

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА И ГЕОЛОГИИ**

**ГОРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ, ПОДЗЕМНЫХ  
СООРУЖЕНИЙ И ГЕОМЕХАНИКИ**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**ПРОВЕДЕНИЕ ВЫРАБОТОК В ЗОНАХ ЗАВАЛОВ  
И ОБРУШЕНИЙ**

Специальность                    21.05.04. «Горное дело»

Специализация:                Шахтное и подземное строительство

УТВЕРЖДЕНО  
на заседании кафедры  
«Строительство зданий, подземных  
сооружений и геомеханика»  
Протокол № 11 от 04.04.2017 г.

Донецк - 2017

УДК 622.26(076)

ББК 33.15я73

Ш

**Составитель:**

Шкуматов Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительство зданий, подземных сооружений и геомеханика».

Ш

**Конспект лекций по дисциплине «Проведение выработок в зонах завалов и обрушений» [Электронный ресурс]** : для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации «Шахтное и подземное строительство» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. стр-ва зданий, подземных сооружений и геомеханики; сост. А. Н. Шкуматов. – Электрон. дан. (1 файл: 17,4 Мб). – Донецк : ДОННТУ, 2017. – Систем. требования: Acrobat Reader.

Конспект лекций содержит теоретический материал согласно требованиям образовательно-профессиональной программы подготовки специалистов 21.05.04 «Горное дело».

Предназначен для студентов высших учебных заведений всех форм обучения специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации «Шахтное и подземное строительство».

УДК 622.26(076)

ББК 33.15я73

## СОДЕРЖАНИЕ

стр.

### **Тема 1. Общие сведения о завалах и обрушениях в горных выработках. Системы контроля обстановки в горных выработках**

Лекция 1: Общие сведения о завалах и обрушениях в горных выработках..... 4

Лекция 2: Аппаратно-программный комплекс представления и обработки информации об обстановке в горных выработках КАГИ. Унифицированная телекоммуникационная система диспетчерского контроля и автоматизированного управления горными машинами и технологическими комплексами (УТАС)..... 8

### **Тема 2. Общие сведения о технологии проведения специальных выработок в зонах завалов и обрушений.**

Лекция 3: Анализ технологических схем проведения специальных выработок по завалам. Технология бурения скважин «жизнеобеспечения» и спасательных выработок.. 13

Лекция 4: Технологические схемы проведения специальных выработок через купол..... 16

### **Тема 3. Технологии проведения выработок в зонах завалов и обрушений.**

Лекция 5: Технологические схемы проведения выработок в зонах завалов и обрушений. Прогнозирование высоты свода обрушения при завалах..... 19

Лекция 6: Технология разборки завала и извлечения крепи..... 22

Лекция 7: Технология извлечения рельсов и шпал. Укладка клетей..... 27

Лекция 8: Пневмобаллонная крепь. Технология заполнения пустот в куполе..... 33

### **Тема 4. Мероприятия по предотвращению завалов в горных выработках**

Лекция 9: Мероприятия по предотвращению завалов в горных выработках..... 39

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ..... 41**

**Тема 1: Общие сведения о завалах и обрушениях в горных выработках. Системы  
контроля обстановки в горных выработках**  
**Лекция 1: Общие сведения о завалах и обрушениях в горных выработках**

**Общие сведения**

*Обрушения в подземных горных выработках проявляются* в виде вывалов глыб, слоев и кусков породы, отделения части пород кровли или сдвижения всей подработанной породной толщи. Завалы горных выработок обычно происходят из-за несвоевременного ремонта крепи, неправильного ведения работ по ремонту, внезапного увеличения горного давления при посадке лав, горных ударов, внезапных выбросов угля, породы и газа, взрывов метановоздушной смеси и угольной пыли, схода подвижного состава с рельсового пути и других причин [1].

Произвольное обрушение на большой площади (осадка кровли) вызывает динамические нагрузки на выработки и воздушные удары в них. Предотвращение или снижение вредных последствий обрушений производят путём установки крепи в выработках и управления поведением боковых пород. Обрушения горных выработок являются довольно распространенными причинами травматизма людей.

Завалы, в т.ч. после горных ударов характеризуются быстрым обрушением больших объемов горной массы, в результате чего горная выработка выходит из строя, а под обрушением или за ним могут оказаться люди. При этом для людей, оказавшихся застигнутыми обрушением, а также ведущих спасательные работы, появляются *дополнительные* опасности:

- повторные завалы и обрушения, загазирование выработок в результате нарушения или полного прекращения проветривания;
- пожары от короткого замыкания в электрокабелях при их нарушении;
- внезапные выбросы угля и газа на выбросоопасных пластах.

*Причины обвалов.* Главной причиной нарушения крепи и обвалов пород в горных выработках является несоответствие вида и параметров принятой крепи горно-геологическим, гидрогеологическим и горнотехническим условиям сооружения и поддержания стволов.

Обвалы могут быть вызваны отсутствием учета:

- воздействия повышенного горного давления в зонах влияния угольных целиков, оставленных в смежных угольных пластах;
- надработкой или подработкой выработки сближенными угольными пластами;
- наличия на участке обвала в выработке тектонического нарушения и зоны сильно трещиноватых пород со значительно сниженной устойчивостью;
- достоверных сведений о прочности, трещиноватости, обводненности и устойчивости вмещающих пород.

Причинами вывалов, по мнению различных исследователей, также являются:

- действие сил тяжести пород в объёме свода обрушения;
- вод обрушения в условиях упруго сжатого контура;
- свод обрушения есть результат образования вокруг выработки областей неупругих деформаций.

Анализ статистических данных показывает: 33% несчастных случаев происходит на шахтном транспорте (несоблюдение минимальных зазоров, плохое состояние рельсовых путей и транспортных средств). Следующими причинами травматизма являются завалы и обрушения – 29% общего количества. При этом не наблюдается сокращения их ежегодного количества. Протяженность завалов составляет от 3-х до 20-ти м, в отдельных случаях – до 42 м. Толщина слоя обрушившихся пород составляла от 1,3 м до 6,9 м. Наибольшая частота обрушений имела место в лавах и подготовительных забоях – 67% общего числа аварий.

Классификация и частота завалов и обрушений в горных выработках за 10 лет наблюдения в регионе приведены в табл.1.1 [1].



Таблица 1.1 – Классификация и частота завалов и обрушений в горных выработках за 10 лет

| Место завала                            | Количество завалов | Частота, % |
|---|--------------------|------------|
| Лавы                                    | 235                | 51,4       |
| в т.ч. пологое падение                  | 74                 | 16,2       |
| крутое, крутонаклонное<br>и наклонное   | 161                | 35,2       |
| Тупиковые выработки                     | 72                 | 15,7       |
| в т.ч. пологое падение                  | 54                 | 11,8       |
| крутое, крутонаклонное<br>и наклонное   | 18                 | 3,9        |
| Сквозные выработки                      | 56                 | 12,2       |
| в т.ч. пологое падение                  | 38                 | 8,3        |
| крутое, крутонаклонное<br>и наклонное   | 18                 | 3,9        |
| Сопряжение лав со<br>штреками           | 46                 | 10,1       |
| в т.ч. пологое падение                  | 28                 | 6,2        |
| крутое, крутонаклонное<br>и наклонное   | 18                 | 3,9        |
| Разрезные печи,<br>гезенки, скаты, орты | 48                 | 10,5       |
| в т.ч. пологое падение                  | 7                  | 1,5        |
| крутое, крутонаклонное и на-<br>клонное | 41                 | 9,0        |
| Всего                                   | 457                | 100        |
| в т.ч. пологое падение                  | 201                | 44         |
| крутое, крутонаклонное<br>и наклонное   | 256                | 56         |

Вывалы происходят и при буровзрывной и комбайновой технологиях проведения горных выработок. Подобные вывалы создают дополнительную нагрузку на крепь, часто приводящую к её мгновенному разрушению и, следовательно, к возникновению аварийных ситуаций. Вывалы были исследованы при выполнении следующих работ:

- перекреплении и расширении проектного сечения выработок и разделке сопряжений;
- комбайновом проведении горной выработки;
- ведении буровзрывных работ;
- вывалах в близлежащих выработках при ведении взрывных работ в режиме сотрясательного взрывания.

Диапазон горно-геологических условий проведения горных выработок:

- глубина заложения  $H=80-1160$  м;
- коэффициент крепости вмещающих пород  $f=3-10$ ;
- угол падения пород  $\alpha = 0-74^\circ$  ;
- площадь поперечного сечения выработок  $S = 5,2 - 26 \text{ м}^2$ .

Из перечисленных пяти причин вывалов 4 относятся к собственно процессу проведения выработок по комбайновой или буровзрывной технологии. По высоте вывалы распределились следующим образом:

- высотой до 1 м – 18,1%;
- от 1 до 2-х метров – 49,2%;

- от 2 до 3-х метров – 13,8%;
- свыше 3 –х метров – 18,9%.

Максимальная зарегистрированная высота вывалов составила 14,0 м. Объём вывалов колеблется от 3,6 м<sup>3</sup> до 2000 м<sup>3</sup> при длине вдоль выработки от 1 м. до 100 м. Крупные вывалы по длине выработки, как правило, приурочены к местам геологических нарушений и наличию сильно обводнённых пород в кровле выработки.

При комбайновом проведении выработки вывалы происходят на некотором расстоянии от забоя, а при буровзрывном – в призабойной части выработки во время ведения взрывных работ. Случаев вывалов породы из кровли выработок, проводимых буровзрывным способом, на расстоянии 10-30 м. от забоя зарегистрировано не было.

Результаты натуральных наблюдений за вывалами породы из кровли выработок и анализ имеющихся данных о вывалах позволил установить механизм вывалообразования при комбайновой и буровзрывной технологии.

При комбайновом проведении законтурный массив выработки остаётся в нетронутом состоянии, и в нём отсутствуют трещины от взрывных работ. Забой выработки сдерживает деформации вмещающего массива пород. И хотя часть массива, непосредственно прилегающая к забою, и претерпевает некоторые деформации, основная часть не реализуется ввиду того, что действующего напряжения недостаточно для разрушения горного массива, находящегося в трёхосном напряжённом состоянии.

При удалении забоя выработки и, соответственно, переходе массива из трёхосного напряженного состояния в двухосное, его предельная сопротивляемость разрушающим напряжениям снижается, что в случае слабых вмещающих пород в кровле выработки приводит к их разрушению. Если при этом кровля выработки представлена слоистыми породами типа аргиллитов или алевролитов, имеющих естественные поверхности ослабления, то процесс разрушения породы, в первую очередь, реализуется по поверхности ослабления, что приводит к вывалообразованию.

Размер вывала определяется расстоянием от поверхности ослабления, по которой произошло разрушение контактов породных слоёв. Для этого достаточно, чтобы нормальные и касательные напряжения на поверхности ослабления  $\sigma_n$  и  $\tau_n$  были больше их прочности на сдвиг. Эти вывалы создают динамическую нагрузку на уже созданную крепь и, в случае её не качественного контакта с массивом пород, приводят к обрушению крепи на расстоянии 10- 30 метров от забоя выработки. Это создаёт аварийную ситуацию и резко ухудшает безопасность ведения работ по проходке выработки. На ликвидацию подобных аварий затрагиваются значительные материальные и трудовые ресурсы, продолжительность ремонтных работ составляет 3 – 5 суток, что резко снижает эффективность использования рабочего времени проходческих комбайнов.

При буровзрывном проведении выработок в аналогичной ситуации эти вывалы также происходят. Но при проведении выработок по буровзрывной технологии вокруг них под воздействием на породный массив взрывных работ формируются зоны технологической неоднородности, породы в которых уже в первоначальный момент времени после проведения разрушены трещинами. Поэтому вывалы породы из кровли в этом случае реализуются непосредственно во время взрывных работ при динамическом воздействии взрывной волны.

На устанавливаемую в выработке крепь они, в основном, влияния не оказывают и могут определять только выбор предохранительной и временной конструкции крепи. Однако, и в этом случае, они негативно сказываются на условиях проведения выработки, так как могут разрушить ближайшие к забою 5-6 рам крепи, а образующиеся купола не позволяют производить качественную забутовку закреплённого пространства и требует выкладки костров и, наконец, они увеличивают площадь породного обнажения и сечение выработки в проходке, что требует дополнительных времени и затрат на уборку излишка горной породы.

Среди многообразных форм вывалов 73% имеют сводчатую и конусные формы (рис. 1.1).

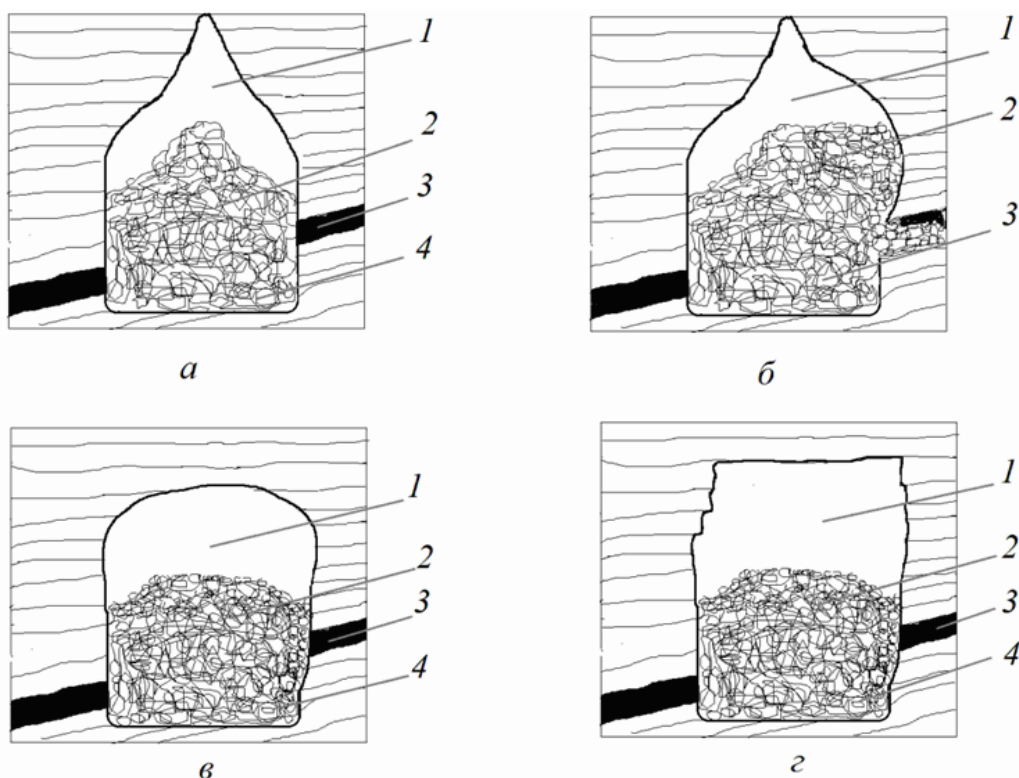


Рисунок 1.1 - Свод обрушения кровли в подготовительной выработке: *а* – при слабых породах без совмещения; *б* – при слабых породах со смещением; *в* – при крепких породах кровли; *г* – при наличии в кровле устойчивой породной пачки

Величина, форма и состояния завала влияют на возможность проникновения вовнутрь. При наличии в кровле выработки слабых глинистых сланцев обрушенная порода 1 состоит в основном из мелких кусков, а свод обрушения 2 имеет стрельчатую форму (рис. 1.1, *а*). Если с верхней стороны штрека 4 пласт 3 выработан, то вершина свода 2 обычно смещается в стороны восстания, где происходит сильное обрушение его боков (рис.1.1, *б*). В таких случаях проникнуть к людям за завал через купол обрушения очень сложно и опасно.

При обрушениях в выработках с устойчивой кровлей основная масса завала 1 состоит из крупных кусков и глыб (от 0,5 до 1,5 м и более), свод 2 обрушения в большинстве случаев имеет купольнообразную форму и полностью породой не заполнен (рис. 1.1, *в*), что позволяет иногда проникнуть к людям за завал посредством проведения ходка через купол обрушения.

## **Тема 1: Общие сведения о завалах и обрушениях в горных выработках. Системы контроля обстановки в горных выработках**

### **Лекция 2: Аппаратно-программный комплекс представления и обработки информации об обстановке в горных выработках КАГИ. Унифицированная телекоммуникационная система диспетчерского контроля и автоматизированного управления горными машинами и технологическими комплексами (УТАС).**

#### **2.1 Аппаратно-программный комплекс представления и обработки информации об аэрогазовой обстановке в горных выработках**

В МакНИИ разработан аппаратно-программный комплекс представления и обработки информации об аэрогазовой обстановке в горных выработках (КАГИ). Комплекс предназначен для использования на угольных шахтах III-ей категории по газу и выше для приема, преобразования, представления оператору АГК, обработки, выдачи и хранения поступающей на поверхность шахты информации от аппаратуры автоматического контроля содержания метана, телеконтроля расхода воздуха в горных выработках, а также от другой аппаратуры и датчиков, имеющих унифицированный выходной сигнал.

