

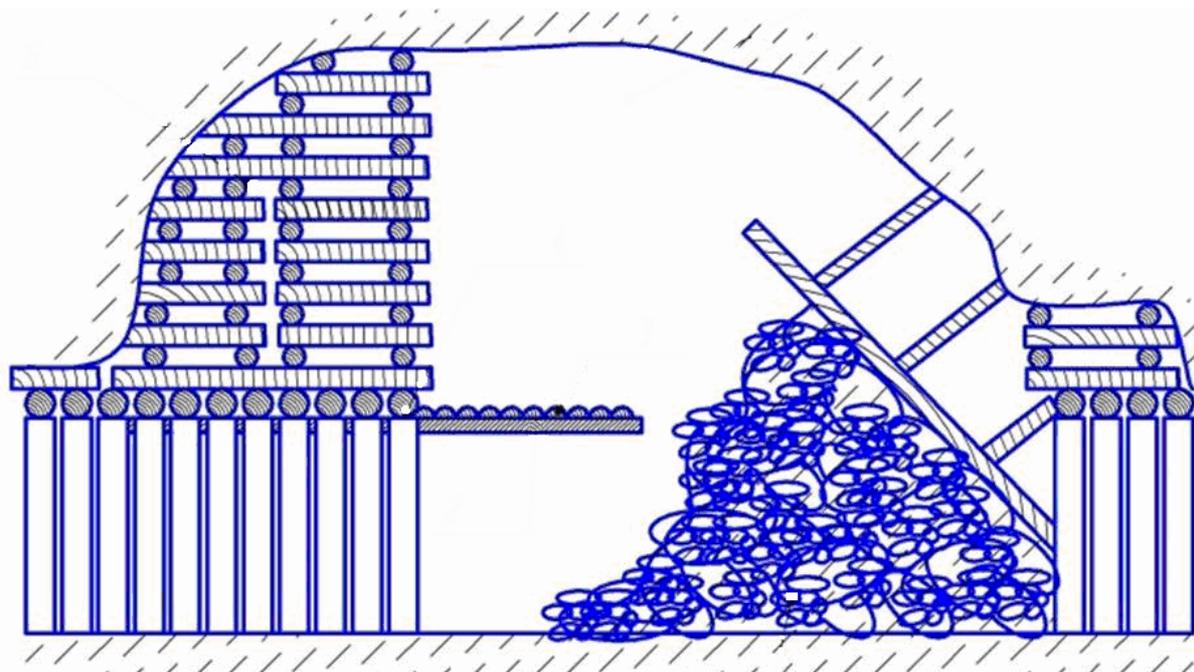
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ, ПОДЗЕМНЫХ  
СООРУЖЕНИЙ И ГЕОМЕХАНИКА»

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по организации аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы  
студентов по дисциплине «**Проведение выработок в зонах  
завалов и обрушений**»

для студентов уровня профессионального образования «специалист»  
по специальности 21.05.04 «Горное дело»  
всех форм обучения



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

КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ, ПОДЗЕМНЫХ  
СООРУЖЕНИЙ И ГЕОМЕХАНИКА»

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по организации аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы  
студентов по дисциплине «**Проведение выработок в зонах  
завалов и обрушений**»

для студентов уровня профессионального образования «специалист»  
по специальности 21.05.04 «Горное дело»  
всех форм обучения

**РАССМОТРЕНО**  
на заседании кафедры  
«Строительство зданий, подземных  
сооружений и геомеханика»  
Протокол № 6 от 14.01.2020 г.

**УТВЕРЖДЕНО**  
на заседании учебно-  
издательского совета ДОННТУ  
Протокол № 3 от 27.04.2020 г.

Донецк - 2020

УДК 622.26(076)

ББК 33.15я73

М54

**Рецензент:**

Булгаков Юрий Федорович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Охрана труда и аэрология»

**Составитель:**

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

М54

**Методические указания** по организации аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы студентов 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: 16,5 Мб). – Донецк: ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader.

Приведены темы, необходимый теоретический и иллюстративный материал для выполнения расчетно-графической работы и организации самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Проведение выработок в зонах завалов и обрушений» вариативной части учебного плана.

