с;

технологическая проба;

для компонента Б (полиизоцианата) -

внешний вид;

массовая доля изоцианатных групп, %;

кислотность в пересчете на хлористый водород, %;

массовая доля гидролизуемого и ионного хлора, %;

условная вязкость, с;

массовая доля нерастворимых, %;

массовая доля железа.

Отбор проб для анализа производится в соответствии с требованиями ТУ.

3.2.3. Если компоненты ППУ-состава не проходят стадию разлива в банки вместимостью 20-40 л, а поставляются непосредственно шахтам в емкостях завода-изготовителя (в бочках), входной контроль сырья осуществляется по технологической пробе, которая предусматривает определение следующих параметров:

время старта, с;

время гелеобразования, с;

время подъема, с;

кажущуюся плотность отвержденного образца пенополиуретана, г/см^{3}.

В Н И М А Н И Е ! Только после проведения испытаний по технологической пробе допускается спуск компонентов ППУ-состава в шахту для проведения работ по упрочнению.

3.3. Хранение исходного сырья.

3.3.I. Хранение компонентов А и Б ППУ-скрепляющих составов в условиях специализированных подразделений должно осуществляться в соответствии с ТУ на эти компоненты.

3.3.2. При хранении компонентов ППУ-состава непосредственно на шахтах необходимо выполнять следующие требования:

обеспечивать температуру складских помещений на уровне или выше $10^{o}C$;

следить за герметичностью емкостей, содержащих компоненты ППУ-состава, исключив контакт компонентов (в особенности полиизоцианата) с водой и влагой воздуха.

В Н И М А Н И Е ! Хранение длительное время полиизоцианата (компонента Б) в условиях пониженных температур (ниже $10^{o}C$) приводит к его кристаллизации.

Применение ППУ-скрепляющего состава с использованием закристаллизованного полиизоцианата запрещается. Для перевода полиизоцианата в исходное жидкое состояние необходим его предварительный разогрев (на поверхности) до температуры 50–60°C. Разогрев производится в термошкафу или вблизи нагревательного прибора в теплом помещении в присутствии специалистов. Не допускается разогрев полиизоцианата до температуры выше $70^{o}C$.

3.3.3. Гарантийный срок хранения компонентов ППУ-скрепляющих составов – 6 месяцев. По истечении гарантийного срока компоненты могут использоваться только после проверки по технологической пробе.

3.4. Условия переработки компонентов в шахте.

Поставка компонентов ППУ-скрепляющих составов к месту производства работ осуществляется в специальных, герметично закрываемых банках вместимостью 20–40 л. Допускается доставка компонентов в бочках или другой герметичной таре.

Находящиеся в шахте, подготовленные к нагнетанию компоненты ППУ-скрепляющих составов должны иметь температуру не ниже $I3^{o}C$.

Упрочнение пород и углей с температурой ниже $I3^{o}C$ производится только после консультации с институтами-разработчиками.

Освободившуюся из-под компонентов тару следует выдавать на поверхность для очистки или утилизации. Очистка емкостей производится в специально отведенных для этих целей местах.

В Н И М А Н И Е ! Запрещается тару из-под полиизоцианата А использовать под компонент Б и наоборот.

4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАГНЕТАНИЯ ППУ-СКРЕПЛЯЮЩИХ СОСТАВОВ

4.I. Комплект технических средств, применяемых для упрочнения неустойчивых горных пород и углей ППУ-составом, состоит из бурового оборудования, нагнетательной установки, высоконапорной шланговой магистрали и смесительно-запорной арматуры. Бурение шпуров осуществляется электро- или пневмосверлом типов СЭР-I9М, СР-3 и др. с использованием составных штанг, породных и угольных резцов.

4.2. Нагнетание пенополиуретановых составов в массив производится поршневыми установками: с пневмоприводом типа НАГУС-2I2, с гидроприводом типа КНС.

4.2.I. Нагнетательная установка НАГУС 2I2 (рис. 2) состоит из двух поршневых насосов 6, жестко связанных с поршнем пневмопривода 3. Насос для подачи полиизоцианата на высоконапорной стороне имеет выходное отверстие диаметром 20 мм (d_y 20), насос для подачи полиэфирного компонента А-328 и А-329 имеет выходное отверстие меньшего диаметра - d_y I6. Для всаса компонентов состава из расходных емкостей 9, I0 насосы укомплектованы резиновыми шлангами 8 с фильтрами II. На высоконапорной стороне насосов предусмотрены рециркуляционные краны 5 и 5^{I}, позволяющие устанавливать два положения: "Нагнетание" и "Рециркуляция", и манометры для контроля давления I2. При установке кранов в положение "Нагнетание" полиизоцианат или полиэфирный компонент подается в магистраль, а при положении крана "Рециркуляция" - соответствующий компонент циркулирует по замкнутой системе "Расходная емкость - насос - рециркуляционный шланг - расходная емкость". Пневмопривод снабжен краном I7 для регулирования подачи воздуха, блоком подготовки воздуха 2 с фильтром для отделения влаги, содержащейся в сжатом воздухе, и маслораспределителем.

В Н И М А Н И Е ! Установка НАГУС 2I2 содержит детали из алюминиевых сплавов. Категорически воспрещается транспортирование и эксплуатация установки при открытом кожухе.

4.2.2. Комплекс оборудования для нагнетания скрепляющих составов КНС (рис. 3) состоит из автономной маслостанции I и нагнетательной установки 3 с гидроприводом 4 возвратно-поступательного действия и двумя плунжерными насосами 6, расходных емкостей I2 и всасывающих рукавов I0. Для рециркуляции полиизо-

цианата и полиэфира рекомендуется предусмотреть на установке краны 8, 8^{I} и рукава II. Регулировка подачи скрепляющего состава осуществляется дросселем, вмонтированным в насосную установку. На высоконапорной стороне насосов установлены манометры 7.