Структура комплекса приведена на рис.2.1.

Комплекс КАГИ ориентирован на уже применяющуюся контролируемую аппаратуру и оборудование и не требует замены ее подземной части. Образцы комплекса информационной системы КАГИ внедрены на АП «Шахта им. Засядько», «Краснолиманская», им. Баракова и ряде других шахт. В перспективе комплексами КАГИ предусматривается оборудовать шахты III-ей категории по газу и выше. Нужно отметить, что комплекс КАГИ является чисто информационным (представляет информацию горному диспетчеру) и не участвует в отключении объектов, контролируемые параметры которых достигают предельной величины, или в выдаче рекомендаций по исправлению возникающих сложных аварийных ситуаций.

Применение КАГИ позволяет:

- в концентрированном и удобном виде представлять оператору всю оперативную информацию об аэрогазовой обстановке в горных выработках;
- анализировать оперативную информацию и выдавать текстовые сообщения;
- регистрировать и сохранять на магнитных носителях последовательность и динамику всех событий об аэрогазовой обстановке и выданные рекомендации и предупреждения, т.е. выполнять функции «черного ящика»;
- оперативно распознавать опасные изменения аэрогазовой обстановки;
- осуществлять контроль линий телеизмерения;
- осуществлять ретроспективный анализ накопленной информации;
- выводить на печать необходимую информацию для оценки аэрогазовой обстановки, сгруппированную и систематизированную по технологическим объектам контроля и другим удобным для анализа образом;
- оценивать динамику процессов изменения содержания метана и расхода воздуха в горных выработках для заблаговременного принятия мер по предупреждению аварийных ситуаций;
- выполнять расчеты, обеспечивать телефонную связь между подземной аппаратурой АГК и оператором на поверхности.

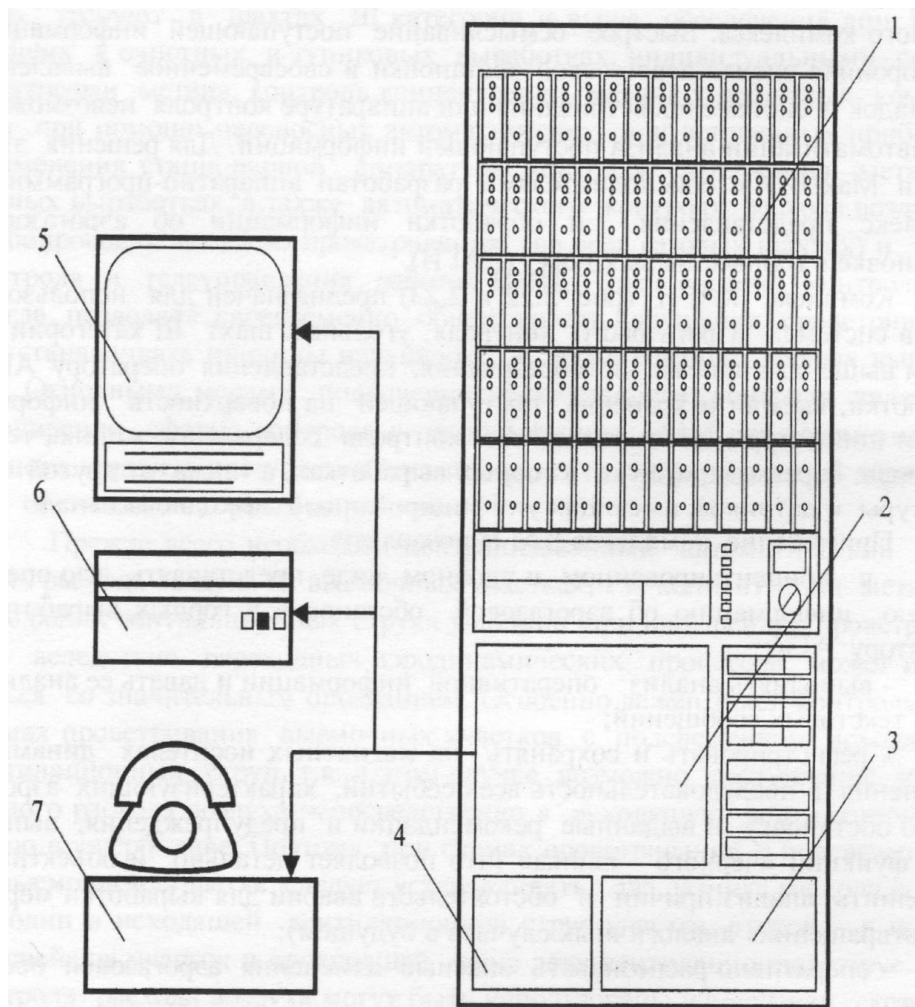


Рисунок 2.1 – Структурная схема аэрогазового комплекса КАГИ: 1 – устройство приема и преобразования информации (УПИ); 2 – микропроцессорный подкомплекс контроля и управления; 3 – блок питания; 4- входной кросс; 5 – персональный компьютер; 6- принтер; 7 –автономный пульт индикации с телефоном

## 2.2 Унифицированная телекоммуникационная система диспетчерского контроля и автоматизированного управления горными машинами и технологическими комплексами (УТАС)

В Донбассе (ГП «Петровский завод угольного машиностроения», МакНИИ, «Шахтоуправление «Донбасс», шахта «Щегловская-Глубокая») создана, изготовлена и внедрена на указанных шахтах новая *унифицированная телекоммуникационная система диспетчерского контроля и автоматизированного управления горными машинами и технологическими комплексами (УТАС)* [2].

УТАС – одна из прогрессивных систем, с помощью которой может контролироваться безопасность одновременного выполнения целого ряда технологических процессов, в том числе работы конкретных машин и механизмов, состояние производственной среды и многие другие параметры.

Система УТАС может работать на автономной основе и одновременно дополнять функции КАГИ и других применяющихся на шахте систем безопасности. Данная система многофункциональная и может осуществлять контроль за проветриванием горных выработок, газовой обстановкой, технологическими процессами, ведением взрывных работ, работой стационарного оборудования, безопасностью эксплуатации конвейерных линий, водоотливов, противопожарной защитой и пр.

Система позволяет в постоянном режиме своевременно выявить сбои в работе технологического оборудования, обнаружить предаварийные ситуации, связанные с превышением концентрации метана в горных выработках, нарушением их проветривания и в автоматизированном режиме при возникновении аварийных ситуаций отключить подачу электроэнергии на технологическое оборудование. Вся эта комплексная оперативная информация в постоянном режиме поступает на дисплей горного диспетчера.

Система УТАС изготовлена Петровским заводом угольного машиностроения по лицензии английской фирмы TROLEX. Она предназначена для применения на шахтах всех категорий, а так же опасных по газу и пыли, сверхкатегорийных и опасных по внезапным выбросам угля и газа. Система может работать автономно или совместно с другими аппаратными комплексами и системами, обеспечивающими безопасность ведения горных работ в горных выработках.

Система обеспечивает выдачу на диспетчерский пункт следующей информации о рудничной атмосфере в горных выработках, включая:

- концентрацию угарного газа (СО) в выработках;
- концентрацию метана в выработках;
- скорость воздуха в вентиляционном трубопроводе тупиковой выработки;
- скорость воздуха в вентиляционном канале вентилятора главного проветривания (ВГП);
- дифференциальное давление воздуха, создаваемое вентилятором главного проветривания;
- фактическое положение вентиляционных дверей;
- температуру исходящей струи воздуха из тупиковой выработки;
- температуру воздуха в стволе;
- температуру воздуха в горных выработках;
- температуру пара в калориферной установке.

На рис. 2.2 представлена схема применения системы УТАС для контроля конвейерного транспорта на шахте.

К диспетчеру постоянно поступает информация в процессе работы системы УТАС о состоянии эксплуатации машин и механизмов, включая:

- температуру корпуса электродвигателя;
- температуру подшипников электродвигателя (ВГП, насосов водоотлива);
- температуру масла системы охлаждения подшипника ВГП;
- температуру подшипников редуктора;
- скорость движения ленты конвейера;
- угловую скорость вращения приводного барабана;
- вибрацию электродвигателя;
- давление воды в противопожарном ставе;
- ток электродвигателя конвейера, комбайна;
- заполнение бункера до верхнего уровня;
- уровень воды главного водоотлива.

Она позволяет осуществлять контроль и управление магистральными и участковыми конвейерами, защиту от пожаров на ранней стадии возгорания. Информация о работе конвейеров выдается на пульт главного диспетчера.

Комплекс системы включает три модуля:

- модуль сбора и первичной обработки информации, представляющий собой совокупность датчиков и устройств, обеспечивающих сбор контролируемых данных;
- модуль передачи данных, состоящий из передающих устройств (контроллеры, репиторы) и линий связи;
- модуль анализа собранной информации и управления машинами и комплексами, представляющий собой поверхностный вычислительный комплекс с программным обеспечением.

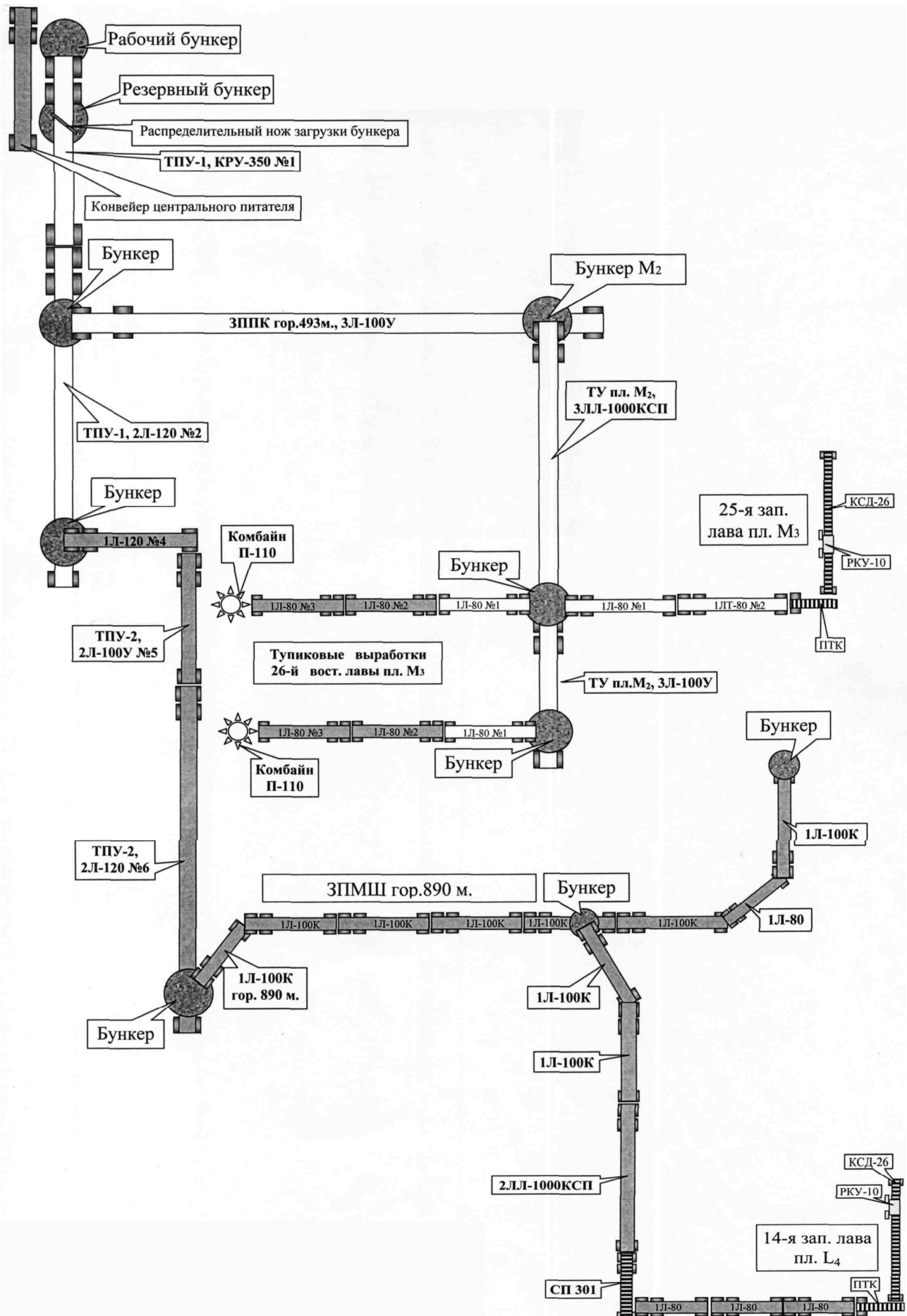


Рисунок 2.2 - Схема применения системы УТАС для контроля конвейерного транспорта на ш. "Трудовская" ГП "Донецкуголь" [2]

Контроллеры передают информацию по линиям связи на расстояние до 2 км. Для передачи данных на расстояние более 2 км используются репиторы, которые восстанавливают форму сигнала и корректируют ошибки. Устройство световой и звуковой сигнализации обеспечивает световую и звуковую сигнализацию об аварийных режимах Искробезопасную связь поверхностного вычислительного комплекса с оборудованием, расположенным под землей, обеспечивает барьер безопасности. Система работает от искробезопасного постоянного напряжения 12 В, 0,5 А.

Для внедрения системы УТАС на конкретной шахте должен разрабатываться соответствующий технический проект. Исходными данными для разработки технического проекта являются схемы вентиляции и электроснабжения шахты, схема расстановки датчиков аэрогазового контроля шахты, утвержденная МакНИИ, задание на проектирование с указанием перечня контролируемых объектов, утвержденных главным инженером, временное руководство по оборудованию и эксплуатации систем аэрогазового контроля в угольных шахтах, правила безопасности в угольных шахтах.

В зависимости от особенностей шахты, имеющих проблемных вопросов по обеспечению безопасности работ, оснащению оборудованием и механизмами делается типизация системы УТАС применительно к конкретным условиям. Монтаж системы осуществляется в соответствии с проектом заводом – изготовителем, электромеханической службой шахты и специализированной монтажной организацией.

Прием–сдача системы УТАС в эксплуатацию производится после предварительной промышленной проверки ее в течение одного месяца работы комиссией, назначаемой приказом по ГП, в которую должны входить главный инженер, главный энергетик, начальник и механик участка ВТБ, государственный горнотехнический инспектор, представители МакНИИ, представители ГП „Петровского завода угольного машиностроения”.

В зависимости от ситуации управляющие команды передаются для отключения подземного оборудования или поступают диспетчеру в виде рекомендаций для принятия решений.



## Тема 2: Общие сведения о технологии проведения специальных выработок в зонах завалов и обрушений

### Лекция 3: Анализ технологических схем проведения специальных выработок по завалам. Технология бурения скважин «жизнеобеспечения» и спасательных выработок

#### 3.1 Анализ технологических схем проведения специальных выработок по завалам

Выбор технологии проведения специальных выработок в зонах завалов и обрушений производится с учётом влияния на эффективность работ таких факторов, как угол наклона пласта, устойчивость вмещающих пород, крепость угля, размер и место обрушения и т.п. Причём, исходят из того, что с увеличением угла наклона пласта или выработки значительно усложняются работы по разборке завала снизу из-за угрозы перемещения обрушившейся массы, а при подходе к пострадавшим сверху резко сокращаются темпы этих работ, так как затрудняется транспортирование отбитой горной массы снизу вверх и др.

Снижение устойчивости боковых пород, как правило, влечёт за собой изменение технологии работ по разборке завалов или проведения обходных выработок, что в свою очередь приводит к увеличению трудоёмкости и продолжительности горноспасательных работ. При крепком угле скорость проведения обходных выработок меньше скорости проведения присечки, с уменьшением объёма завала предпочтение может быть отдано его разборке. Место обрушения учитывается при решении вопроса о целесообразности спасения людей в лавах крутых пластов разборкой завалов или выпуском обрушенных пород [1].

Исследование статистического материала об опыте применения в лавах различных способов спасения людей показало, что наибольшее влияние на выбор того или иного способа оказывают угол наклона пласта (выработки) и место обрушения. На рис.3.1 приведено распределение вероятностей спасения людей при обрушениях в лавах с различным углом наклона пласта.