Предназначено для студентов высших учебных заведений всех форм обучения специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации «Шахтное и подземное строительство». Может быть использовано при дипломном проектировании.

УДК 622.26(076)

ББК 33.15я73

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	5
Раздел 1 ИЗУЧАЕМЫЕ ТЕМЫ .....	6
Тема 1: Общие сведения о завалах и обрушениях в горных выработках. Системы контроля обстановки в горных выработках .....	6
Контрольные вопросы к теме 1 .....	11
Тема 2: Общие сведения о технологии проведения специальных выработок в зонах завалов и обрушений .....	12
Контрольные вопросы к теме 2 .....	17
Тема 3: Технологии проведения выработок в зонах завалов и обрушений .....	17
Контрольные вопросы к теме 3 .....	31
Тема 4: Мероприятия по предотвращению завалов в горных выработках .....	32
Контрольные вопросы к теме 4 .....	33
Раздел 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО- ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ .....	34
2.1 Общие положения .....	34
2.2 Порядок выполнения контрольной работы .....	34
2.2.1 Определение объема обрушившихся пород .....	34
2.2.2 Расчет и построение графика организации ремонтно-восстановительных работ при завале в горной выработке .....	35
2.3 Варианты заданий.....	39
3 ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ И САМОКОНТРОЛЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ...	40
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	42
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	43
ПРИЛОЖЕНИЕ А: Классификация и частота завалов и обрушений в горных выработках за 10 лет .....	44
ПРИЛОЖЕНИЕ Б: Структура системы УТАС .....	45
ПРИЛОЖЕНИЕ В: Сведения о буровом оборудовании .....	46
ПРИЛОЖЕНИЕ Д: Комплект малогабаритного гидравлического оборудования для разборки завалов .....	48

## ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина рассматривает вопросы проведения выработок в зонах завалов и обрушений.

*Цель дисциплины* - приобретение студентами знаний и умений, необходимых для самостоятельного творческого решения задач, связанных с проектированием и практической реализацией решений по проведению выработок в зонах завалов и обрушений горных пород, путем усвоения лекционного материала, изучения нормативных документов, выполнения расчетно-графической работы.

*Задачи дисциплины* заключаются в усвоении сущности и изучении современных технологий проведения горных выработок в зонах завалов и обрушений, а также формировании навыков по расчету параметров технологии их проведения.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- системы контроля обстановки в горных выработках;
- технологии проведения специальных выработок;
- технологические схемы разборки завалов;
- технологию заполнения пустот в куполе выработки;

уметь:

- рассчитывать высоту и объем купола обрушения;
- рассчитывать технологические параметры для организации работ при проведении выработок в зонах завалов и обрушений.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования компетенций, которыми должен обладать студент:

готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (**ОК-6**);

готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (**ОК-7**);

владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений (**ОПК-9**).

готовностью осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при эксплуатационной разведке, добыче твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов, непосредственно управлять процессами на производственных объектах, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций (**ПК-4**);

использованием нормативных документов по безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых и подземных объектов (**ПК-6**);

готовностью демонстрировать навыки разработки систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов (**ПК-21**).

Учебное пособие предназначено для выполнения расчетно-графической работы и организации самостоятельной работы студентов всех форм обучения при изучении дисциплины «Проведение выработок в зонах завалов и обрушений» вариативной части учебного плана.

Также может быть использовано при дипломном проектировании.

## Раздел 1. ИЗУЧАЕМЫЕ ТЕМЫ

В соответствии с учебным планом рабочей программой дисциплины предусмотрено изучение следующих тем.

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.

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).

Тема 2. *Общие сведения о технологиях 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.

Лекция 4: Технологические схемы проведения специальных выработок через купол.

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.

Лекция 6: Технология разборки завала и извлечения крепи.

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

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

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

Лекция 9: Мероприятия по предотвращению завалов в горных выработках.

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

### ***Общие сведения о завалах и обрушениях в горных выработках***

*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.*

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 выбороопасных 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 (приложение А): 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.