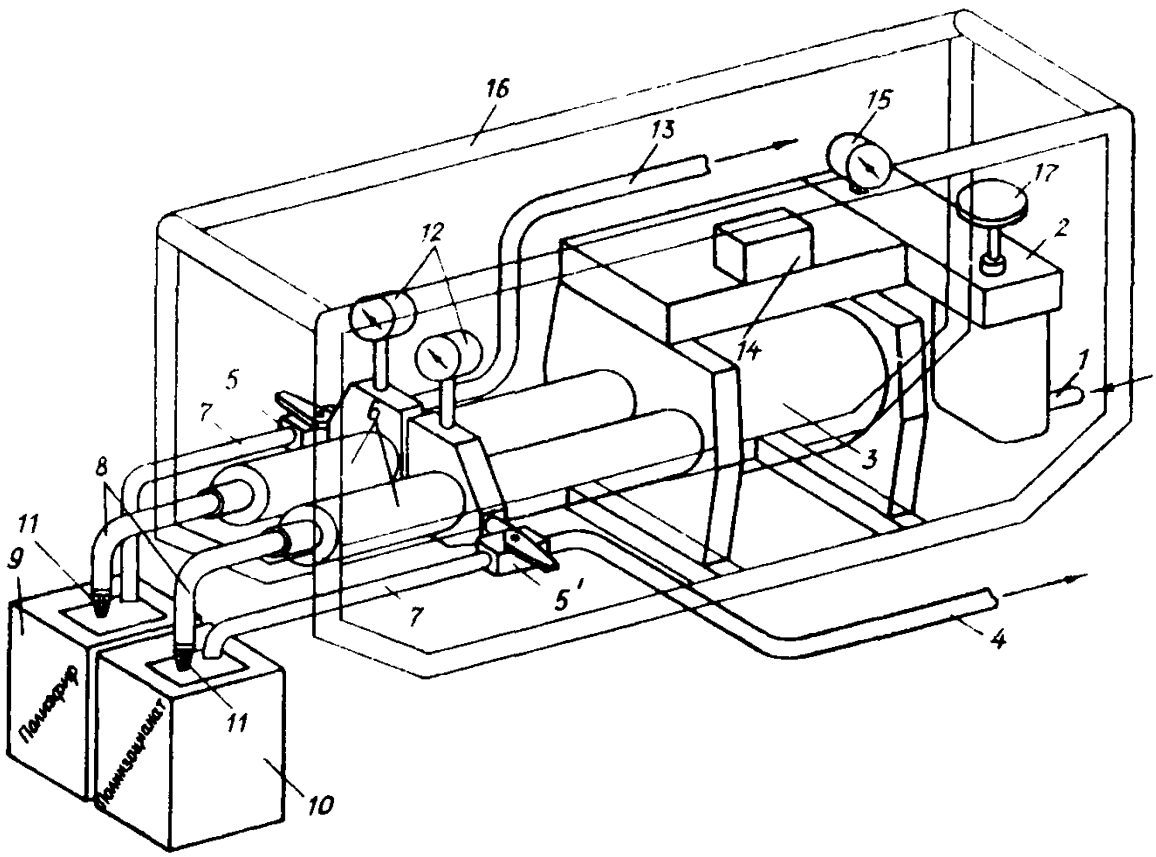

Рис. 2. Принципиальная схема нагнетательной установки типа НАГУС 212:

I - ниппель для подсоединения пневмосети; 2 - блок подготовки воздуха с фильтром и маслораспределителем; 3 - пневмопривод установки; 4, I3 - высоконапорные шланги подачи компонентов состава к шпуру; 5 - кран нагнетания-рециркуляции полиэфира; 5' - кран нагнетания - рециркуляции полиизоцианата; 6 - плунжерные насосы; 7 - шланги рециркуляции компонентов состава; 8 - всасывающие шланги;9, I0 - емкость для полиэфирного А-328 или А-329 и полиизоцианатного компонентов; II - фильтры; I2 - манометры контроля давления нагнетания; I4 - пневмораспределитель; I5 - манометр контроля давления воздуха; I6 - рама; I7 - кран регулирования подачи воздуха

4.2.3. Насосы установок НАГУС 212 и КНС осуществляют вакуумметрическое всасывание компонентов скрепляющего состава из расходных емкостей в объемном соотношении I:I.