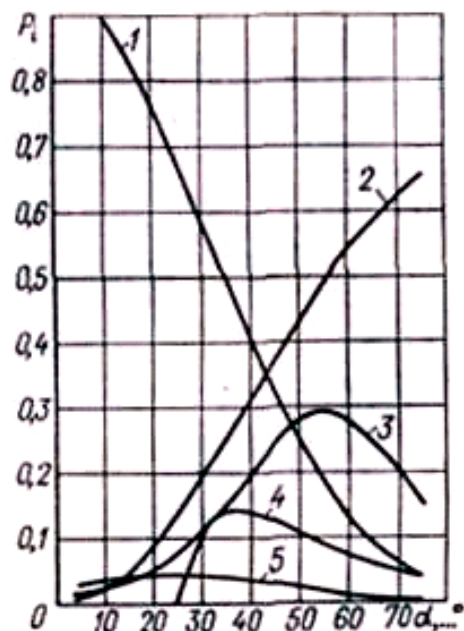


Рисунок 3.1 - Распределение вероятностей  $P_i$  спасения людей при обрушениях в лавах с различным углом наклона пласта  $\alpha$ : 1-разборкой завала; 2-проведение обходных выработок по углю; 3-проведение обходных выработок по углю и поисковых по завалу; 4-выпуском обрушенных пород; 5-проведением выработок вприсечку по углю

Наиболее часто используются следующие технологические схемы.

Схема 1. Разборка завалов осуществляется преимущественно при спасении людей в лавах на пластах пологого падения и в подготовительных выработках. На пластах крутого

падения этот способ находит применение на завалах в очистных забоях, разрабатываемых по щитовой системе или горизонтальными слоями, так как завалы в таких забоях, как правило, незначительны по площади и имеется безопасный подход к местонахождению пострадавших. При завалах в лавах крутого падения на пластах малой или средней мощности этот способ применяется крайне редко, в основном при небольших обрушениях.

Схема 2. Обходные выработки по углю с выходом в куток уступа или в завал проводятся при спасении людей в лавах на пластах крутого и наклонного падения, например на шахтах Центрального района Донбасса, разрабатывающих пласты угля сплошной системой с потолкоуступной формой забоя. Для этого из кутков сохранившихся уступов параллельно линии забоя проходят (преимущественно снизу вверх) выработки, которыми поочередно вскрывают кутки заваленных уступов, где могут оказаться пострадавшие. При незначительных завалах (2-3 уступа) такой способ обеспечивает возможность обследования кутков уступов за сравнительно короткое время, не превышающее, как правило, одни сутки. При необходимости обследования 5-6 и более уступов время горноспасательных работ затягивается, так как они обычно ведутся последовательно в одном направлении, и кутки обследуются поочередно.

Эту схему проведения обходных выработок по углю следует считать основной при спасении людей в лавах с углом наклона  $40^\circ$  и больше.

Схема 3. Поисковые выработки по завалу, как правило, проходят после обследования кутков заваленных уступов для спасения людей, оказавшихся в зоне обрушенных пород. Чаще всего этот способ применяется при спасении людей в лавах пластов крутого и наклонного падения.

Схема 4. Выработки вприсечку по углю проходят преимущественно для спасения людей на пластах пологого падения. При этом вдоль границы завала, чаще всего снизу, проходят спасательную выработку в район вероятного местонахождения пострадавших. Такая схема работ обеспечивает быстрое обследование границы завала, восстановление нормального проветривания и оказания помощи пострадавшим. Проходка присечек по сравнению с другими используется очень редко и существенно не зависит от угла наклона выработки в диапазоне  $0-40^\circ$ . С увеличением угла этот способ спасения людей следует применять в случае устойчивых боковых пород, крепкого угля или повышенной выбросоопасности пласта.

Схема 5. Выпуск обрушенных пород осуществляется в исключительных случаях - при спасении людей, застигнутых в нижней части лав пластов крутого и наклонного падения при незначительном объёме обрушения, когда породы, переместившись вниз, в незаваленную часть лавы, только перекрывают выход из неё, и отсутствует угроза травмирования пострадавших. Однако этот способ является далеко не безопасным, так как зачастую сопровождается дополнительными обрушениями и сдвижением пород.

### **3.2 Технология бурения скважин «жизнеобеспечения» и спасательных выработок**

Для обеспечения оказавшихся за завалом людей воздухом, медикаментами и водой бурят скважины «жизнеобеспечения» небольшого диаметра. Самая глубокая горизонтальная скважина в мире, глубиной 1300 м, пробурена в Болгарии. В нашем регионе для бурения таких скважин применяют станок НКР-100М (приложение В [7]),  $\varnothing 105$ , максимальная глубина – 100 м. Схема размещения оборудования при бурении скважины жизнеобеспечения приведена на рис. 3.2.

После бурения скважины жизнеобеспечения вместо станка НКР-100М устанавливают буровой станок БГА4-01 или буровую машину «Стрела-77» с пневмоприводом. Скважина жизнеобеспечения служит направляющей. Диаметр основной скважины – 500 (850) мм.

Технологическая схема бурения выработки  $\varnothing 1000$  буровой машиной «Стрела-77» приведена в ПЗ №2 [6]. Бурение выработки осуществляется по предварительно пробуренной скважине жизнеобеспечения  $\varnothing 105$ . В месте бурения скважины перед установкой машины необходимо подготовить окно размером  $1,2 \times 1,2$  м.

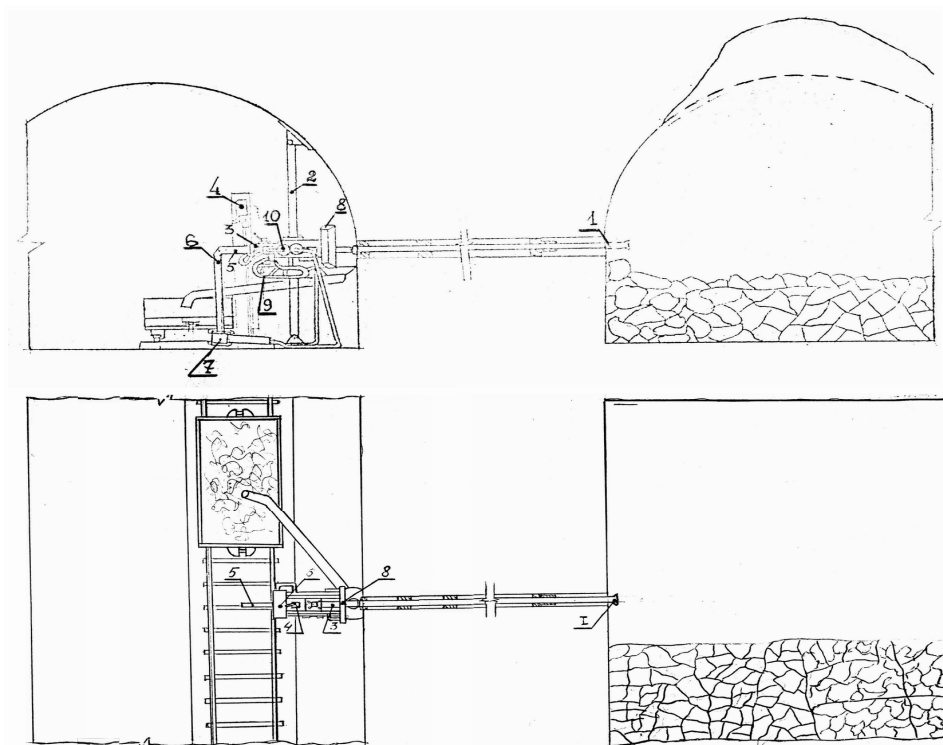


Рисунок 3.2 – Технологическая схема бурения скважин жизнеобеспечения Ø105

Для этого снимают один из элементов крепи или раму передвигают в сторону. Допускается одновременное извлечение не более 2-3 затяжек сверху вниз в двух промежутках между рамами крепи с последующей заменой их распилками.

При малых углах наклона выработок ( $2^{\circ}$ - $40^{\circ}$ ) буровую машину устанавливают на опорные подмости (ПЗ №2 [6]) из рельсов или шпал, соединяемых друг с другом при помощи хомутов и гидростойки.

При углах бурения  $2^{\circ}$ - $40^{\circ}$  машина должна быть закреплена четырьмя отрезками цепи с фаркопами к стальным стержням диаметром не менее 30 мм и длиной не менее 1,5 м, установленным в шпур, пробуренные в боковые породы выработки под углом  $90^{\circ}$  к растяжке.

При углах бурения  $75^{\circ}$  и выше машина дополнительно распирается в бока выработки двумя винтовыми домкратами. Для направления става подачи на каждой 5-й штанге устанавливают опорные фонари. На расстоянии 1,0 м от устья скважины в выработке, опасной по газу, со стороны исходящей струи воздуха на раме крепи у кровли необходимо устанавливать датчик метан-реле машины.

Погрузка породы при бурении должна осуществляться непосредственно в вагонетки или на конвейер.

*Анализ технологий бурения специальных выработок* позволил сделать следующие выводы:

- бурение выработок для эвакуации попавших под завал выполняют как с поверхности (до глубины 500 м), так и из подземных горных выработок;
- на практике применяют комбинированные (бурение – ручная выемка горной массы) технологические схемы, однако, они имеют высокую трудоемкость и низкую скорость (не более 0,1 м/ч).

Фактическая скорость бурения специальной выработки составляет 0,15-1,1 м/ч. Преимуществами по сравнению с другими технологическими схемами является безлюдное проведение и отсутствие сейсмического эффекта.

## Тема 2: Общие сведения о технологии проведения специальных выработок в зонах завалов и обрушений

### Лекция 4: Технологические схемы проведения специальных выработок через купол

При обрушениях в выработках с устойчивой кровлей основная масса завала состоит из крупных кусков и глыб (от 0,5 до 1,5 м и более). Свод обрушения, в большинстве случаев, имеет куполообразную форму и полностью породой не заполнен, что позволяет проникать к людям за завал посредством проведения ходка через купол обрушения (рис. 4.1).

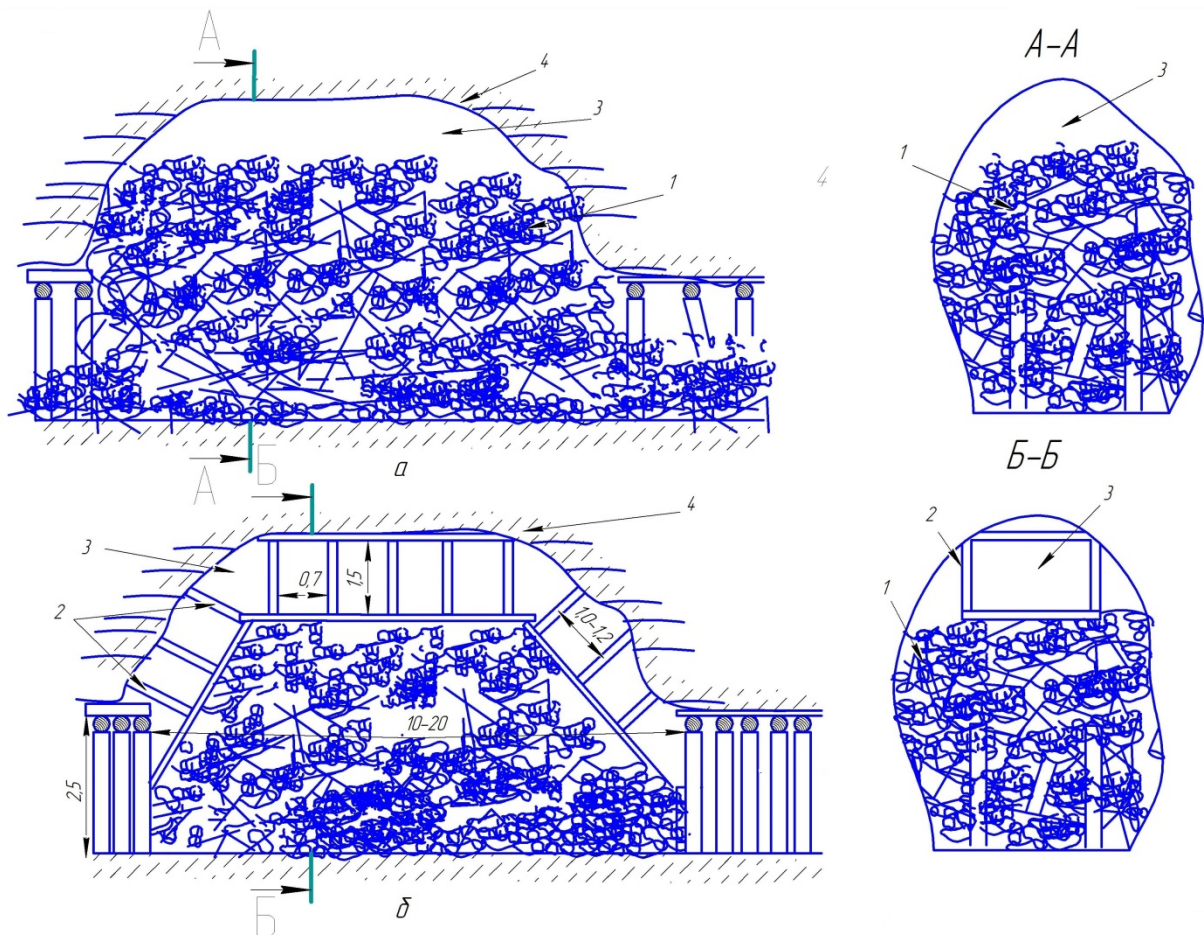


Рисунок 4.1 - Схемы проведения (а) и крепления (б) ходка через купол обрушения: 1 – обрушенные породы; 2 – временная крепь; 3 – свод обрушения; 4 – кровля свода обрушения

При залегании на небольшом расстоянии от кровли выработки известняка или песчаника значительной мощности обрушение, как правило, распространяется только до основной кровли, при подкреплении которой в большинстве случаев можно проникнуть на другую сторону завала.

Технологическая схема проведения спасательных горных выработок через купол с применением временной крепи – *крепеустановщика* - приведена на рис.4.2.

Область применения: специальные выработки, проводимые по завалу при отсутствии зазора между обрушенной породой и кровлей (контуром свода обрушения).

Комплект оборудования включает:

-крепеустановщик конструкции кафедры «Строительство шахт и подземных сооружений» ДонНТУ;

- породопогрузочную машину с пневмоприводом типа ППН-1С, ППН-3, ППМ-4п, 1ППН-5п;

- набор универсального ручного гидравлического инструмента (приложение Д [7]) для перекусывания металлических конструкций, встречающихся в завале (прутка арматурного из стали 5 диаметром до 20 мм, гаек от М12 до М42, стальных канатов диаметров до 28 мм). Может также использоваться для съема деталей, изгибов труб и рельсов.