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  $3,6 \text{ м}^3$  до  $2000 \text{ м}^3$  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 нетронutom 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. Величина, форма и состояния завала влияют на возможность проникновения вовнутрь. При наличии в кровле выработки слабых глинистых сланцев обрушенная порода состоит в основном из мелких кусков, а свод обрушения имеет стрельчатую форму. Если с верхней стороны штрека пласт выработан, то вершина свода обычно смещается в стороны восстания, где происходит сильное обрушение его боков. 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 состоит из крупных кусков и глыб (от 0,5 до 1,5 м и более), свод обрушения в большинстве случаев

имеет купольнообразную форму и полностью породой не заполнен, что позволяет иногда проникнуть к людям за завал посредством проведения ходка через купол обрушения.

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

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.

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;
- своевременно идентифицировать неисправности аппаратуры аэрогазового контроля;
- осуществлять контроль линий телеизмерения;
- осуществлять ретроперспективный 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.

### ***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) - 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.

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.

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 МакННИИ, 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, имеющихся 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 МакННИИ, 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. В приложении Б представлена схема применения системы УТАС для контроля конвейерного транспорта на шахте.

### **Контрольные вопросы к теме 1 [1, 2, 6, 7]**

1. Что такое завал в горной выработке?
2. Как влияет технология проведения выработки на место вывала породы?
3. Изобразите наиболее часто встречающиеся формы куполов при завалах в горных выработках.
4. Назовите параметры завалов и их среднестатистические значения.
5. Опишите структуру аппаратно-программного комплекса представления и обработки информации об аэрогазовой обстановке в горных выработках (КАГИ).
6. Перечислите функции аппаратно-программного комплекса представления и обработки информации об аэрогазовой обстановке в горных выработках (КАГИ).
7. Опишите структуру унифицированной телекоммуникационной системы диспетчерского контроля и автоматизированного управления горными машинами и технологическими комплексами (УТАС).
8. Перечислите функции унифицированной телекоммуникационной системы

диспетчерского контроля и автоматизированного управления горными машинами и технологическими комплексами (УТАС).

9. Приведите технические характеристики унифицированной телекоммуникационной системы диспетчерского контроля и автоматизированного управления горными машинами и технологическими комплексами (УТАС).

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

### *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, исходя 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.

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.2.1 приведено распределение вероятностей спасения людей при обрушениях в лавах с различным углом наклона пласта.

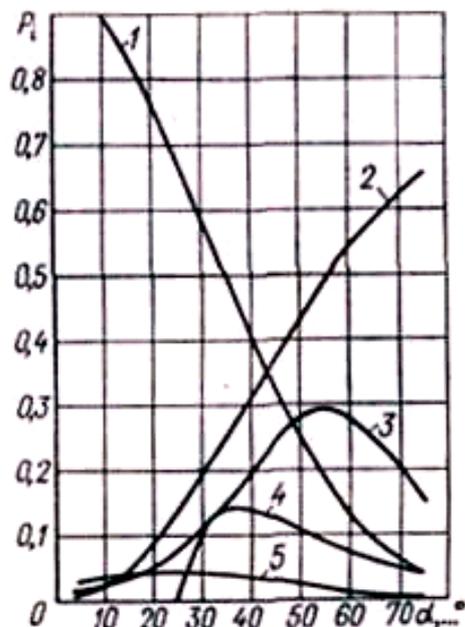


Рисунок 2.1 - Распределение вероятностей  $P_i$  спасения людей при обрушениях в лавах с различным углом наклона пласта  $\alpha$ : 1-разборкой завала; 2-проведение обходных выработок по углю; 3-проведение обходных выработок по углю и поисковых по завалу; 4-выпуском обрушенных пород; 5-проведением выработок 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. Прохождение 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.

### ***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),  $\varnothing 105$ , максимальная глубина – 100 м.

После бурения скважины жизнеобеспечения вместо станка НКР-100М устанавливают буровой станок БГА4-01 или буровую машину «Стрела-77» с пневмоприводом (приложение В).