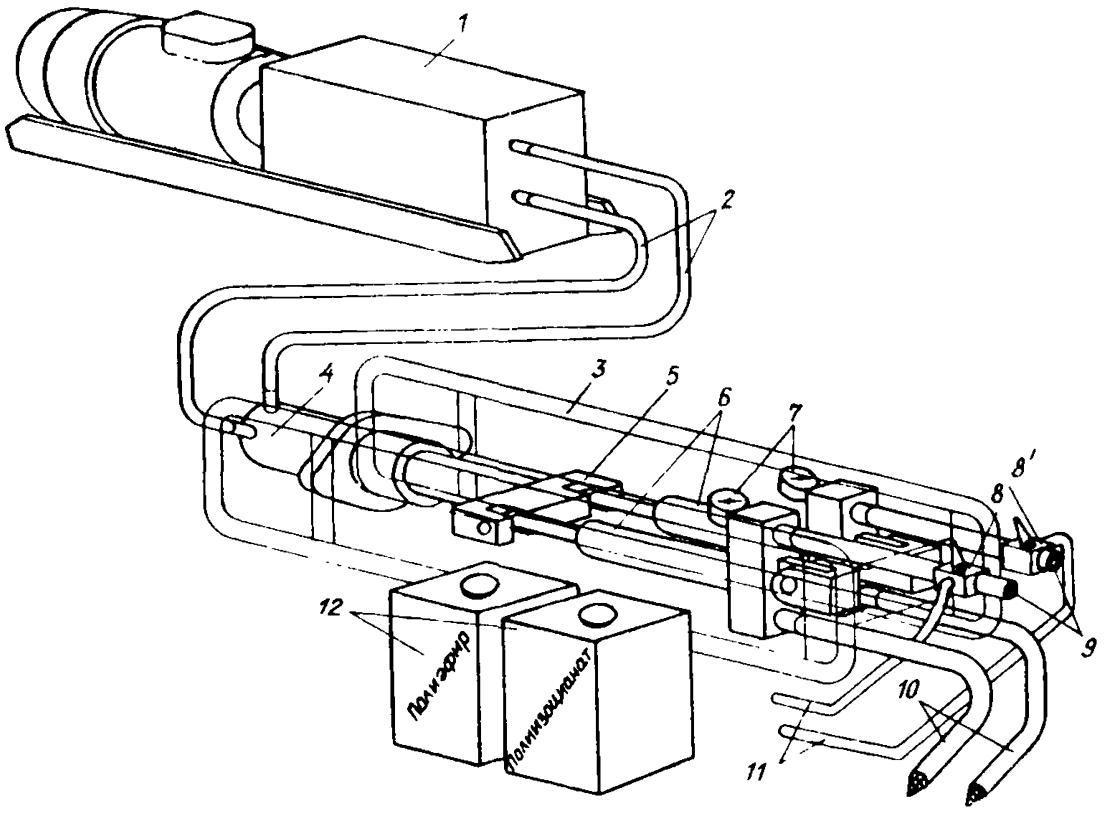

Рис. 3. Схема комплекса КНС:

1 - насосная установка; 2 - магистраль гидропривода; 3 - нагнетательная установка; 4 - цилиндр гидропривода; 5 - траверса; 6 - плунжерные насосы; 7 - манометры; 8, 8' - краны нагнетания-рециркуляции; 9 - высоконапорные шланги подачи компонентов; 10 - шланги всасывающие; 11 - шланги рециркуляции компонентов; 12 - емкости для компонентов

В Н И М А Н И Е ! После окончания работы по нагнетанию для предупреждения заклинивания поршней и плунжеров полости их гидроцилиндров необходимо заполнить шахтолом или другим равноценным маслом.

4.2.4. Нагнетательные установки НАГУС 2I2 и КНС позволяют обеспечивать раздельную подачу компонентов ППУ-скрепляющего состава на расстояние до 300 м.

4.3. Высоконапорная магистраль включает в себя две гибкие высоконапорные линии и отводные рукава (рис. 4). Каждая линия магистрали состоит из мерных рукавов длиной I0 м, соединяемых между собой тройниковыми и линейными муфтами. Максимальная длина

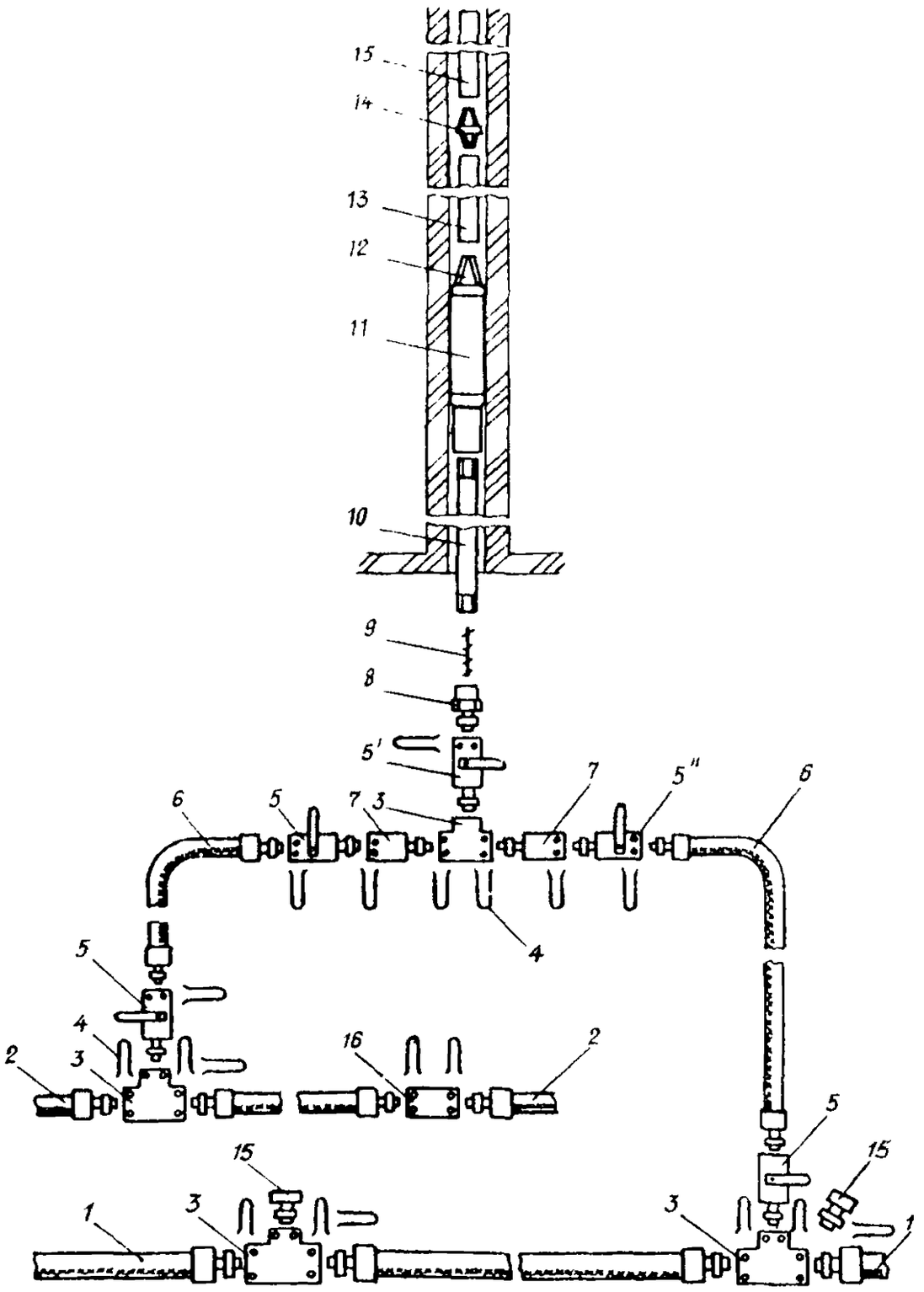

Рис. 4. Схема соединительной запорной арматуры у шпура:

I и 2 - высоконапорные рукава диаметром 20 и I6 мм соответственно; 3 - тройниковые муфты; 4 - соединительные скобы; 5, 5', 5" - краны; 6 - отводные шланги диаметром I0 мм; 7 - обратные клапаны; 8 - ниппель; 9 - статический смеситель; I0 - загрузочная трубка; II - герметизатор; I2 - обратный клапан; I3 - удлинительные трубки; I4 - ниппель; I5 - заглушки; I6 - линейная муфта

высоконапорной магистрали 300 м. На боковом отводе тройниковой муфты устанавливается кран 5. При демонтаже рукавов отверстия в муфтах закрываются заглушками. Элементы высоконапорной магистрали имеют быстроразъемные соединения с помощью скоб. Условный проход рукавов, по которым подаются полиизоцианат и полиэфир, равен соответственно 20 и I6 мм. Установка КНС для обоих компонентов комплектуется шлангами одинаковой площади сечения, диаметр которого 20 мм.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Показатели	НАГУС 2I2	КНС
Энергоноситель	Сжатый воздух давлением 0,3-0,6 МПа	Масло индустриальное 20, подаваемое под давлением 6,3 МПа от автономной станции
Расход энергоносителя	До 2 $м^3$/мин	42 л/мин
Давление нагнетания (максимальное), МПа	I6	I6
Объемная подача (максимальная), л/мин	8,5	8,0
Масса, кг	90	I30
Габариты, мм	430х3I0х890	I270х3I2х3I2

В Н И М А Н И Е ! Насос и элементы магистрали, предназначенные для нагнетания полиизоцианата, категорически запрещается использовать для работы с полиэфирными компонентами. Это приводит к отверждению полиуретана в элементах магистралей и установки и выходу их из строя. При работе с рукавами одинакового диаметра их следует маркировать.

Компоненты скрепляющего состава подаются от магистрали к шпурам по отводным шлангам длиной I0-I4 м с условным проходом I0 мм. Отводные шланги подсоединяются к тройниковым муфтам с кранами.

4.4. Смесительно-запорная арматура состоит из механического герметизатора II, удлинительной I3 и загрузочной I0 трубок, смесителя 9 статического типа, ниппеля 8, шаровых кранов 5, 5′, 5″, тройника 3, и обратных клапанов 7 и I2 (см. рис. 4). Шаровой кран 5′ предназначен для дублирования обратного клапана I2.

5. ТЕХНОЛОГИЯ НАГНЕТАНИЯ ППУ-СКРЕПЛЯЮЩИХ СОСТАВОВ

5.I. Бурение шпуров осуществляется оборудованием, указанным в п.4.I. Устья шпуров для упрочнения пород кровли рекомендуется располагать вблизи линии контакта пласта с кровлей, а при упрочнении угольного пласта - непосредственно в зоне упрочняемой пачки. Шпуры следует бурить по нормали к простиранию основной системы трещин, стремясь подсечь максимальное их количество. Длина шпуров должна составлять 3-4 м, расстояние между шпурами 3-5 м.

5.2. Нагнетательные установки и емкости с компонентами ППУ-скрепляющего состава следует размещать в подготовительной выработке вблизи очистного забоя (см. рис. I) так, чтобы они не загромождали проход и не препятствовали ведению основных горных работ.

В Н И М А Н И Е ! Необходимо исключить возможность попадания воды, породы и угля в расходные емкости с компонентами.

5.2.I. Установку НАГУС 2I2 необходимо подключить к пневмосети участка или к автономному компрессору типа ЗИФ ШВ-5М или ПК-I,75.

5.2.2. Для пуска установки КНС необходимо предварительно подключить к электросети автономную маслостанцию.

5.2.3. От нагнетательной установки к месту упрочнения горного массива необходимо проложить высоконапорную магистраль (см. рис. I). Для соединения рукавов используются линейные и тройниковые муфты (см. рис. 4). Вблизи шпуров, подготовленных для нагнетания ППУ-скрепляющих составов, к тройниковым муфтам подсоединяются краны.

Свободные каналы тройниковых муфт перекрываются заглушками. Магистральные рукава должны быть подвязаны к элементам крепи подготовительной выработки, а в очистном забое - подвязаны к трубопроводу гидросистемы комплекса. В зоне нагнетания ППУ-скрепляющих составов (рис. 4) к кранам подсоединяются отводные шланги, связывающие нагнетательные магистрали I, 2 через обратные клапаны со смесительно-запорной арматурой (загрузочная трубка I0 со смесителем 9 - герметизатор II - удлинительная трубка I3).

В Н И М А Н И Е ! Категорически запрещается использовать изоцианатные рукава для подачи полиэфира и наоборот. Необходимо следить за маркировкой шлангов.

При монтаже высоконапорной магистрали соединения арматуры необходимо смазывать консистентной смазкой.

5.2.4. Для координации работ между персоналом, обслуживающим нагнетательную установку и находящимся в зоне упрочнения массива, следует установить автономную переговорную связь (можно использовать аппараты типа АПК-М и др.).

5.2.5. После монтажа нагнетательного оборудования следует проверить работоспособность установки и герметичность высоконапорной магистрали. Необходимо убедиться в чистоте расходных емкостей и наличии фильтров на всасывающих рукавах. Если в установке стационарные расходные емкости отсутствуют, то всасывающие и рециркуляционные рукава следует ввести непосредственно в банки с соответствующими компонентами состава (см. рис. 2, 3), а затем доливать в эти банки компоненты по мере их расхода.

Переливание компонентов, доставленных к месту ведения работ в крупногабаритной таре (бочках и др.), осуществляется при помощи нагнетательной установки. Для этого всасывающие шланги вставляются в бочки, а рециркуляционные - в соответствующие расходные емкости с приводом кранов управления в полжение "Рециркуляция". Перед открыванием тары крышки тщательно вытереть ветошью. После переливания части компонентов транспортные и расходные емкости необходимо закрыть крышкой.

Краны 5 и 5^{I} установки НАГУС-2I2 (см. рис. 2), а для установки КНС (см. рис. 3) краны 8, 8^{I} следует перевести в положение "Рециркуляция" и включить установку. После установления равномерного потока компонентов состава из обоих рециркуляционных шлангов установку выключить. Проверку работоспособности установки следует производить перед каждым нагнетанием.