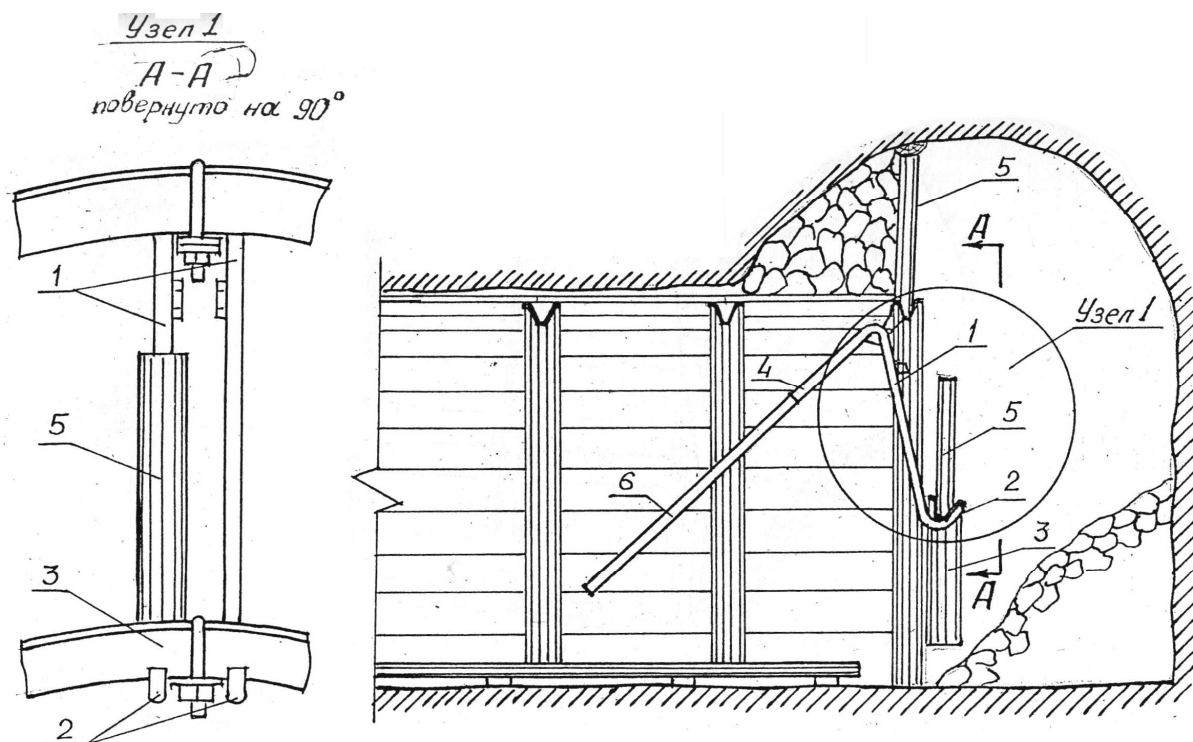


Рисунок 4.2 - Технологическая схема проведения выработки через купол с применением временной крепи – крепеустановщика (начальный этап)

Основными достоинства разработанной технологической схемы являются:

- оперативное решение вопроса обеспечения находящихся за завалам свежим воздухом, медикаментами, пищей и водой путем бурения скважины «жизнеобеспечения» диаметром от 75 мм до 105 мм;

- большая по сравнению с ранее существующими безопасность ведения работ вследствие применения временной крепи – крепеустановщика – из-за отсутствия необходимости выкладки клеток между верхняками рам крепи и контуром свода обрушения, кроме того, все работы выполняются под защитой крепи;

- ведение работ по разборке завала при помощи породопогрузочной машины типа 1ППН-5п (рис.4.3) и использование малогабаритного гидравлического инструмента (приложение Д [7]).

Расчет технических показателей данной технологической схемы выполнен для следующих условий:

сечение выработки в свету – 10,2 м<sup>2</sup>;

высота вывала – 1 м;

коэффициент крепости породы – от 4 до 6;

тип крепи – металлическая арочная трехзвенная;

шаг крепи – 0,8 м;

погрузка породы - породопогрузочная машины типа 1ППН-5п.

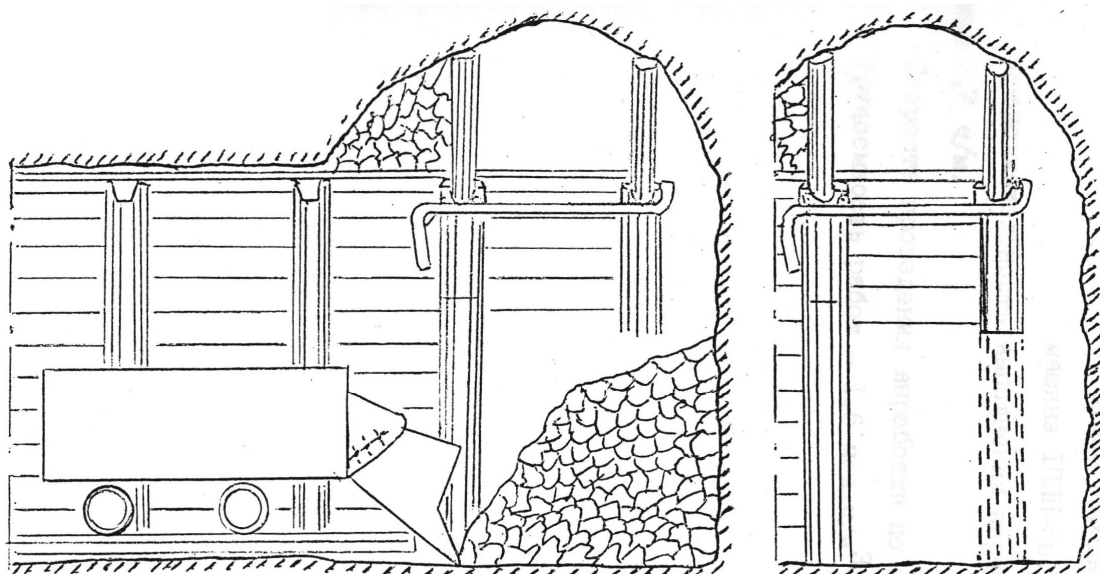


Рисунок 4.3 - Технологическая схема проведения выработки по завалу с применением временной крепи – крепеустановщика (заключительный этап)

Технические показатели:

- продолжительность выполнения перечисленных работ – 0,7 ч/м;
- скорость проведения выработки по завалу – 1,4 м/ч;
- Трудоемкость работ – 1,6 чел.-ч/ м<sup>3</sup> в свету.

**Тема 3: Технологии проведения выработок в зонах завалов и обрушений**  
**Лекция 5: Технологические схемы проведения выработок в зонах завалов и обрушений.**  
**Прогнозирование высоты свода обрушения при завалах.**

### **5.1 Технологические схемы проведения выработок в зонах завалов и обрушений**

В зонах завалов и обрушений применяют следующие технологические схемы:

- с выпуском обрушенной породы;
- без выпуска породы;
- с предварительным заполнением зоны вывала цементно-песчаным раствором.

Состав работ по первой схеме:

- откачка воды, усиление примыкающей к завалу крепи дополнительными рамами;
- уборка под защитой предохранительных щитов породы и выработки.

После проведения разведки немедленно приступают к подкреплению подступов к завалу. Для этого под верхняки сохранившейся крепи устанавливают ремонтини и расстрелы, а при необходимости – дополнительные рамы.

Технология восстановления выработок с выпуском породы

Технология заключается в том, что обрушенную породу грузят в вагонетки и выдают на поверхность. Работы ведут под защитой крепи, состоящей из металлических балок, бревен длиной 3-5 м, уложенных с одной стороны на предварительно установленную крепь, а с другой стороны - на обрушенную породу, может применяться также технология с использованием неподвижного щита-платформы [3].

Щит состоит из стоек длиной 4-5 м, уложенных на установленные рамы и откос породы. По мере установки крепи щит передвигают. При высоте полости под крепью до 2 м ее закладывают кострами; при 2-5 м - устанавливают распорную крепь; больше 5 м - укладывают несколько рядов накатника и насыпают слой породы.

ЩИТ - ПЛАТФОРМА состоит из тележки, ручной лебедки, предохранительного перекрытия, четырех распорных гидростоек и перегружателя.

По мере уборки породы и установки новой крепи щит-платформу передвигают.

При крепких породах кровли верхние предохранительные перекрытия передвигают вместе с породой, а при слабых породах оставляют у кровли и поддерживают деревянными кострами.

При такой технологии, если обрушение до 2 м, то выкладывают костры от 2-5 м - устанавливают распорную многоярусную крепь, > 5 м - укладывают 3-5 рядов накатника из бревен и сверху насыпают 1-1,5 м дробленой породы [3].

Восстановление выработок с выпуском породы целесообразно применять при завалах длиной до 50 м и выходе породы до 20 м<sup>3</sup> на каждый метр выработки. Если порода больше 20 м<sup>3</sup>, то целесообразно обойти место завала, пройдя новый участок выработки в ненарушенных породах.

Вторая схема - целесообразна при завалах большой протяженности и значительной высоты (в слабых породах).

Обрушенную породу вынимают только в пределах площади сечения выработки, а остальную часть поддерживают забиваемыми в нее металлическими палями и щитами.

Пали укладывают заостренным концом к забою по бокам и кровли и, действуя ломиком как рычагом, подвигают к забою. Затем под защитой убирают породу.

Технология восстановления горных выработок без выпуска породы

Применяется при завалах большой протяженности и значительной высоте в неустойчивых породах. В этом случае обрушенную породу убирают только в пределах сечения выработки, а оставшуюся обрушившуюся породу удерживают с помощью забивной (шильевой) крепи или проходческих щитов.



При возведении забивной крепи устанавливают раму, причем между верхняком и кровлей оставляют зазор, через который забивают клинья. Когда кольца забиты на половину своей длины в выработке устанавливают промежуточную раму, которая служит опорой для кольев. После этого забивают их на всю длину и под их защитой убирают породу.

Погрузка породы производится не на всю длину кольев, а оставлением 25 -30 см кольев в породе.

После уборки пород устанавливают вспомогательный верхняк, под который устанавливают раму на такой же высоте, что и предыдущая рама. В промежуток между верхняком этой рамы и вспомогательных верхняков забивают кольца на половину длины и устанавливают новую промежуточную раму, кольца применяются для забивной крепи, изготавливают из круглого или прямоугольного сечения крепкого дерева. С другого конца кольца заостряются, а с другой стороны -усиливаются металлическими хомутами. Ширина кольев 20-25 см, толщина не менее 6 см, длина на 30-40 см больше шага крепи, могут использоваться металлические клинья из старых рельсов длиной 2-3 м [3].

Третья схема - по затампонированной породе проводят новую выработку.

## 5.2 Прогнозирование высоты свода обрушения при завалах

Расчетные формулы для определения высоты свода обрушения и объема обрушившихся пород по методике ДонУГИ приведены в разделе 2.2.1 [7].

По методике МГГУ высота свода обрушения рассчитывается в зависимости от учета различных факторов.

При пологом залегании горных пород к анализу были приняты 33 вывала. Диапазон изменения влияющих факторов составил:

- по глубине заложения выработки  $H= 80-540$  м;
- по ширине выработки в проходке  $e_{np}=4,2-5,7$  м;
- по крепости вмещающих пород  $f = 3-7$ ;
- по высоте выработки  $h_{np}=2,8-3,5$  м.

В результате анализа факторов получена следующая зависимость для определения высоты вывала:

$$h_e = 0,17 + 0,025 \cdot e_{np} + 0,0001 \cdot H - 0,27 \cdot f + 0,68 \cdot h_{np}. \quad (5.1)$$

Высота вывала в этом случае редко превышают 0,5-2,5 м. На высоту вывала в этом случае наибольшее влияние оказывают ширина и высота выработки в проходке и крепость вмещающих пород, а глубина заложения выработки практически не влияет на высоту вывала.

При крутом залегании горных пород к анализу были приняты 19 вывалов породы. Диапазон изменения влияющих факторов составил:

- глубина заложения выработки  $H=350-1160$ ;
- площадь выработки в проходке  $S_{np}=6,4-15,5$  м<sup>2</sup>;
- крепость вмещающих пород  $f =5-10$ ;
- угол залегания пород  $\alpha=51^\circ-71^\circ$ .

В результате анализа была получена следующая зависимость:

$$h_e = 27,36 + 0,13 \cdot e_{np} + 0,002 \cdot H - 0,53 \cdot f + 0,54 \cdot \alpha. \quad (5.2)$$

В данных условиях максимальное влияние на высоту вывала оказывает угол залегания горных пород  $\alpha$  и меньшее- крепость пород и глубина заложения выработки. Высота вывалов в данном случае достигает 13,4 м, и создаваемая ими нагрузка на крепь будет наибольшей.

Значительную опасность представляют вывалы, происходящие на расстоянии 5-10 м от забоя при ведении взрывных работ, так как они создают дополнительную нагрузку на ранее установленную крепь. Это можно объяснить тем, что при сотрясении массива



взрывными работами происходит отслоение прослоек породы (ложной кровли), суммарная мощность которых в большинстве случаев совпадает с высотой вывала. Анализ проведен по 19 вывалам, учитывая следующие факторы: глубина заложения выработки  $H$ , ширина и высота выработки в проходке  $e_{np}$  и  $h_{np}$ . Так как крепость пород отдельных пластов и прослоек не оказывает существенного влияния на высоту вывала, что оказалось видным из первоначального анализа, то при получении зависимости этот фактор не учитывается. Сама зависимость имеет следующий вид:

$$h_g = 1,8 - 0,081 \cdot e_{np} - 0,0016 \cdot H + 0,13 \cdot h_{np}. \quad (5.3)$$

В данном случае на высоту вывала в наибольшей степени влияет высота выработки, и ее величина обратно пропорциональна ширине выработки.

При перекреплении вывалов выработок наиболее часто вывалы происходят в полевых штреках. Форма вывалов в поперечном сечении сводчатая и куполообразная. Диапазон изменения влияющих факторов составил:

- глубина заложения выработок от 517-717 м;
- крепость вмещающих пород  $f=4-6$ ;
- ширина и высота выработок в проходке от 4,2 м до 5,7 м и от 3,1 м до 3,7 м, соответственно.

В результате анализа была получена следующая зависимость для определения высоты вывала:

$$h_g = -0,026 + 0,856 \cdot e_{np} + 0,0017 \cdot H - 0,119 \cdot f - 1,01 \cdot h_{np}. \quad (5.4)$$

Наибольшее влияние на высоту вывала оказывают размеры выработки и в меньшей степени глубина заложения и крепость вмещающих пород.

При закреплении квершлагов подобная зависимость выглядит следующим образом:

$$h_g = 4,023 + 0,35 \cdot e_{np} + 0,0034 \cdot H - 1,0044 \cdot f. \quad (5.5)$$

В данном случае максимальное влияние на высоту вывалов оказывают крепость пород и ширина выработки. Как и в предыдущем случае, глубина заложения выработки оказывает минимальное влияние на размер вывала.

Одной из интересных причин вывалов пород, обнаруженной при анализе, являются вывалы, происходящие в сопряженных выработках при ведении сотрясательного взрывания, при вскрытии крутопадающих выбросоопасных пластов. Диапазон изменения влияющих факторов составил:

- площадь сечения выработок 7,2-12,8 м<sup>2</sup>;
- глубина ведения горных работ 520-1100 м;
- угол залегания пород 54°-64°.

Эти вывалы происходили на расстоянии до 90 м от места ведения взрывных работ и были значительными по высоте – от 3,0 м до 9,5 м. Средневзвешенная высота вывала составила 3,6 м. Для определения высоты вывала получена следующая зависимость:

$$h_g = 0,27 + 0,59 \cdot e_{np} - 0,005 \cdot H - 0,43 \cdot f - 0,0005 \cdot L + 0,1 \cdot \alpha, \quad (5.6)$$

где  $L$  - расстояние от места вывала до места ведения взрывных работ, м.

Чем больше пролет выработки и угол залегания пород, тем больше вероятность и высота вывала. Чем больше расстояние от забоя, где ведется сотрясательное взрывание, тем меньше вероятность вывалообразования.

Действующими нормативными документами определение нагрузки на крепь горных выработок производится в режиме взаимовлияющей деформации на основании смещений породного контура выработки. Во многих случаях такой подход к определению нагрузки оправдан, но отсутствие учета возможных вывалов породы из кровли приводит к тому, что нагрузка на крепь от них превышает нагрузку от смещений контура выработок, и крепь разрушается. Полученные зависимости позволяют определить нагрузку от вывалов породы и, тем самым, более обоснованно подходить к проектированию крепи горных выработок.

### Тема 3: Технологии проведения выработок в зонах завалов и обрушений

#### Лекция 6: Технология разборки завала и извлечения крепи

##### *Общие положения*

За качество работ по восстановлению и соблюдению принятой технологии ответственность несет руководитель работ в смене и старший рабочий.

За безопасное выполнение технологических операций несут ответственность лица, их выполняющие. Все работы выполняются по команде звеньевых.

Контроль за соблюдением требований паспорта выполняет технический надзор участка и шахты [3].

Руководителем работ в смене является ИТР участка, получивший наряд-путевку на производство работ.

Руководитель работ обязан постоянно присутствовать при извлечении крепи вслед за лавой, а в любых других погашаемых выработках он должен быть не менее 2- раз в смену.

В случае аварии на расстоянии 30-40 м от места восстановления должны иметься носилки с твердым ложем для выноса пострадавшего.

##### *Технические требования*

Прием-сдача смены производится на рабочем месте. В начале смены руководитель работ должен проверить срабатывание реле утечки. Старший рабочий или звеньевой на расстоянии 3-5 м от извлекаемой крепи, а если выработка погашается вслед за лавой - в 3 м, на расстоянии 30 см от кровли должен установить прибор автоматического контроля метана. Прибор переносится после извлечения каждой рамы, в случае если выработка погашается вслед за лавой.

При допустимой концентрации метана рабочие по указанию звеньевых должны убедиться в нормальном проветривании, в исправности лебедки, в наличии средств противопожарной защиты и привести рабочее место в безопасное состояние.