Скважина жизнеобеспечения служит направляющей. Диаметр основной скважины – 500 (850) мм.

Технологическая схема бурения выработки Ø1000 буровой машиной «Стрела-77» приведена в ПЗ №2. Бурение выработки осуществляется по предварительно пробуренной скважине жизнеобеспечения Ø105. В месте бурения скважины перед установкой машины необходимо подготовить окно размером 1,2х1,2 м.

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°-40°) буровую машину устанавливают на опорные подмости (ПЗ №2) из рельсов или шпал, соединяемых друг с другом при помощи хомутов и гидростойки.

При углах бурения 2°-40° 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° к растяжке.

При углах бурения 75° 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.

### ***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. 2.2).

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.2.3.

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) 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.

Основными достоинства разработанной технологической схемы являются:

- оперативное решение вопроса обеспечения находящихся за завалов 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 клетей 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.2.4) и использование малогабаритного гидравлического инструмента (приложение Д).

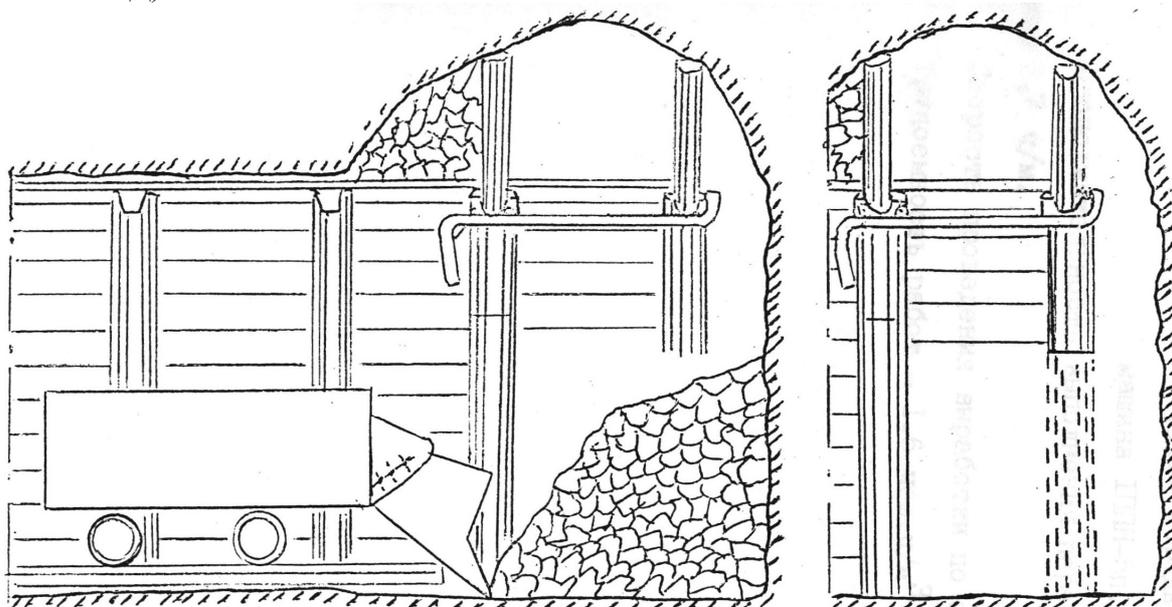


Рисунок 2.4 - Технологическая схема проведения выработки по завалу с применением временной крепи – крепеустановщика (заключительный этап)

Расчет технических показателей данной технологической схемы выполнен для следующих условий:

сечение выработки в свету –  $10,2 \text{ м}^2$ ;

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.

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/  $\text{м}^3$  в свету.

## Контрольные вопросы к теме 2 [3, 6, 7, 8, 9]

1. Перечислите технологические схемы проведения специальных выработок по завалу.
2. Что такое скважина «жизнеобеспечения»? Назовите ее параметры.
3. Опишите технологию бурения выработки буровой машиной «Стрела-77».
4. Опишите технологию проведения выработки через купол.
5. Особенности технологии проведения выработки через купол с применением крепеустановщика.
6. Технические показатели технологии проведения выработки через купол с применением крепеустановщика.