В Н И М А Н И Е ! Перед включением установки НАГУС-2I2 необходимо проверить наличие масла в маслораспределителе и давление воздуха в пневмосистеме.

После опробования установки, подключенной к напорной магистрали, необходимо открыть краны на конце магистрали и включить установку в режим "Нагнетание". После заполнения компонентами соответствующих магистральных рукавов краны управления переводятся в положение "Рециркуляция", и установка выключается. Если магистраль была ранее заполнена компонентами состава, необходимо убедиться в ее работоспособности. С этой целью следует открыть краны на конце магистрали и включить установку в режим "Нагнетание". Достигнув равномерного истечения компонентов из обоих шлангов, установку выключить.

Если полиэфирная линия магистрали заполнена полиэфиром, а полиизоцианатная – шахтолом, то подготовка магистрали к работе производится следующим образом. Кран 5 (см. рис. 2) установки НАГУС-2I2 переводится в положение "Нагнетание", а кран 5^{I} – в положение "Рециркуляция"; для установки КНС (см. рис. 3) – соответственно краны 8 и 8^{I}. После этого открывается кран на конце полиизоцианатной линии и включается насос. При появлении из рукавов чистого полиизоцианата установка выключается. При подготовке и опробовании магистрали компоненты состава и шахтол следует слить в пустые банки, закрыть их крышкой и выдать на поверхность.

В Н И М А Н И Е ! Состояние магистрали следует проверять перед каждым нагнетанием путем прокачивания соответствующих компонентов при открытых кранах на конце магистрали.

После заполнения магистрали компонентами ППУ–скрепляющего состава следует проверить герметичность соединений. Для этого необходимо закрыть краны на конце магистрали и включить установку в режим "Нагнетание". По достижении давления I5 МПа установку выключить, снять давление, переключив краны управления в режим "Рециркуляция", и осмотреть соединения магистрали. В случае обнаружения утечек компонентов состава через соединения их надо устранить. Отводные шланги подготавливают к работе аналогичным образом.

5.3. Смесительно-запорную арматуру рекомендуется устанавливать в следующей последовательности. Со стороны обратного клапана I2 к герметизатору II (см.рис.4) подсоединяются удлинительные трубки I3. Причем при длине шпура до 4,0 м подсоединяются две пластмассовые удлинительные трубки, соединенные между собой ниппелем I4, при длине до 3 м – одна. К обратной стороне герметизатора подсоединяется стальная загрузочная трубка I0. Герметизатор II в сборе с трубками проталкивается в шпур так, чтобы вне шпура оставался конец загрузочной трубки длиной 0,2–0,3 м. Вручную, вращая специальным или гаечным ключом концевую часть загрузочной трубки, следует распереть герметизатор в шпуре. Затем в концевую часть загрузочной трубки I0 вставляется смеситель 9 и устанавливается ниппель 8, к которому подсоединяется шаровой кран 5' и тройник 3. К тройнику подсоединяются отводные шланги 6 для подачи компонентов состава из магистрали в шпур.

5.3.I. Для предотвращения перетоков разноименных компонентов состава в процессе нагнетания между тройником 3 и рукавами 6 следует установить обратные клапаны 7 (см. рис. 4) и краны 5, выполняющие функцию дублирования обратных клапанов при промывке шпура полиэфирным компонентом.

5.3.2. До начала процесса нагнетания рекомендуется подготовить, загерметизировать и подключить к магистрали два-три шпура, что позволяет сократить время перехода со шпура на шпур.

5.4. Нагнетание состава необходимо осуществлять в следующем порядке. Стационарные расходные емкости установки нужно заполнить компонентами состава. Если стационарные емкости на установке отсутствуют, необходимо рядом с установкой поставить две банки с компонентами состава, периодически доливая в них соответствующие компоненты. В начале работы нужно открыть краны 5, 5^{I}, 5^{II} отводных шлангов (см. рис. 4), а также магистральные краны перед шпуром и включить установку в режим "Нагнетание". Первые 3-4 мин нагнетание следует вести при небольшой подаче насоса (2-4 л/мин), при этом необходимо следить за плотностью герметизации шпура. В случае вытекания состава из устья шпура прекратить нагнетание и попытаться увеличить распор герметизатора путем вращения с помощью ключа концевой части загрузочной трубки I0. После этого продолжить нагнетание при давлении 0,5-I,2 МПа. Если состав перестал вытекать из шпура, следует увеличить давление до рабочего значения; если продолжает вытекать - приостановить нагнетание, а устье шпура дополнительно уплотнить ветошью, смоченной этим же составом. Уплотнять шпур можно путем проталкивания в него ветоши с помощью длинной отвертки или специально приготовленного для этих целей механического стержня (диаметр 6-8 мм). После прекращения вытекания состава из устья шпура, объемную подачу установки можно увеличить до 8-I2 л/мин.

Объемная подача установок регулируется путем изменения расхода энергоносителя: для установки НАГУС-2I2 с помощью крана I7 (см. рис. 2), а для установки КНС дросселем.

В зависимости от типа состава рекомендуется следующая продолжительность остановки нагнетания без промывки шпура полиэфиром: для состава нормального отверждения - от 7 до I0 мин, ускоренного отверждения - не более I мин.

С целью сокращения времени обработки углепородного массива рекомендуется использовать вынужденные остановки, вызванные выходом состава на обнаженную поверхность углепородного массива

или из шпура, переключив подачу состава в другой шпур. Для этого смесительно-запорную арматуру первого шпура следует промыть полиэфиром в течение 7-10 с при объемной подаче 3...4 л/мин, закрыв кран 5^{II} (рис. 4) и переключив насос подачи полиизоцианата в режим "Рециркуляция".

В Н И М А Н И Е ! В этом случае шпур от магистрали не отключать. Нагнетание в него продолжить после отверждения вытекающего состава.

5.4.1. В процессе нагнетания необходимо следить за равномерным расходом компонентов из обеих расходных емкостей установки. Периодически проверять состояние фильтров на всасывающих рукавах и при необходимости очищать их.