Руководитель работ проверяет содержание метана на рабочем месте и в прилегающих выработках на расстоянии до 20 м от места ведения работ. Проверяет исправность датчика контроля содержания метана, наличие воды в противопожарном трубопроводе, наличие средств индивидуальной защиты у рабочих.

В случае остановки ВМП, любого нарушения вентиляции, отключения эл. машин и аппаратов разрешается возобновление работ не ранее, чем через 5-10 минут после восстановления нормального проветривания, которое проверяется аппаратурой АЗОТ и после замера содержания метана в местах производства работ у эл. машин и аппаратов и на расстоянии 20 м в прилегающих выработках.

Допустимое отставание вентиляционной трубы от извлекаемой рамы не более 8 м, а в особо опасных забоях - 5 м.

При *разборе завалов в выработке, закрепленной металлической арочной крепью*, необходимо произвести ее извлечение.

В начале смены начальник работ или рабочий по его руководством должен проверить датчик метана на работоспособность на расстоянии от 3 до 5 м от завала и не более чем 0,3 м от кровли противоположной стороны от вентиляционного трубопровода.

Перед началом работ необходимо установить усиление крепи ремонтными под верхняки рамы, которая извлекается, и соседних с нею рам на расстоянии не менее 5 м.

Для усиливающей крепи можно применять гидравлические стоки типа ГС. Допустимо применение деревянных стоек диаметром от 18 до 20 см. Если в качестве усиливающей крепи применяются гидростойки, то во время извлечения с них необходимо снимать нагрузку дистанционно.

*Выпуск породы из кровли* производится или на почву, или непосредственно в вагонетку, которая обязательно крепится к рельсам.

При разборке породы рабочие находятся под защитой постоянной крепи. В процессе разборки породы по периметру выработки устанавливают временную или опережающую крепь. Технологический процесс состоит из следующих технологических операций:

- подготовка;
- извлечение затяжки;
- разборка породы и установка временной крепи;
- установка рамы новой крепи;
- заключительные операции [5].

Подготовка операции: производится подноска инструмента и приспособлений к месту работы, устанавливаются световые сигналы, устанавливается прибор непрерывного измерения метана, устанавливается усиливающая крепь, снимаются кабели с подвесок, укладываются на почву и накрываются настилом, накрывается водоотливная канавка.

*Извлечение затяжки:* подносятся необходимые материалы, удаляется разрешенное количество затяжек.

Разборка породы и установка временной крепи: производится разработка породы заходками до необходимых размеров, по мере разборки породы обнаженное пространство перекрывается затяжками (рис.6.1), порода грузится в вагонетки, готовятся лунки для установки новой рамы.

Установка рамы новой крепью производится по известной технологии [5], после установки рамы проверяется правильность её установки и при необходимости корректируется. После этого производится расклинка рамы и устанавливается затяжка между старой и новой рамой.

Заключительные операции: разборка полка, обратная подвеска кабелей, демонтаж усиливающей крепи, убирается инструмент на место хранения, убирается световой сигнал и прибор контроля содержания метана.

Крепь усиления на смежных с ремонтируемым участках рекомендуется применять при потере сечения до 25-30%. При потере сечения от 25-40% возможно применения усиливающей анкерной крепи на смежных участках или параллельной схемы укрепления пород.

В перекрепляемой выработке между рамами бурятся скважины на глубину не менее чем на 0,5 м превышающую высоту возможного обрушения пород (см. параметры ремонта), в которые устанавливаются за прокатным контуром расширяемой выработки анкера, раскрепляемые по всей длине. После расширения выработки до проектных размеров на анкера устанавливаются контурные замки.

Параллельная схема укрепления пород заключается в том, что из перекрепляемой выработки бурятся скважины на предполагаемую глубину возможного обрушения 0,5 м, через которые производится укрепление пород за пределами будущего контура расширяемой выработки, работы ведутся параллельно.

При больших потерях сечений выработки рекомендуется последовательная схема укрепления пород при расширении. При последовательной схеме укрепления, при ремонте из забоя расширяемой выработки под углом в сторону её расширения бурят скважины, глубина такая же через которые производят укрепления пород за пределами проектного контура расширяемой выработки, а затем производят расширение выработки до проектных размеров.

#### Установка промежуточных (дополнительных) рам

Промежуточная рама устанавливается того же типоразмера, что и крепь выработки или может быть на размер меньше. При установке промежуточной рамы, имеющиеся поломанные затяжки должны быть заменены. Для обеспечения плотного контакта элементов промежуточных рам и затяжки используют гидравлические стойки. Процесс установки промежуточной рамы состоит из следующих операций: подготовительные операции, установка промежуточной рамы, заключительные операции.

Установка промежуточной рамы: подноска элементов крепи, овинчивание, при невозможности срубываются, гайки на хомутах межрамных стяжек, готовится место для установки стоек, прикрепляются стяжки к рамам постоянной крепи, между которыми будет установлена промежуточная рама, установленные стойки прикрепляются к стяжкам, устанавливается верхняк, сбалчиваются хомуты в замках, затем гидростойками поджимают верхняк и стойки промежуточной рамы к затяжке и затягивают хомуты в замках, проверяется правильность установки рамы, устанавливаются распорки, затягиваются хомуты на стяжках.

*Разборка породы:* под извлекаемую раму устанавливается вагонетка, которая прикрепляется к рельсам, подносятся необходимые материалы, производится выемка породы по периметру выработки до проектного контура, выемка производится поэтапно, по мере выемки породы устанавливается временная крепь, подготавливается место для установки стоек новой рамы. При образовании пустот за крепью высотой до 1 м производится выкладка клетей над крепью и заполнение образовавшегося пространства породой.

Для извлечения рамных крепей используются тихоходные лебедки, домкраты, различные тяговые устройства и спецмашины: МИК, КИМ, МРА-1, фирма Гринсайд и ф. Кофман. В машине типа МИК, предназначенной для извлечения металлической крепи в выработках до 20° с высотой от 1, 6 до 3 м и шириной не менее 2, 5 м. производительность - 20 арок в смену.

Машина МИК 3 состоит из подвижного параллелограмма 1 с приводом от гидроцилиндров. Верхняя часть параллелограмма состоит из плиты 2 с выступом 3. К плите 2 с двух сторон прикреплены блоки 7 с перекинутыми через них цепями 5 и крюками 4 для извлечения стоек. Оборудование смонтировано на раме 6, которая выполнена в виде салазок.

Работы ведутся следующим образом:

- машина распирается между почвой и кровлей выработки, чтобы упор 3 удерживал верхняк со стороны завала;
- у почвы надевают на стойки крепи захват 4 и с помощью цепей присоединяют к крюкам рычагов извлечения;
- с помощью кусачек срезают гайки на хомутах и снимают планки и хомуты;
- гидродомкратом извлекают ножки крепи;
- опускают на 150-300 мм плиту 2, на которой висит верхняк крепи и с помощью гидродомкратов подтягивают машину на шаг крепи для извлечения следующей рамы;
- с верхней плиты снимают верхняк и распирают машину для повторения цикла.

Несмотря на наличие механизации в лучшем случае механизировано до 40% объема работ.

Извлеченные рамы металлической крепи восстанавливают с помощью гидравлических прессов типа ПАК и гибочными машинами МПГ.

При наличии рельсового пути лебедку устанавливают на площадку и закрепляют на ней болтами, а площадку к рельсам - отрезками скребковой цепи (рис.6.1). В случае отсутствия рельсового пути лебедку устанавливают на почку выработки и крепят 4-мя стойками, которые распирают в кровлю выработки при прочности пород почвы более 60 МПа. При меньшей прочности пород почвы лебедку крепят 4-мя стальными анкерами диаметром 25 мм и длиной 1200 мм, которые устанавливаются в шпур, пробуренные в почву с углом наклона от забоя погашенной выработки от 10° до 20° к вертикали.

При поэлементном извлечении крепи к канату лебедки необходимо прикреплять страховочный канат диаметром не менее 6 мм, который второй стороной крепится к хомуту 5 или 6 раме крепи от извлекаемой. Длина страховочного каната должна быть такой, чтобы обеспечить нормальное перемещение каната лебедки при извлечении крепи.

Канат лебедки должен иметь заплетенную или зажимкованную петлю с концом. Разрывное усилие каната лебедки должно быть больше разрывного усилия стропа. Все стропы должны иметь с двух сторон крюки заводского изготовления и должны иметь длину 2,5, 3,5, 5 м.

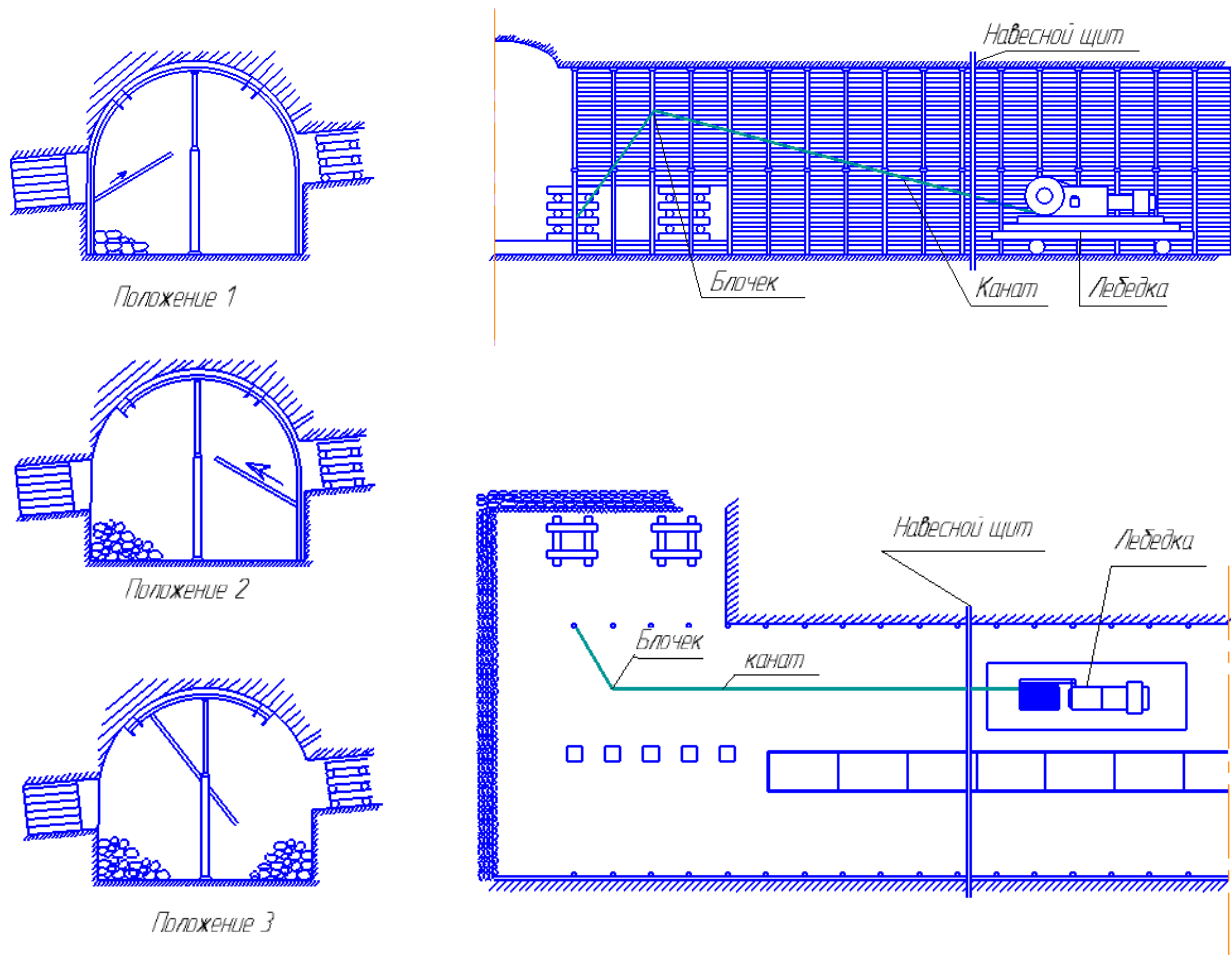


Рисунок 6.1 – Схема извлечения металлической арочной крепи при разборке завала

#### *Извлечение металлической арочной крепи [5]*

До начала извлечения металлической арочной крепи на участке выхода окна лавы в выработку металлическую крепь усиливают стойками.

Последовательность извлечения металлической арочной крепи:

- заранее (за сутки) смазывают машинным маслом гайки соединительных хомутов и межрамных стяжек металлической крепи для облегчения их откручивания;
- проверяют надежность установки стойки под верхняк арки извлекаемой крепи;
- снимают межрамную стяжку и соединительные хомуты;
- с арки крепи снимают нагрузку и частично выпускают породу;
- ножки крепи выводят из соединения с верхняком и извлекают при помощи лебедки с канатом, перекинутым через переносной блок, закрепленный на верхняке арки;
- проверяют надежность установленной стойки под верхняком следующей арки и извлекают при помощи лебедки стойку и верхняк предыдущей арки, т.о. до извлечения ножек каждой арки крепи со стороны завала должен сохраняться верхняк, который поддерживается стойкой под защитой которой ведется демонтаж следующей арки;
- извлеченные элементы арочной крепи переносят за лебедку и загружают в вагон или на платформу.

Если электрическая и пневматическая энергия в выработках отсутствует, и, если они имеют не менее чем 85% начального сечения, разрешается применять ручные лебедки. Расстояние между электрической (пневматической) лебедкой и извлекаемой рамой крепления должна быть не менее 8 м, а в выработках, погашаемых вслед за движущейся лавой, - не менее 12 м для транспортных и 10 м для вентиляционной выработки.

Защитный щит впереди лебедки устанавливают на расстоянии от 1 м до 1,5 м от извлекаемой крепи.

В случае восстановления наклонной выработки устанавливают два ограждения: возле устья выработки и не выше чем 2 м от лебедки.

Анкерную крепь и ее элементы не извлекают.

В наклонной выработке перед началом работ устанавливаются два ограждения: одно в устье выработки, второе - на расстоянии не выше 20 м от лебедки. Запрещается оставлять в погашенной выработке отдельные рамы под нагрузкой, однако в завале допускается оставлять отдельные элементы крепи, извлечение которых связано с опасностью.

При спуске и подъеме вагонеток в наклонной выработке рабочие и надзор должны находиться в безопасном месте. Восстановление выработок с углом наклона от 15 до 30° разрешается производить только в направлении снизу вверх.

Восстановление выработок с углом наклона больше 30° запрещается, кроме особых случаев по специально разработанным проектам, утвержденным техническим директором объединения.

Запрещается [3]:

- работать без действующей аппаратуры контроля содержания воздуха;
- работать при неисправных лебедках или отсутствии средств пожаротушения;
- находиться при извлечении крепи между ней и предохранительным полком;
- использовать для извлечения связанные канаты лебедки или стропы;
- применять ВР.

### **Тема 3: Технологии проведения выработок в зонах завалов и обрушений**

#### **Лекция 7: Технология извлечения рельсов и шпал. Укладка клетей.**

##### **7.1 Технология извлечения рельсов и шпал**

###### Снятие, подвеска и укладка рельсового пути [5]

Работы по снятию и подвеске рельсового пути ведет бригада не менее, чем из 4 рабочих. Подвеска и укладка пути производится при помощи двух талей или двух приспособлений типа ТП-1. Подъемные приспособления или блок крепится к раме при помощи 2 хомутов. Звено рельсового пути прикрепляется к подъемному механизму с помощью отрезка цепи 18х64 или каната диаметром 12-15 мм.

Технологический процесс состоит из следующих операций: подготовительные, снятие звена рельсового пути, подвеска звена рельсового пути, укладка, звена РП, рихтовка звена рельсового пути в горизонтальной плоскости, балансировка и рихтовка пути в вертикальной плоскости, заключительные операции.

На подготовительном этапе на раму устанавливают специальные хомуты для крепления тали, блоков и крепления звена рельсового пути.

###### Снятие звена РП:

- очищаются стыки от грязи и сами рельсы;
- отвинчиваются гайки или обрубываются;
- устанавливаются приспособления;
- с помощью их приподнимаются рельсовые пути, под которые подкладывают накладки из дерева.

###### Подвеска звена рельсового пути:

- прикрепляются отрезки цепи или каната к тали, а второй конец через блок к внешнему рельсу;
- с помощью тали звено приподнимается и с помощью ломов придвигается к стенке выработки;
- отрезками цепи снятое звено прикрепляется к стойке крепи с помощью хомутов;
- после этого блоки, тали, отрезки цепи убираются.