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

### *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 ремонтные 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.

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. 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 колья 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 колья на половину длины и устанавливают новую промежуточную раму, колья применяются для забивной крепи, изготавливают из круглого или прямоугольного сечения крепкого дерева. С другого конца колья 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.

Третья схема - по затампонированной породе проводят новую выработку.

### **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.

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  $\epsilon_{np}=4,2-5,7$  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:

$$h_g = 0,17 + 0,025 \cdot \epsilon_{np} + 0,0001 \cdot H - 0,27 \cdot f + 0,68 \cdot h_{np}. \quad (3.1)$$

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:

$$h_g = 27,36 + 0,13 \cdot \epsilon_{np} + 0,002 \cdot H - 0,53 \cdot f + 0,54 \cdot \alpha. \quad (3.2)$$

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:

$$h_e = 1,8 - 0,081 \cdot e_{np} - 0,0016 \cdot H + 0,13 \cdot h_{np}. \quad (3.3)$$

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:

$$h_e = -0,026 + 0,856 \cdot e_{np} + 0,0017 \cdot H - 0,119 \cdot f - 1,01 \cdot h_{np}. \quad (3.4)$$

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

При закреплении квершлаггов подобная зависимость выглядит следующим образом:

$$h_e = 4,023 + 0,35 \cdot e_{np} + 0,0034 \cdot H - 1,0044 \cdot f. \quad (3.5)$$

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:

$$h_e = 0,27 + 0,59 \cdot e_{np} - 0,005 \cdot H - 0,43 \cdot f - 0,0005 \cdot L + 0,1 \cdot \alpha, \quad (3.6)$$

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.

### ***Технология разборки завала***

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 верхнюю раму, 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.

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.

### **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 верхняя рама, сбалчиваются хомуты в замках, затем гидростойками поджимают верхнюю раму 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.

Работы ведутся следующим образом:

- машина распирается между почвой и кровлей выработки, чтобы упор 3 удерживал верхнюю раму 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.

При наличии рельсового пути лебедку устанавливают на площадку и закрепляют на ней болтами, а площадку к рельсам - отрезками скребковой цепи (рис.3.1). 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.