5.4.2. Нагнетание ППУ-скрепляющего состава в шпур следует прекращать и переходить к другому шпуру в следующих случаях:

в шпур подано достаточно большое количество состава (150-200 л);

при неоднократном (до трех раз) вытекании состава на обнаженную поверхность упрочняемого массива или в соседний шпур;

при проявлении отжима пород кровли и угля;

не обеспечена надежная герметизация шпура, в результате чего не прекращается вытекание из него состава.

5.4.3. По окончании нагнетания в каждом шпуре следует в течение 8-10 с промыть полиэфиром съемную часть запорно-смесительной арматуры - загрузочную трубку 10 со смесителем 9 (см. рис. 4). С этой целью необходимо кран 5^{II} закрыть, насос для подачи полиизоцианата включить в режим "Рециркуляция". После промывки следует выключить установку и закрыть краны 5 ,5^{I} и 5^{II}.

Нагнетание в следующий шпур осуществлять после установки в него запорно-смесительной арматуры (см. п. 5.3), открыв краны 5, 5^{I} и 5^{II} (см. рис. 4) и включив установку в режим "Нагнетание".

Отводные шланги предыдущего шпура необходимо отсоединить от тройника 3, протереть концы ветошью и установить на них заглушки, затем от герметизатора нужно отсоединить загрузочную трубку вместе с остальными деталями; отверстие тройника, резьбу на загрузочной трубке и смеситель протереть ветошью. Эти элементы можно использовать при подготовке следующих шпуров.

5.4.4. В случае затвердения состава в элементах смесительно-запорной арматуры их очистку необходимо производить на поверхности шахты. Каналы загрузочной трубки и тройника следует выжечь, остальные детали погрузить в ацетон до размягчения состава, затем очистить механическим путем.

5.5. После окончания работы отводные рукава следует отсоединить от высоконапорной магистрали, закрыть концы заглушками и убрать в безопасное место.

5.5.I. Насос и рециркуляционный рукав подачи полиизоцианата необходимо промыть шахтолом. Для этого оба насоса установки включаются в режим "Рециркуляция", при этом всасывающий рукав для подачи полиизоцианата вставляется в емкость с шахтолом, рециркуляционный - в пустую емкость из-под полиизоцианата. После подачи 5-6 л шахтола промывка установки заканчивается, установка выключается. Краны подачи энергоносителя к установке перекрываются. Все выходные отверстия на магистральных и отводных шлангах следует закрыть заглушками.

5.5.2. Если работы по нагнетанию прекращаются на длительный срок (более чем на неделю), рекомендуется периодически, через каждые 3-4 дня, подавать в магистраль 2-3 л компонентов состава (см. п. 5.2).

5.5.3. При полном завершении работ и демонтаже оборудования полиизоцианат, находящийся в шлангах, следует удалить, заменив его шахтолом. С этой целью насос для подачи полиэфира необходимо включить в режим "Рециркуляция", а насос для подачи полиизоцианата в режим "Нагнетание". Полиэфир допускается оставлять в рукавах и насосе.

6. ПАРАМЕТРЫ ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ УГЛЕПОРОДНЫХ МАССИВОВ ПОЛИУРЕТАНОВЫМ СОСТАВОМ

6.I. Нагнетание полиуретановых составов в упрочняемые массивы горных пород или угля производится через шпуры, пробуриваемые непосредственно из лавы (при упрочнении пород кровли) (см.рис.I) или из штрека. Рекомендуются следующие параметры шпуров:

Глубина, м	3,0...4,0
Диаметр, мм	42
Угол наклона пласта к плоскости, град	IO...20
Расстояние между шпурами, м	3...5
Глубина герметизации (расстояние от устья шпура до герметизатора), м	I,0...I,5

Указанные параметры уточняются в процессе пробных нагнетаний в зависимости от горно-геологических условий и состояния упрочняемого массива.

6.2. Оптимальная глубина шпура 4,0 м. Не рекомендуется нагнетать состав в шпуры глубиной менее 3,0 м, так как из-за небольшой глубины фильтрующей части таких шпуров не обеспечивается качественное насыщение углепородного массива составом. Если по каким-то причинам шпур недобурен (глубина менее 3 м), его необходимо заглушить на глубину не менее I,5 м, использовав для этого герметизатор, химический анкер, глиняную замазку или другие средства. Диаметр шпуров не должен превышать 45 мм, так как механические герметизаторы не рассчитаны на герметизацию шпуров большого диаметра. Угол наклона шпуров к плоскости пласта устанавливают в зависимости от характера и степени трещиноватости упрочняемого массива: при небольшой мощности нарушенной кровли (например ложная кровля до I,5 м) его принимают около IO град, при мощности упрочняемых пород свыше I,5 м – до 20 град.

6.3. В углепородном массиве с горизонтальной слоистостью первые два шпура рекомендуется бурить на расстоянии 6–8 м один от другого. Если при нагнетании полиуретановый состав не вышел в соседние шпуры, рекомендуется уменьшить шаг бурения или пробурить промежуточные шпуры.

6.4. В массивах блочного строения (размер кусков 20–50 см) с равномерно развитой трещиноватостью шпуры рекомендуется бурить через 4–5 м.

6.5. В мелкокусковатых массивах с зеркальными поверхностями ("мыльниками") и перемятостями пород расстояние между первыми шпурами устанавливать через 4–6 м. Корректировку расстояния производить после завершения нагнетания в первые шпуры, руководствуясь рекомендацией п. 6.3.

В породах упомянутой структуры шпуры следует бурить под углом IO град с тем, чтобы, кроме пород кровли, упрочнить также верхнюю пачку пласта, часть которой при выемке угля рекомендуется оставлять.

6.6. Повторное упрочнение углепородного массива с профилактической целью рекомендуется проводить после подвигания забоя на 3,5...4,0 м. Если при подвигании забоя на 2,0...2,5 м состояние массива существенно не улучшилось, нагнетание следует продолжить. При этом шпуры рекомендуется бурить в промежутках между первоначально пробуренными.