###### Укладка звена рельсового пути:

- необходимо рассоединить звенья временного рельсового пути, поднять его и перенести на свободное место;
- демонтируется остальной временный путь;
- производят разметку на месте укладки постоянного рельсового пути с помощью отвесов и рулетки;
- готовится место для укладки звена;
- прикрепляются тали и блоки к хомутам, отрезки цепи или каната одной стороной к тали, другой к рельсовому пути;
- с помощью тали ослабляют натяжение отрезков цепи, которые крепят рельсовый путь к раме;
- двое рабочих с помощью ломов удерживают верхний рельс, а двое других снимают цепь, тали опускают рельсовый путь и с помощью ломов укладывают его на размеченное место;
- снимают блоки, тали и т. д., подсоединяют это звено к постоянному рельсовому пути с помощью болтов и накладок.

Рихтовка звена рельсового пути: проверяется расположение оси рельсового пути относительно отвесов, при необходимости - передвигают.

###### Балластировка и рихтовка:

- засыпают балласт между шпалами;
- приподнимают звено рельсового пути и укладывают на балласт при помощи домкратов, в первую очередь укладывают участки на стыках;

- проверяют продольный и поперечный уклон и высоту выработки от головки рельса до крепи;
- рихтовка производится путем подбивки балласта под шпалы;
- на 2/3 высоты шпала засыпается балластом.

#### Технология демонтажа рельсового пути

Демонтаж рельсового пути производится звеном не менее, чем из 4 рабочих. За сутки перед демонтажем машинным маслом смазываются резьбовые соединения. Для погрузки извлеченных рельсов используются специальные платформы и вагонетки.

#### Запрещается [3]:

- использовать лебедку и электровозы для перемещения рельсов волоком;
- использовать металлические предметы в качестве катков при перемещении;
- бросать демонтированные рельсы;
- перекреплять без закрепления.

#### Технологический процесс состоит из следующих технологических операций:

- подготовительные;
- демонтаж рельсового пути в горизонтальной выработке;
- демонтаж рельсового пути в наклонной выработке;
- демонтаж шпал;
- заключительные операции.

#### Демонтаж рельсового пути в горизонтальной выработке:

- очищаются рельсы от грязи в местах крепления;
- отвинчиваются или срубываются гайки на стыках;
- снимаются накладки;
- устанавливаются два домкрата под подошвы рельсов с внешней стороны и приподнимаются рельсы со шпалами на 3-5 см.

Затем, ударяя кувалдой по концам шпал, ослабляют крепление рельсов со шпалами, переставляют домкраты под вторые концы рельсов демонтируемого звена и повторяют операции.

С помощью лома с лопатой извлекают костыли из шпал, отодвигают ломом рельсы в сторону и освобождают подкладки. Демонтированные рельсы поставляют к месту складирования, грузят и закрепляют для транспортирования.

#### Демонтаж рельсового пути в наклонной выработке:

- специальную платформу опускают на место погрузки и закрепляют;
- производят очистку рельсового пути в местах крепления, отвинчивают гайки и снимают болты, при этом оставляют по одному болту на каждом рельсе и на них ослабляют гайки;
- устанавливают два домкрата, приподнимают на 3-5 см, кувалдой ослабляют сцепления шпал, переставляют домкраты под второй конец рельс;
- извлекают болты с одного стыка, при этом спец. клещами удерживают рельс от сползания по выработке;
- с помощью клещей относят демонтированный рельс, укладывают его на вагонетку и закрепляют.

#### Демонтаж шпал:

- опускают к месту погрузки вагонетку и закрепляют ее;
- с помощью лома извлекают шпалы, очищают их от грязи и относят к месту складирования.

Отдельно складывают накладку, подкладку, болты, гайки.



Если кровля представлена сыпучими породами, выработку по завалу проходят с применением забивной крепи (рис. 7.1).

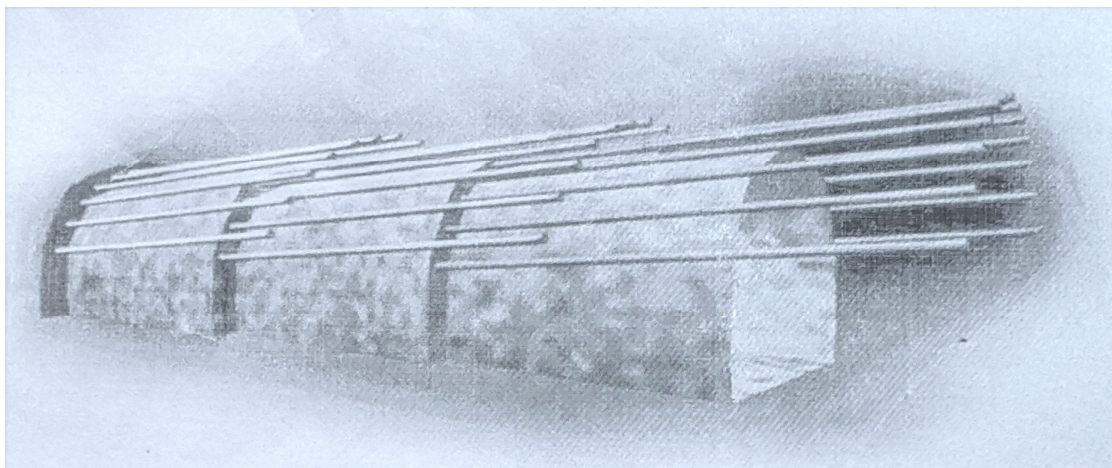


Рисунок 7.1 – Забивная крепь

В слабых породах прочностью до 40 МПа применяются деревянные шилья, в более крепких – металлические шилья. Шилья забиваются из-под вновь возведённой крепи за пределы будущего контура расширяемой выработки на глубину, позволяющую установить не менее 1 рамы крепи с опережением до 1 м. Одна сторона шила опирается на массив и "старую" крепь, а вторая сторона - не менее, чем на две рамы вновь установленной крепи.

## 7.2 Укладка клетей (козлов)

Козловая крепь - располагаемые на некотором расстоянии друг от друга крепёжные конструкции столбчатой формы, в основном собираемые из отдельных деревянных, металлических или пневмобалонных элементов, укладываемых друг на друга в определённом порядке.

Применяется для закладки пустот над крепью при значительных вывалах породы из кровли выработки. Различают переносную (разборную) и неразборную передвижную козловую крепь.

Козловую крепь для закладки пустот чаще всего применяют при восстановлении заваленных выработок, когда высота свода обрушения не превышает 2-3 м. Козлы выкладывают над крепью (рис. 7.2) таким образом, чтобы давление по возможности передавалось на стойки рам, а не на верхняки.

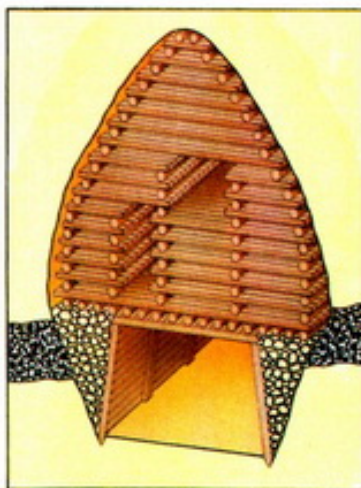


Рисунок 7.2 – Козловая крепь

Работы производят в следующем порядке:

Оборником удаляются нависающие куски породы, устанавливаются предохранительная крепь из элементов постоянной крепи и производится затяжка кровли от боков выработки до места обрушения. Под концы прогонов предохранительной крепи у забоя подбиваются стойки, которые опираются на лежни, расположенные горизонтально по породе. Под середину купола устанавливаются одна или две ремонтин, к верхним концам которых с помощью гвоздей прикрепляются брусья необходимой длины, ремонтини опираются на лежни, лежащие горизонтально на породе.

После этого укладываются продольные стойки костра таким образом, чтобы одной стороной они опирались на раму постоянной крепи, а другой - на верхняки предохранительной крепи. Затем в местах начала и конца обрушения на продольные стойки укладываются поперечные стойки и т. д., последний ряд стоек укладывается таким образом, чтобы на него опирались брусья, прикрепленные к ремонтинам. После этого костер расклинивается, а продольные и поперечные стойки в костре скрепляют строительными скобами. После этого ремонтини убираются, и производится затяжка кровли под костром.

В качестве передовой крепи можно также использовать подвешенные на металлические скобы 4 рельсы 2 с усложненным на них предохранительным полком 3 из распилов или бревен (рис. 7.3). Породу 1 сначала убирают по бокам выработки с таким расчётом, чтобы иметь возможность установить ножки постоянной крепи.

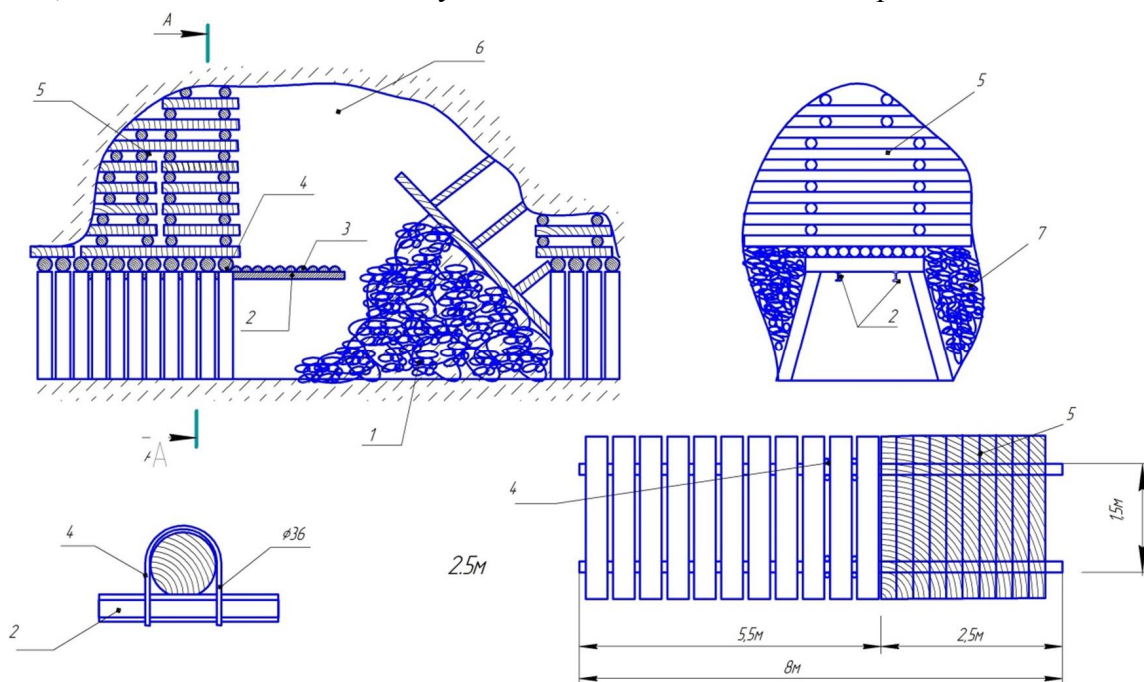


Рисунок 7.3 - Возведение временной крепи с выдвигаемым полком (а) и элементы конструкции полка (б)

При этом в средней части выработки оставляется порода, а рамы крепи оказываются установленными вплотную к обрушенной породе, что позволяет людям при уборке «хвоста» находиться под защитной постоянной крепи. Расстояние между рамами крепи выбирается в зависимости от устойчивости боковых пород. Однако в любом случае для повышения безопасности работ крепь должна быть надёжно расклинена, пустоты 7 по бокам выработки заполнены породами или лесоматериалами, а купол 6 обрушения заложен кострами 5 или же закреплен распорной крепью. Кладка клеток и установка распорной крепи – наиболее опасные операции, особенно при большом своде обрушения. Поэтому выполнять эти работы необходимо с особой осторожностью и под контролем техническим надзора шахты.

Если завал представляет собой обрушенную породу, состоящую из крупных кусков (глыб), которые надо дробить, уборку можно производить с некоторым отставанием постоянной крепи (1,5–2 м). при незначительном своде обрушения для поддержания кровли можно устанавливать на обрушенную породу временную крепь (ремонтину, клетки и т.д.).

В отдельных случаях, когда свод обрушения достигает 4–6 м, разборку завалов устойчивых боковых пород можно производить под защитой временной распорной крепи, заведенной в лунки по бокам свода (рис. 7.4).

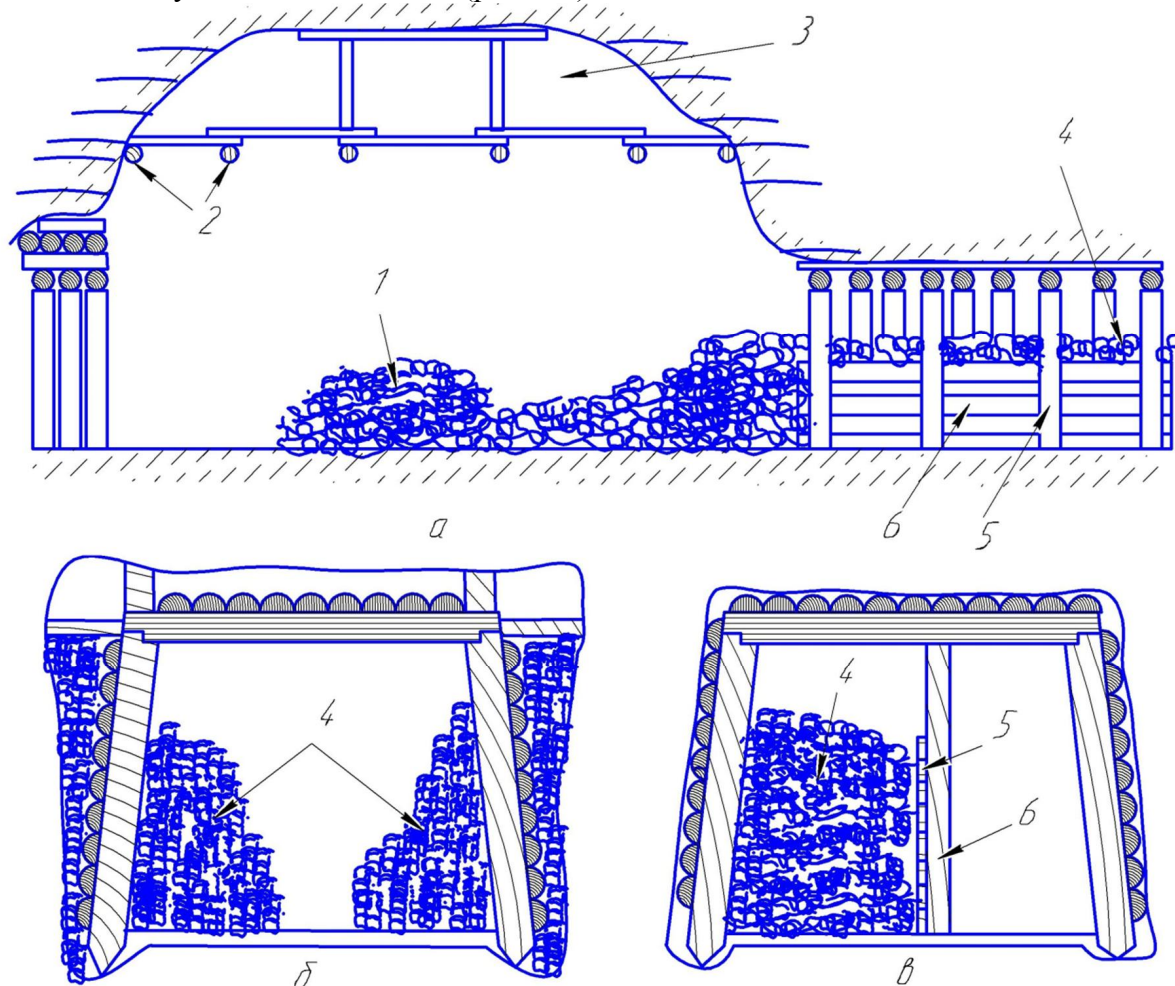


Рисунок 7.4 - Схемы возведения (а) распорной крепи и размещения обрушенной породы в выработке на две (б) и одну (в) сторону: 1– обрушенная порода; 2 – распорная потолочная крепь; 3 – купол обрушения; 4 – складированная порода; 5 – обшивка из досок (обаполов); 6 – ремонтина.

Недопустимо проведение работ без установки временной даже тогда, когда кровля выработки представлена крепкими породами, так как не исключена возможность внезапного обрушения по заколу, незамеченному при осмотре и остукивании свода. При ликвидации последствий обрушений в выработках со слабой кровлей, если невозможно выложить клетки или установить распорную крепь, рамы постоянной крепи необходимо возводить как можно чаще, расширять распилами и для повышения безопасности поверх верхняков выкладывать накат из леса (в 2-3 ряда) или же устраивать «подушку» из тюков сена.