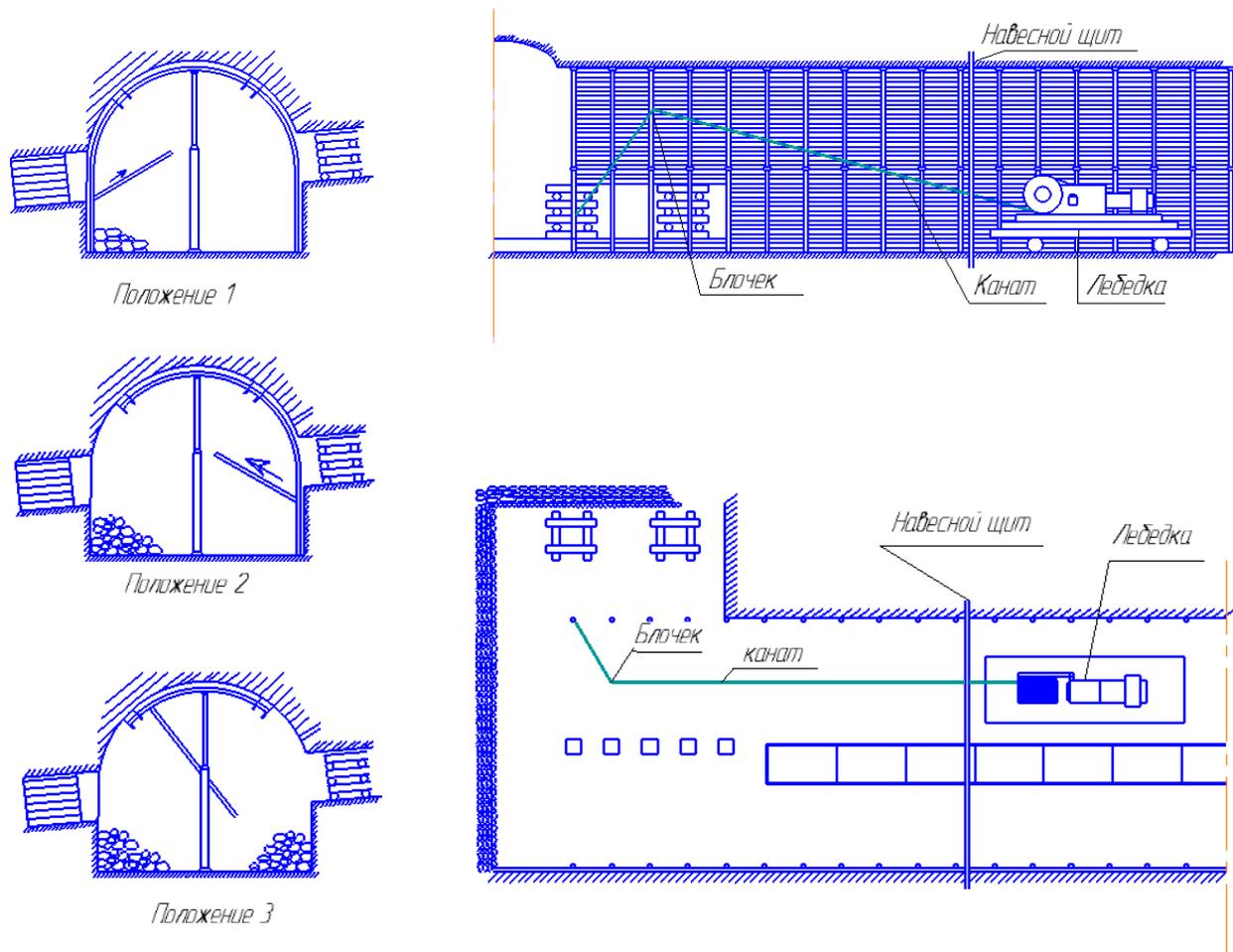


Рисунок 3.1 – Схема извлечения металлической арочной крепи в случае погашения транспортной выработки вслед за продвижением лавы

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  $10^\circ$  до  $20^\circ$  к вертикали.

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 погашения наклонной выработки устанавливают два заграждения: возле устья выработки и не выше чем 2 м от лебедки.

Анкерную крепь и ее элементы не извлекают.

*Извлечение металлической арочной крепи.*

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 заграждения: 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 заграждения: 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:

- 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.

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

*Снятие, подвеска и укладка рельсового пути*

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.

#### 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 накладки, подкладки, болты, гайки.

Если кровля представлена сыпучими породами, выработку по завалу проходят с применением забивной крепи (рис. 3.2).

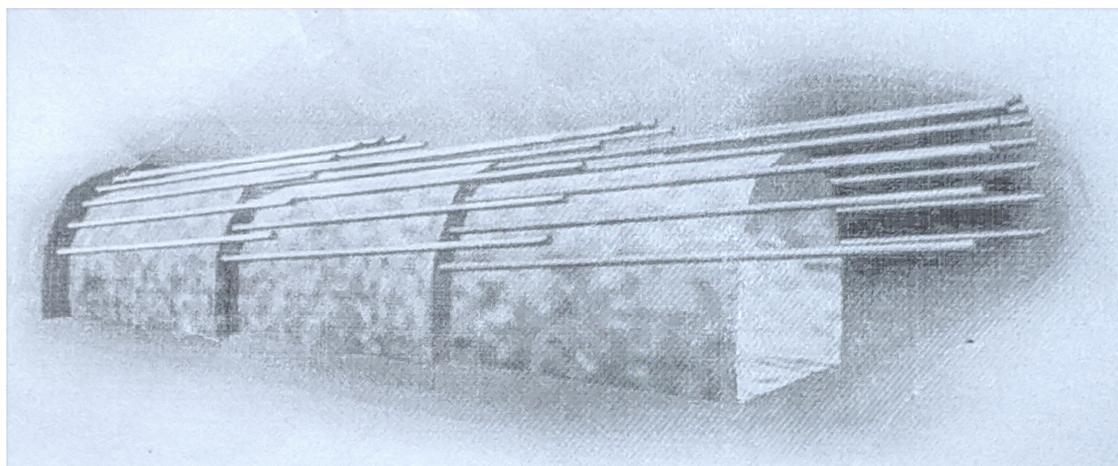


Рисунок 3.2 – Забивная крепь

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.