6.7. Рекомендуемые параметры нагнетания ПШУ-составов, установленные на основании накопленного опыта работ по практическому применению технологии упрочнения пород на шахтах:

Расход состава на один шпур, кг	100...150
Давление нагнетания, МПа	До 12,0

При упрочнении угольных массивов рекомендуются параметры: расход - до 80 л на шпур, давление нагнетания - 4...6 МПа. В процессе упрочнения эти параметры уточняются опытом. Полное количество ПШУ-состава можно определить ориентировочно по условной площади подлежащего упрочнению массива исходя из примерного расчета: 8...10 кг состава на 1 $м^2$ площади.

7. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ

7.1. На период работ по упрочнению пород или угольного массива на выемочном участке рекомендуется организовать бригаду в количестве не менее четырех человек под руководством горного мастера.

Члены бригады должны выполнять следующие работы: один - управляет установкой на штреке, второй - заливает компоненты состава в расходные емкости и двое рабочих выполняют операции непосредственно в зоне упрочнения: герметизируют шпуры, подключают их к магистрали, осуществляют контроль за ходом нагнетания, ведут переговорную связь с рабочими на штреке.

7.2. Данные о параметрах и результатах нагнетания рекомендуется записывать в журнал (приложение 1). Ведение журнала возлагается на лицо, ответственное за производство работ на участке (см. п. 7.1.). Записи в журнал необходимы для контроля качества упрочнения, корректировки параметров технологии упрочнения, учета расхода полиуретана, выводов об эффективности выполняемых работ.

7.3. Бурение шпуров осуществляется бурильщиками из числа рабочих очистного забоя. Процесс упрочнения углепородных массивов должен быть организован таким образом, чтобы к моменту начала нагнетания было пробурено не менее двух шпуров. В дальнейшем бурение и нагнетание совмещаются во времени.

7.4. Работы по упрочнению неустойчивых горных массивов в очистных и подготовительных выработках необходимо выполнять в ремонтно-подготовительную смену, но при условии полного прекращения основного процесса - добычи угля или проведения выработки. Возможная площадь упрочнения - 100...140 $м^2$ в смену, количество обрабатываемых в смену шпуров - 6...9 шт.

8. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

8.1. Общие требования.

8.1.1. Для ведения работ по упрочнению неустойчивых углепородных массивов к паспорту крепления необходимо составить дополнение с приведением эскиза упрочняемой зоны, указанием назначаемого количества шпуров, их глубины и расположения, углов наклона к плоскости пласта, места расположения нагнетательной установки и емкостей с компонентами скрепляющего состава.

8.1.2. Для работы с ППУ-составами назначенному персоналу необходимо пройти медицинскую проверку на профессиональную пригодность. Противопоказанием для работы с составами являются кожные и аллергические заболевания, хронические заболевания верхних дыхательных путей и слизистой оболочки глаз, другие болезни (сердца, почек, печени).

Лица, допущенные к работе с химическими веществами, должны проходить обязательный медосмотр один раз в шесть месяцев. В случае появления дерматита или конъюнктивита необходимо немедленно обратиться к врачу.

8.1.3. К работе по упрочнению пород и угля ППУ- скрепляющими составами допускаются рабочие и ИТР, прошедшие обучение по специальной программе (приложение 2). Повторный инструктаж по безопасным приемам ведения работ должен производиться через каждые шесть месяцев.

8.1.4. Количество ППУ- скрепляющих составов на месте производства работ не должно превышать объема двухсменной переработки (2 т).

8.I.5. Места временного подземного складирования компонентов ППУ-составов должны быть включены в план ликвидации аварий и план подземной противопожарной защиты и нанесены на план горных выработок с указанием средств противопожарной защиты.

8.I.6. Доставляемые для работы компоненты состава должны быть герметично закрыты. Емкости с составами без необходимости не вскрывать.

8.2. Санитарно-гигиенические меры.

Полиизоцианат марки Б, Д или Т обладает общетоксичным действием и способен вызывать нарушение деятельности центральной нервной системы, особенно его вегетативного отдела, а также сердечно-сосудистой системы. Пары полиизоцианата могут вызывать раздражение слизистой оболочки, верхних дыхательных путей. При остром отравлении возникает бронхопневмония, головные боли и боли в области сердца.

Компоненты А-328 и А-329 имеют меньшую токсичность по сравнению с полиизоцианатом. Однако при попадании в организм они могут оказать общетоксичные изменения в печени и почках без выражения формы отравления. При работе с компонентами необходимо выполнять следующие требования:

8.2.I. Избегать вдыхания паров, попадания компонентов на кожу, в глаза, во внутренние органы.

Персонал, выполняющий работы по нагнетанию ППУ-скрепляющих составов, должен быть обеспечен индивидуальными средствами защиты: грубошерстным или хлопчатобумажным костюмом, защитными очками и резиновыми перчатками. Перед началом работ кисти рук покрываются защитным кремом "Силиконовый" или вазелином.

8.2.2. В случае попадания полиизоцианата или компонентов А-328 и А-329 на кожу необходимо промыть загрязненное место обильным количеством воды. При попадании в глаза или рот их необходимо промыть большим количеством воды или 2%-ным раствором питьевой соды и обратиться к врачу. Для выполнения промывки на месте проведения работ необходимо содержать сосуд с чистой водой или 2%-ным раствором питьевой соды в количестве не менее 5 литров.

8.2.3. При появлении признаков отравления (кашель, слезоточение, затруднительное дыхание, рвота, вялость) необходимо вывести пострадавшего из загазованной зоны на свежую струю воздуха и направить в медпункт.

8.2.4. В случае пролива полиизоцианата или компонентов А-328 и А-329 на почву выработки их необходимо засыпать мелкой породой или углем, собрать в специальную герметичную тару и выдать на поверхность.

8.2.5. Спецодежду, облитую полиизоцианатом или компонентами А-328 и А-329, необходимо дегазировать и выстирать. Дегазацию проводить в течение суток 5...10%-ным водным раствором аммиака с добавлением жидкого моющего средства.

8.2.6. В связи с возможностью возникновения пожара и распространения его на участок содержания или применения ППУ-скрепляющего состава, который в результате воздействия пламени может разлагаться с выделением токсичных веществ, все рабочие добычного участка должны быть обеспечены изолирующими самоспасателями.