В случаях, когда при уборке породы периодически обрушаются новые массы, спасательные выработки по завалу целесообразно проводить без выпуска породы с помощью забивной крепи. При разборке завала таким способом породу убирают только в пределах сечения выработки, а остальную задерживают в куполе обрушения.

В промежутке между двумя последними рамами в кровлю выработки забивают ряд кольев, направляющими в которых служат верхняки крепи. После этого убирают часть породы, устанавливают одну или две рамы и операции повторяются.

Сущность способа восстановления выработок в сыпучих обводненных породах состоит в следующем. В непосредственной близости от завала монтируют секцию гидравлической крепи и с помощью домкратов, действующих от гидравлической высоконапорной станции, распирают её в аварийной выработке. Поверх верхняков сохранившейся крепи выработки заводят металлический шпунт (швеллер) и с помощью гидродомкрата, упирающегося одним концом в швеллера, а другим – в опорный деревянный брус, зажатый между секцией крепи и кровлей выработки, проталкивают его на возможную длину. Затем заводят и проталкивают следующие секции металлической забивной крепи и создают таким образом металлический шпунтовый щит, под прикрытием которого проходят выработку, перекрывая забой сплошным деревянным щитом.

Для ускорения работ по проведению выработок описанным способом необходимо щит собрать из коротких металлических секций (шпунтов), что делает его более подвижным при проталкивании его в обрушившееся породы. Для проталкивания щита следует использовать две насосные станции – одну для проталкивания элементов щита, а другую – для поддержания постоянного давления при распоре в выработке секций металлической крепи. Приспособления для упора домкрата, проталкивающих элементы щита надо приваривать жестко, чтобы иметь возможность каждый шпунт проталкивать с помощью 2-3 одновременно действующих домкратов.

При обрушениях в подготовительных выработках и наличии подступов к завалу с нескольких сторон, завал следует разбирать со всех доступных направлений. Все виды горнопроходческих работ должны выполняться в соответствии с оперативным планом ликвидации аварии и по разработанным для каждого конкретного случая технологическим паспортам проведения и крепления выработок, составленным руководителем ликвидации аварии совместно с руководителем горноспасательных работ, которые и несут ответственность за их реализацию.



**Тема 3: Технологии проведения выработок в зонах завалов и обрушений**  
**Лекция 8: Пневмобаллонная крепь. Технология заполнения пустот в куполе.**

**8.1 Пневмобаллонная крепь**

На рис. 8.1 показан многополостной пневматический костёр конструкции ДонУГИ (авт. Св. № 1174565). Оболочка 1 пневмокостра имеет сложную конфигурацию и состоит из нескольких камер (полостей), сообщающихся между собой. Подводящий патрубок 2 расположен перпендикулярно оси отверстий, соединяющих внутренние полости оболочки пневмокостра.

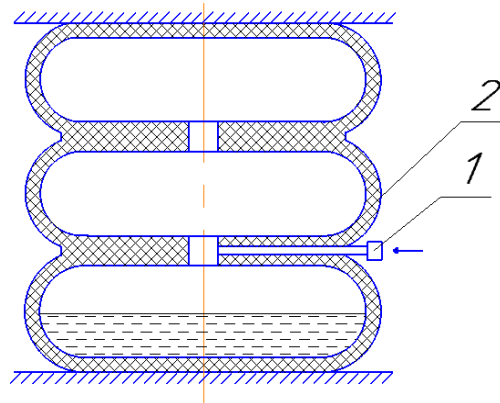


Рисунок 8.1- Конструкция пневмобаллонной крепи

Днепрогипрошахтом предложен способ крепления пустот за крепью горных выработок и устройство для его осуществления (рис.8.2).

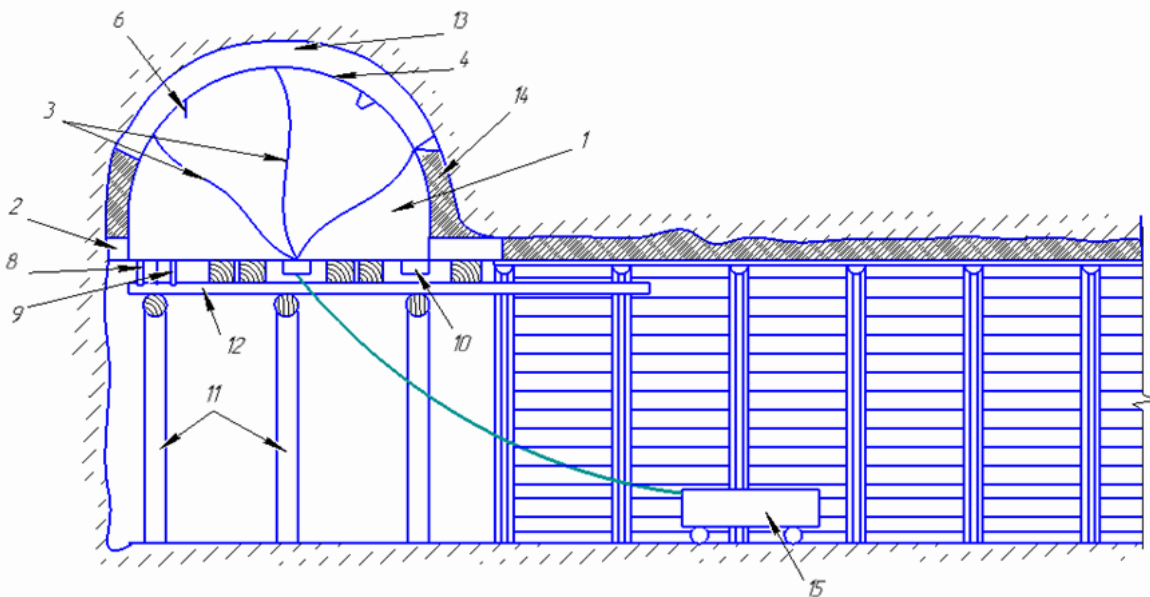


Рисунок 8.2 – Технология крепления купола

Устройство для осуществления способа состоит из пневмобаллона 1 (рис. 8.2), соединенной с ним по периметру его основания уплотняющей емкости 2, трубопроводов 3, соединенных с соплами 4, снабженными защитными кожухами 5, выполненными в виде нормально сомкнутых эластичных поверхностей, и укрепленных на пневмобаллоне с наружной стороны ниппелей 6 ввода воздуха в пневмобаллон с нормально сомкнутыми эластичными поверхностями, которые расположены во внутренней части пневмобаллона, а основания ниппелей перекрыты со стороны герметичной полости воздухопроницаемым материалом 7, кранов 8 и 9 редукционного клапана 10.

Технология с применением устройства заключается в следующем.

В выработке под образовавшейся от вывала породы пустотой устанавливают на временной крепи 11 предохранительный полок 12 с пневмобаллоном 1 и уплотняющей емкостью 2, в которые через краны 8 и 9 нагнетают сжатый воздух. При этом образуют герметичную полость 13 между поверхностью породного обнажения и пневмобаллоном шириной, равной проектной толщине возводимой бетонной оболочки 14. При подаче в герметичную полость скрепляющего раствора насосом 15 под давлением, превышающим регулируемое редукционным клапаном 10 давление в пневмобаллоне, эластичные поверхности защитного кожуха 5 раскрываются. Раствор поступает в герметичную полость 13, давление в ней растет и когда его величина превысит давление на пневмобаллоне, раскрываются эластичные поверхности ниппелей 6.

Воздух из полости 13 поступает в пневмобаллон, давление в нем повышается, срабатывает редукционный клапан 10, воздух выходит в выработку из герметичной полости 13 до тех пор, пока давление в ней и в баллоне не понизится до величины, определяемой регулировкой редукционного клапана 10. При снижении давления воздуха в герметичной полости 13 до величины, равной или в несколько меньшего значения первоначального давления в пневмобаллоне, эластичные поверхности ниппелей 6 смыкаются. В такой последовательности цикл операций по выпуску воздуха из герметичной полости повторяется до полного ее заполнения скрепляющим раствором.

По мере заполнения герметичной полости скрепляющей раствором под давлением заполнит поры, макро- и микро- трещины, упрочняя приконтурный породный массив. Проникновение раствора внутрь баллона через ниппель 6 препятствует воздухопроницаемый материал 7, а через сопла 4 – защитные кожухи 5, которые при выключенном насосе 15 смыкаются. После достижения твердеющей смесью разуплывочной прочности пневмобаллон извлекают и в выработке устанавливают постоянную крепь.

Применение предложенной технологии позволяет значительно снизить материальные и трудовые затраты на крепление.

## **8.2 Технология проведения выработок по упрочненным после завала породам**

*Технология восстановления и крепления горизонтальных и наклонных выработок, пройденных вблизи земной поверхности, при произвольном обрушении больших объемов пород, разрушении крепи и завале их.*

Технология включает заполнение пустот вывала заполняющими и связующим материалами, образование искусственной кровли и последующую проходку выработки под искусственной кровлей, предварительно по контуру зоны вывала с земной поверхности зависающий массив пород обустраивают скважинами под углом, равным углу сдвижения зависающих пород над вывалом, заряжают их взрывчатым веществом и производят разрыхление и обрушение зависающих пород в границах сдвижения, затем заполняющим материалом засыпают образующуюся воронку, уплотняют его и обустраивают породы скважинами в пределах вывала с земной поверхности, скважины обсаживают перфорированными в нижней части трубами и нагнетают раствор твердеющей смеси для упрочнения пород от почвы выработки до уровня искусственной кровли.

В предлагаемом способе в отличие от других заполнение пустот вывала производится с земной поверхности путем обустройства и взрыва зависающих над вывалом пород по контуру зоны вывала с последующим заполнением воронки несвязующим материалом с поверхности и уплотнением его.

Кроме того, способ отличается тем, что породы упрочняют связующим материалом, включая искусственную кровлю, от почвы выработки путем подачи вяжущих материалов с земной поверхности через предварительно пробуренные и обсаженные перфорированными в нижней части трубы, после чего выработку проходят по упрочненным породам.

Это уменьшает трудоемкость и стоимость упрочнения пород искусственной кровли за счет исключения спуска и транспорта материалов по горным выработкам, подачи вяжущих материалов в пустоту вывала из выработки вверх.

В предлагаемом способе работы по ликвидации завала ведутся с земной поверхности, где намного дешевле транспорт материалов, стоимость работ по бурению и подаче вяжущих по сравнению с работами в шахтных условиях. Это и значительно безопаснее.

Предлагаемый способ в отличие от других обеспечивает активную совместную работу обрушенных пород внутри вывала с породами потолочины над вывалом до земной поверхности в пределах границ сдвижения пород, обрушаемыми с помощью буровзрывных работ. В результате принудительного обрушения зависающих над вывалом пород в пределах границ их сдвижения и соединения их в разрыхленном состоянии с обрушенными породами внутри вывала обеспечивается формирование практически однородного по физическому состоянию (разрыхленное) заполнителя вывала, уплотнение и смещение которого под действием горного давления в процессе эксплуатации выработки после ее восстановления происходит без заметного разделения и зависания одной части относительно другой. В данном способе исключается оставление незаполненной пустоты над обрушенными породами внутри вывала до контура вывала и, следовательно, исключается зависание пород над вывалом до земной поверхности (как правило, небольшой мощности и кратковременной устойчивости), их последующее мгновенное обрушение и обусловленные этим динамические удары на крепь, полумы крепи и возможные повторные завалы выработок значительно больших размеров и объемов, чем первоначальные завалы. Кроме того, предложение обеспечивает надежное и безопасное состояние земной поверхности над вывалом пород в выработках, исключает неожиданные и зачастую весьма опасные провалы земной поверхности.

Бурение скважины по контуру зоны вывала и расположение скважин параллельно поверхностям сдвижения пород обеспечивает безопасность работ по бурению скважин, заряданию и взрыванию зарядов, разрушение и обрушение зависающих пород над вывалом в пределах границ обрушения, сдвижения пород непосредственно с земной поверхности. Обрушение пород буровзрывным способом в пределах границ сдвижения пород исключает практически мгновенные обрушения зависших пород над вывалом в пределах границ сдвижения, происходящие обычно после восстановления выработок. Это в свою очередь исключает резкое увеличение нагрузки на крепь (зачастую динамической) и повторных завалов выработок.

Заряды в скважинах по предлагаемому способу взрываются с различными степенями замедления, что предотвращает большие динамические удары взрываемых пород. Принудительное обрушение зависающих пород на разрушенные породы внутри вывала способствует значительному дроблению пород внутри вывала.

Способ не требует, как в прототипе, заполнение завала несвязующим материалом до уровня защитной искусственной кровли выработки, т. е. отпадает необходимость в выполнении технически весьма трудно осуществимой и дорогой работы по заполнению пустот между кусками обрушенных пород в пределах сечения выработки.

В предлагаемом способе обрушенные породы ниже проектного уровня искусственной кровли, т. е. в пределах проектного сечения выработки и в боках выработки упрочняются раствором вяжущих веществ и по упрочненным породам проводится восстанавливаемая выработка. В результате этого по сравнению с прототипом значительно повышается безопасность работ, так как исключается высыпание и вывалы пород в процессе проходки из боков и забоя выработки.

На рис. 8.3 показан продольный разрез выработки, заваленной на некотором участке. На рис. 8.4, а - расположение буровых скважин по контуру зоны вывала, на рис. 8.4, б - обрушивание пород внутри вывала скважинами.

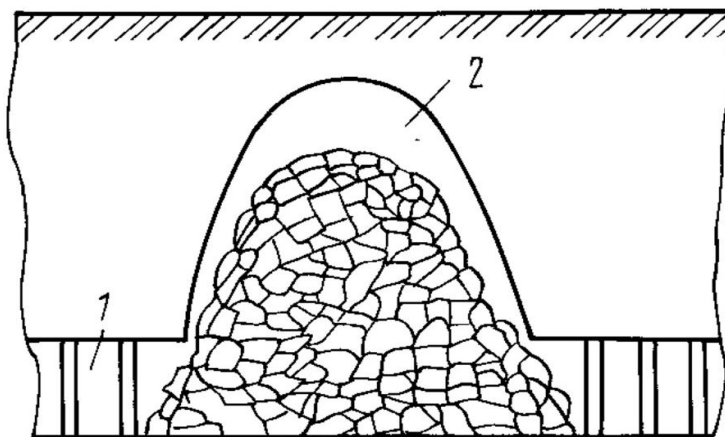


Рисунок 8.3 - Продольный разрез выработки в месте завала

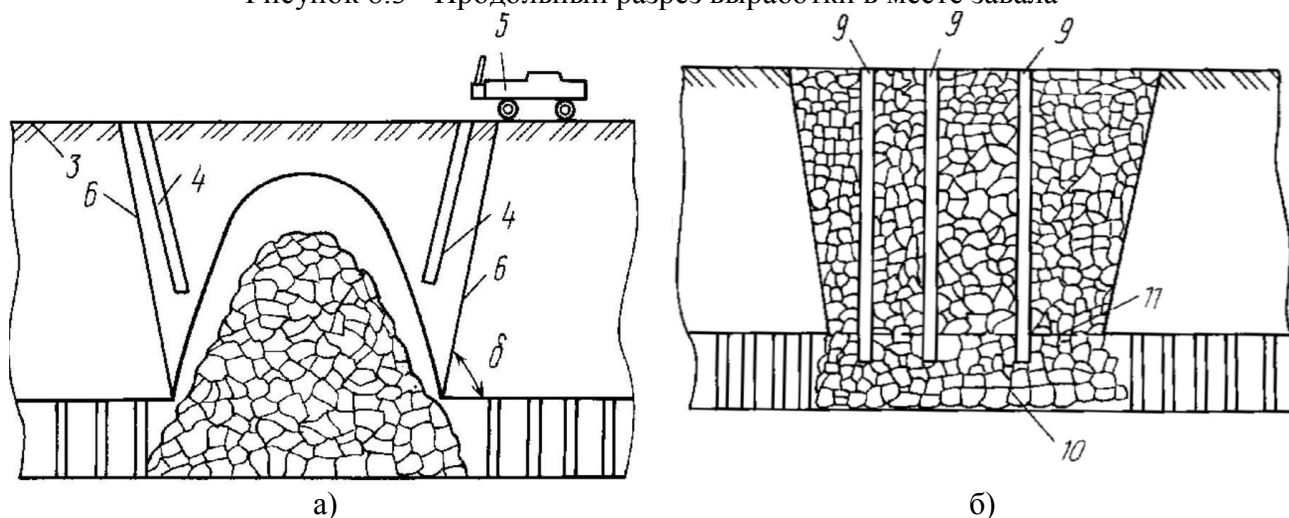


Рисунок 8.4 – Технология бурения: а) расположение буровых скважин по контуру зоны вывала; б) обуривание пород внутри вывала скважинами

После разделки в восстанавливаемой выработке 1 подхода (подходов с обеих сторон) к завалу и приведение его в безопасное состояние определяют форму и размеры вывала (пустоты) и мощность зависающих над вывалом пород с помощью применяемых на горных предприятиях маркшейдерских приборов. Затем по контуру зоны вывала в пределах границ сдвижения пород, зависших над вывалом 2, бурят с земной поверхности 3 скважины 4 бурильной установкой (установками) под углом наклона к горизонту, равном углу сдвижения зависающих пород над вывалом, т. е. с расположением их примерно параллельно поверхности сдвижения 6 подработанных пород. По данным многочисленных маркшейдерских инструментальных наблюдений углы сдвижения пород вблизи земной поверхности по простиранию (рис. 8.4, а, угол  $\delta$ ) и вкрест простирания со стороны восстания и падения составляют в основном 70-80°.