#### ***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 костровую крепь.

Костровую крепь для закладки пустот чаще всего применяют при восстановлении заваленных выработок, когда высота свода обрушения не превышает 2-3 м. Костры выкладывают над крепью (рис. 3.3) таким образом, чтобы давление по возможности передавалось на стойки рам, а не на верхняки.

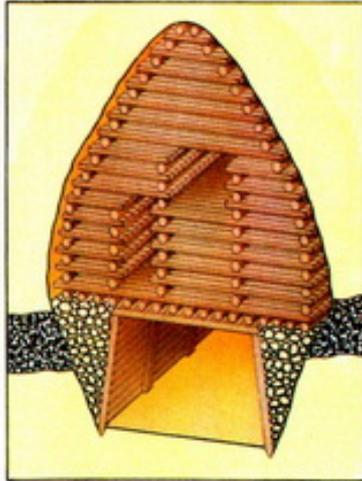


Рисунок 3.3 – Костровая крепь

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. 3.4). Породу 1 сначала убирают по бокам выработки с таким расчетом, чтобы иметь возможность установить ножки постоянной крепи. 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 клетей 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.

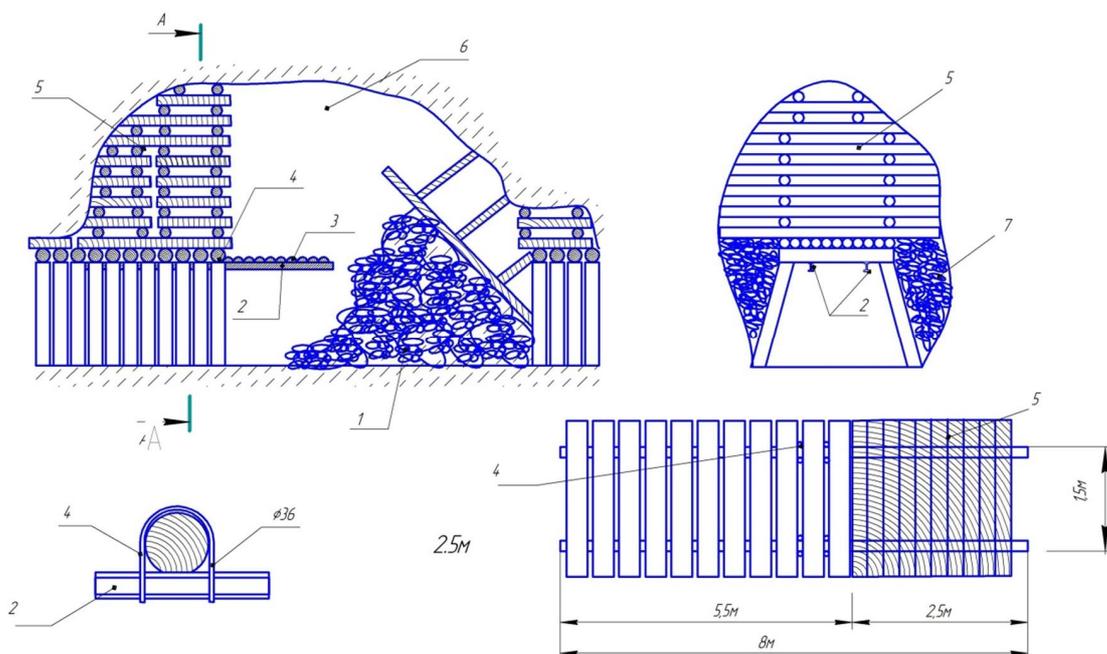


Рисунок 3.4 - Возведение временной крепи с выдвижным полком (а) и элементы конструкции полка (б)

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 (ремонтини, 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. 3.5).