8.2.7. В случае возникновения пожара тушение горящих компонентов ППУ-скрепляющих составов должно осуществляться обычными средствами пожаротушения. Для тушения горящего полиизоцианата необходимо использовать в большом количестве воду, что позволяет нейтрализовать бурное тепловыделение.

8.3. Техника безопасности ведения работ.

8.3.1. Работы по нагнетанию ППУ-составов разрешается производить только после проверки ответственным лицом (горным мастером) состояния массива и нагнетательного оборудования.

8.3.2. При работах в зоне нагнетания в случае необходимости должна быть установлена временная предохранительная крепь.

8.3.3. Обслуживающий персонал должен находиться со стороны вентиляционной струи в 1,5-2,0 м от шпура, в который производится нагнетание. Запрещается находиться напротив шпура, так как возможен выброс герметизатора и скрепляющего состава.

8.3.4. Во время нагнетания нельзя находиться в незащищенном крепью призабойном пространстве, так как возможны внезапные обрушения пород и угля.

8.3.5. Допуск посторонних лиц в зоны неустойчивого состояния углепородных массивов и к месту нагнетания ППУ-скрепляющих составов запрещается.

8.3.6. Бурение шпуров, а также монтаж и демонтаж смесительно-запорной арматуры следует производить при неработающем забойном конвейере.

8.3.7. При нагнетании необходимо наблюдать за изменением состояния упрочняемого массива и горной выработки. Отслоившиеся куски пород и угля следует обирать.

В Н И М А Н И Е ! Если из обнаженной поверхности углепородного массива произошло обильное вытекание ППУ-скрепляющего состава его необходимо немедленно засыпать породой и преградить доступ к забойному конвейеру.

Если состав попал в нижнюю ветвь цепи конвейера, его необходимо периодически прокачивать, чтобы исключить приклеивание цепи к рештакам.

8.3.8. Работы по нагнетанию допускается производить только при исправном нагнетательном оборудовании. При нарушении герметичности системы подачи состава работы должны быть прекращены до полного устранения неисправности.

8.3.9. Запрещается эксплуатировать установку без манометров контроля давления в системах подачи энергоносителя и нагнетания компонентов.

8.3.10. Нагнетание в каждый последующий шпур должно осуществляться в направлении, противоположном движению вентиляционной струи.

8.3.11. Отсоединение отводных шлангов от смесительно-запорной арматуры и рассоединение магистрали допускаются после полного снижения давления в системе (до нуля).

Приложение I

ЖУРНАЛ ДАННЫХ ОБ УПРОЧНЕНИИ ПОРОД

Шахта _____

Пласт _____

Очистной забой _____

Мощность пласта _____

Выемочный механизм, глубина захвата рабочего органа _____

Тип крепи _____

Дата	Номер шпура, номер секции крепи	Длина шпура, м	Угол наклона шпура к плоскости пласта, град	Расстояние между шпурами, м	Давление нагнетания, МПа	Расход состава на один шпур, л	Продолжительность нагнетания в шпур, мин	Объемная подача нагнетательной установки, л/мин	Неисправности оборудования и другие причины простоев	Эскиз очистного забоя со схемой расположения шпуров	Состояние кровли и рекомендации для следующего нагнетания
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2

ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ РАБОЧИХ ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ НЕУСТОЙЧИВЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВЫМИ СОСТАВАМИ

Тема I. Общие сведения о технологии упрочнения пород нагнетанием ППУ-составов. Назначение и область применения технологии упрочнения составов, технологических операций процесса упрочнения. Организация работ при нагнетании составов (2 часа).

Тема 2. Оборудование для нагнетания ППУ-составов. Устройство нагнетательного оборудования, монтаж, обслуживание, ремонт и консервация оборудования, средства герметизации шпуров (4часа).

Тема 3. Характеристика скрепляющих ППУ-составов. Общие сведения о компонентах скрепляющего состава, назначение различных марок скрепляющих составов. Условия транспортировки и хранения компонентов ППУ-составов. Проверка годности компонентов состава (2 часа).

Тема 4. Технология упрочнения пород кровли нагнетанием ППУ-составов. Технологические схемы упрочнения. Параметры технологии упрочнения. Технология нагнетания (25 часов).

Тема 5. Меры безопасности при упрочнении пород кровли нагнетанием ППУ-составов. Меры безопасности при работе с компонентами состава и нагнетательным оборудованием:

а) при нагнетании;

б) при выполнении подготовительно-заключительных операций (3 часа).

С О Д Е Р Ж А Н И Е

I. Общие положения. 2

2. Назначение и условия применения способа упрочнения пород ППУ-скрепляющим составом. 3

3. Пенополиуретановые скрепляющие составы ППУ-328 и ППУ-329 5

4. Оборудование для нагнетания ППУ-скрепляющих составов 9

5. Технология нагнетания ППУ-скрепляющих составов . . . I4

6. Параметры технологии упрочнения углепородных массивов полиуретановым составом I9

7. Организация работ. 2I

8. Меры безопасности. 22

Приложение I. Журнал данных об упрочнении пород 26

Приложение 2. Программа обучения рабочих технологии упрочнения неустойчивых горных пород пенополиуретановыми составами 27

РУКОВОДСТВО ПО УПРОЧНЕНИЮ НЕУСТОЙЧИВЫХ ГОРНЫХ ПОРОД И УГЛЯ НАГНЕТАНИЕМ ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВОГО СОСТАНА

Редактор Л.А.Перминова

Художественный редактор Л.Н.Захарьящева.

Подписано к печати 09.03.88 г. Т - 09612

Формат 62,5х84 1/16. Бум. множит. аппаратов.

Печать офсетная.

Уч.-изд.л. 1,9. Тираж 600 экз.

Изд. № 9537. Тип. зак. 840

Цена 21 к.

Институт горного дела им. А.А.Скочинского,
140004, г. Люберцы Моск. обл.

Типография Минуглепрома СССР
140004, г. Люберцы Моск. обл.

gost.e-ecolog.ru