После пробуривания скважин 4 усиливают крепь в выработке на участке (обычно длиной 4-5 м), примыкающем непосредственно к вывалу, заряжают скважины взрывчатым веществом, взрывают заряды взрывчатых веществ, засыпают образовавшуюся воронку несвязующими материалами, например мелкими породами, полученными при проведении горных выработок по породам или ведении вскрышных работ, и уплотняют породы внутри вывала. Затем обуривают с земной поверхности породы внутри вывала скважинами 9, обсаживают скважины трубами, нижняя часть которых перфорирована, подают через скважины 9 раствор твердеющей смеси, например цементно-песчаный, и упрочняют разрушенные породы 10 ниже уровня 11 искусственной кровли, начиная от почвы выработки до уровня искусственной кровли выработки. Раствор твердеющей смеси искусственной кровли 12 выработки подают с земной поверхности через скважины 9. После подачи



необходимого для упрочнения пород и создания искусственной кровли раствора твердеющей смеси извлекают трубы из скважин 9 для повторного использования и дополнительно уплотняют породы внутри вывала со стороны земной поверхности, например катком. Затем проходят выработку 1 по упрочненным породам и возводят в ней постоянную крепь 13.

Предлагаемый способ обеспечивает снижение стоимости восстановления и последующего поддержания выработок, резкое повышение безопасности восстановительных работ и повышение безопасности в процессе эксплуатации выработки. Путем обеспечения совместной работы пород, зависающих над вывалом вблизи земной поверхности, которые имеют обычно кратковременную устойчивость и обрушаются, как правило, мгновенно полностью или большими частями вплоть до земной поверхности, и обрушенных пород внутри вывала над выработкой исключаются обрушения зависающих пород потолочины, связанные с этим повышенные нагрузки и полумы крепи; возможные повторные завалы выработки, нарушения земной поверхности и образование провалов со всеми вытекающими опасностями и другими отрицательными последствиями. Образование практически мгновенных провалов на земной поверхности в результате обрушения пород, потолочин над вывалами выработок вблизи земной поверхности явление обычно трудно прогнозируемое. Об этом свидетельствует опыт ведения горностроительных и добычных работ вблизи земной поверхности на угольных шахтах Кузбасса.

### 8.3 Технология заполнения купола

При наличии пустот над крепью более 1 м их закладка производится по следующей технологии. На предохранительную крепь, которая состоит из элементов постоянной крепи вместо затяжек со стороны закреплённого пространства укладывается сплошной накатник из стоек диаметром не менее 18 см. Один конец стоек накатника упирается на раму постоянной крепи, а второй - на верхняк предохранительной крепи. Чтобы покотник не сползал, концы верхняков расклинивают между боками выработки. Затем с помощью ветоши цементного или другого раствора заделывают щели в накатнике и механическим способом производят закладку пустоты над крепью на высоту 0, 8-1 м.

#### Заполнение пустот за крепью производится агрегатом типа «Монолит-3».

Агрегат для заполнения пустот состоит из смесительно-нагнетательной установки, трубопровода и пунктов управления. Работает не менее 4 человек. Для заполнения пустот используется гипс марки Г-5 или Г-6 или пенагипс. Для предупреждения протекания раствора через щели в затяжке внутрь выработки, щели тщательно заделываются и над крепью выкладывается стеклоткань или мешковина, при их отсутствии сооружается деревянная опалубка. Щели заделывают вручную, пакли с гипсовым раствором или глинистым раствором. Деревянная опалубка выполняется из досок толщиной не менее 20 мм. Толщина закладываемого в закреплённое пространство слоя определяется с помощью контрольной трубы диаметром не менее 60 мм. Контрольная труба устанавливается верхним концом на уровне высоты закладываемого слоя. Нижний конец трубы устанавливается на 200-300 мм ниже крепи выработки. Количество труб и место их установки определяется исходя из размеров закладываемого пространства из норматива 2-3 трубы на каждые 5-15 м<sup>2</sup>. Расстояние между верхними концами соседних контурных труб от 1 до 2 м, расстояние между выпускной и контрольной трубой 1 м.

*Основные операции технологического процесса:* подготовительная изоляция выработки, нагнетание вяжущего, заключительные операции.

Подготовительные операции: подноска инструмента, приспособления для крепи: трубопроводов, собирается полук, устанавливается прибор для контроля метана, установка агрегата на рабочем месте, монтаж контрольной и выпускной трубы, подсоединение выпускной трубы к агрегату. Изоляция выработки: заделка щелей вручную, с помощью ветоши или пакли заделываются щели между затяжками гипсовым или глинистым

раствором, если возводится опалубка, то подносятся материалы и возводится сама опалубка, укладывается стеклоткань или мешковина поверх затяжки.

Нагнетание раствора: приготовление смеси, производится нагнетание до появления раствора из контрольной трубы. Заключительные операции: промывка агрегата, отсоединение трубопровода, эл. энергии.

*Заполнение пустот за келью высотой более 1 м бетоноукладочным комплексом типа БУК.* Комплекс оборудования состоит из пневматического бетоноукладчика, оборудованного рейферным устройством, бетоновода и емкости для приготовления раствора, обслуживают 3 человека. Здесь также требуется изоляция закрепленного пространства, заделка щелей, нанесение защитного покрытия-набрызг-бетона, укладка стеклоткани или мешковины, возведение деревянной опалубки.

Для приготовления раствора используют маршленно-портланд цемент марки 300, песок, щебень диаметром 50 мм и граншлак, пресная вода В: Ц=1, 7-2, 0.

Для подачи смеси в закрепленное пространство используют трубы диаметром не менее 100 мм. Толщина закладываемого над крепью слоя должна быть не менее половины ширины выработки, при этом толщина бетонного слоя не менее 1 м.

Для определения толщины закладываемого, слоя используют контрольные трубы диаметром не менее 100 мм.

Для нагнетания необходимая длина изолированного участка выработки не менее чем 10 м в обе стороны выработки от выпускной трубы. С одного положения выпускной трубы может заполняться не более 5 м по длине выработки. Все технологические операции такие же как и при работе «Монолита».

#### Правила производства и приемки работ

Приемка работ должна осуществляться ежемесячно, ежемесячно и окончательная приемка. Качество работ устанавливается путем наружного осмотра и замеров. В рамной крепи горизонтальные и наклонные горные выработки (МПК, сборная ж/б, смешанная, деревянная) проверяются:

- соответствие элементов крепи проектным размерам, вертикальность рам к оси выработки, качественная расклинка рам, забутовка закрепленного пространства, затяжка, выработки;

- надежная защита крепи от коррозии или гниения, наличие требуемого осадочного зазора в рамках;

- возможное отклонение размеров выработки от проектных допускается по ширине и высоте  $\pm 50$  мм, отметок почвы выработки  $\pm 30$  мм;

- соответствие размеров людских проходов, зазоров между крепью и подвижным составом требованием ПБ.

Все замеры в выработке при приемке работ выполняются маркшейдерской службой, которая входит в состав комиссии (возглавляют: гл. инженер, гл. маркшейдер, нач. участка, представитель из планового отдела, представитель профсоюза). Во время маркшейдерского замера подлежит проверке:

- выдержанность выработки по направлению, по уклону;

- соблюдение проектного значения в свету, в черне;

- геометрическая правильность установки крепи;

- правильность настилки рельсового пути, трапа;

- устройство водоотливной канавки;

- соблюдение зазоров.

#### Замена элементов деформированной деревянной крепи:

Замену рам деревянной крепи производят не менее двух рабочих. Технологический процесс состоит из следующих операций: подготовительные операции, замена верхняка, замена стойки, заключительные операции.

## **Тема 4: Мероприятия по предотвращению завалов в горных выработках**

### **Лекция 9: Мероприятия по предотвращению завалов в горных выработках**

#### ***Завалы главных откаточных и вентиляционных выработок***

При полном или частичном завале главной откаточной выработки прекращается деятельность крыла шахты из-за невозможности экспортирования угля.

При полном завале главной вентиляционной выработки прекращается нормальная работа участка пласта из-за нарушения вентиляционного режима, изменение климатических условий, создания опасности концентрации метана или углекислого газа, невозможности доставки материалов, при частичном завале на период ремонта затрудняется доставка материалов в лаву.

Причинами возникновения завалов в главных откаточных или главных вентиляционных выработках являются:

- воздействие повышенного горного давления (вредное воздействие оставленного в смежном пласте целика угля; при непрерывном расчете размеров предохранительного целика в случае отработки собственного; при попадании участка выработки в зону воздействия первичной или вторичной посадки труднообрушающейся кровли и др.);

- воздействие повышенного горного давления на участке откаточной или вентиляционной выработки, пересекающей тектоническое нарушение или расположенной так, что продольная ось выработки составляет с плоскостью тектонического нарушения угол менее  $15^\circ$ ;

- надработка или подработка одиночных выработок при неблагоприятном сочетании расположения оси надрабатываемых или подрабатываемых выработок с линией осадки основной труднообрушающейся кровли в надрабатывающей (подрабатывающей) лаве.

#### ***Мероприятия по предотвращению аварий.*** [3]

Выбор рациональных планированных решений по раскройке шахтных полей, учет рекомендаций по проведению главных откаточных и вентиляционных выработок во времени и пространстве.

Крепление выработок на сопряжениях и протяженных участках производить в соответствии с действующими нормативно-методическими документами с учетом конкретных горно-геологических условий по длине выработок.

#### ***Завалы подготовительных выработок***

При завале транспортной подготовительной выработки нарушается непрерывный процесс добычи угля в лаве из-за перекрытия транспортного потока.

При завале вентиляционной подготовительной выработки нарушается непрерывной процесс добычи угля в лаве из-за невозможности доставки лесо- и других материалов, ухудшения условий проветривания, создания опасности концентрации метана, перекрытия запасного аварийного выхода.

При завале подготовительной выработки на сопряжении с лавой на транспортном или вентиляционном горизонтах прекращается работа лавы из-за отсутствия запасного аварийного входа (выхода), деформирования крепи и находящуюся на сопряжении оборудования, потенциальной опасности для жизни шахтеров, работающих в районах сопряжения.

При поломе крепи с частичным вывалом пород кровли или пучением пород кровли в выработке, сохраняемой для повторного использования, происходит задержка ввода в работу новой лавы. Такая авария может быть устранена только капитальным ремонтом в течение длительного времени.

#### **Причины завалов в подготовительных выработках.**

Завалы подготовительных выработок происходят из-за несоответствия паспорта выемочного участка, применяемого паспорта крепления или способа охраны выработок горно-геологическим или горнотехническим условиям поддержания.

Несоответствие паспорта выемочного участка, проведения и паспорта крепления подготовительных выработок может быть обусловлено:

- объективной невозможностью крепления и поддержания выработок в зоне влияния очистных работ в данных горно-геологических условиях;
- неправильным составлением паспорта из-за отсутствия учета или недостаточного учета факторов, осложняющих условия ведения очистных работ и поддержания подготовительных выработок;
- нарушением паспорта выемочного участка или крепления выработки;
- несоответствием выбранной крепи горно-геологическим условиям.

В выработках, сохраняемых на границе с выработанным пространством:

- неполная посадка кровли в лаве;
- несоответствие несущей способности и параметров податливости штрековой крепи, средств усиления штрековой крепи и посадочно-защитных крепей возникающим нагрузкам, особенно при осадке основной кровли в лаве;
- проведение выработок без запаса сечения на величину смещения пород;
- наличие в подошве выработок слоев пород, склонных к пучению.

В выработках, проводимых вприсечку к выработанному пространству:

- недостаточный разрыв во времени между погашением выемочного столба и началом проведения вприсечку к нему штрека;
- неполное погашение штрека в ранее отработанном столбе, вследствие чего увеличивается давление консоли пород кровли на краевую часть массива;
- расположение выработки под целиком угля, оставленном в вышележащем слое мощного пласта.

В выработках, оформляемых или проводимых в выработанном пространстве:

- неправильный выбор места расположения или времени оформления выработки позади очистного забоя;
- преждевременное проведение выработок по обрушенным породам выработанного пространства;
- расположение выработок в зоне влияния целиков угля, оставленных в вышележащем или нижележащем пластах.

### **Выводы:**

Завалы горных выработок обычно происходят из-за несвоевременного ремонта крепи, неправильного ведения работ по ремонту, внезапного увеличения горного давления при посадке лав, горных ударов, внезапных выбросов угля, породы и газа, взрывов метановоздушной смеси и угольной пыли, схода подвижного состава с рельсового пути и других причин.

Произвольное обрушение на большой площади (осадка кровли) вызывает динамические нагрузки на выработки и воздушные удары в них.

Завалы, в т.ч. после горных ударов характеризуются быстрым обрушением больших объемов горной массы, в результате чего горная выработка выходит из строя, а под обрушением или за ним могут оказаться люди.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Охрана труда в угольной промышленности: учебное пособие для вузов / С.Н. Александров и др.; под общ. ред. Ю.Ф. Булгакова; ГВУЗ «ДонНТУ», Горный фак., Каф. «Охрана труда и аэрология». - Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2012. - 480 с.
2. Краткие сведения о системе УТАС [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://mylektsii.ru/10-13389.html>
3. Правила безопасности в угольных шахтах [Электронный ресурс].- 2 Мб. – Донецк, 2016. - 1 файл. – систем. требования ZIP-архиватор. - <http://ea.donntu.org/handle/123456789/34455>
4. УТП 101.00.174131.002-2004. Унифицированные типовые сечения горных выработок, закрепленных комбинированной арочной крепью из взаимозаменяемого шахтного профиля. Альбом. – К., 2004. – 169 с.
5. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы: Сборник Е36. Горнопроходческие работы. – М.: Недра, 1988. – 198 с.
6. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине вариативной части учебного плана по выбору студента «Проведение выработок в зонах завалов и обрушений» [Электронный ресурс] : для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации «Шахтное и подземное строительство» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. стр-ва зданий, подземных сооружений и геомеханики ; сост. А. Н. Шкуматов. – Электрон. дан. (1 файл: 8,4 Мб). – Донецк: ДОННТУ, 2017. – Систем. требования: Acrobat Reader. - URL: <http://ea.donntu.org/handle/123456789/34740>
7. Методические указания к самостоятельной работе под контролем преподавателя по дисциплине вариативной части учебного плана по выбору студента «Проведение выработок в зонах завалов и обрушений» [Электронный ресурс] : для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации «Шахтное и подземное строительство» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. стр-ва зданий, подземных сооружений и геомеханики ; сост. А. Н. Шкуматов. – Электрон. дан. (1 файл: 16,5 Мб). – Донецк: ДОННТУ, 2017. – Систем. требования: Acrobat Reader. - URL: <http://ea.donntu.org/handle/123456789/34739>
8. Методические указания к курсовым проектам по дисциплинам «Основы горного дела. Строительная геотехнология» и «Шахтное и подземное строительство. Строительство горизонтальных выработок» для студентов уровня профессионального образования «специалист» по специальности 21.05.04 «Горное дело» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. строит. зданий, подземных сооружений и геомеханики; сост.: А. Н. Шкуматов, Ю. А. Пшеничный, В. В. Глебко, Н. Д. Барсук. – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк: ДОННТУ, 2017. – Систем. требования: Acrobat Reader. – URL: <http://ed.donntu.org/books/20/m4925.pdf>