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 распилками 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.

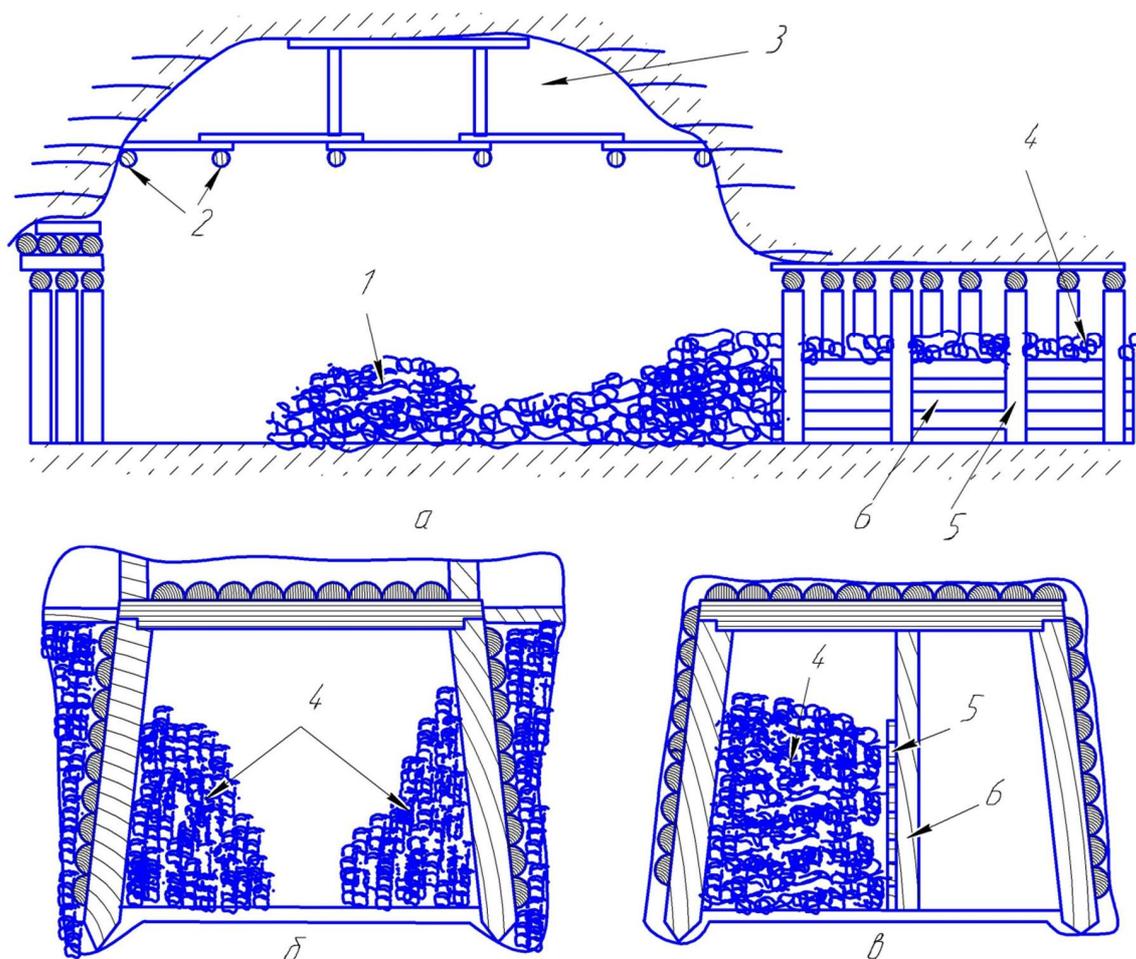


Рисунок 3.5 - Схемы возведения (а) распорной крепи и размещения обрушенной породы в выработке на две (б) и одну (в) сторону: 1– обрушенная порода; 2 – распорная потолочная крепь; 3 – купол обрушения; 4 – складуруемая порода; 5 – обшивка из досок (обаполов); 6 – ремонтна

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.

### **Пневмобаллонная крепь**

На рис. 3.6 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.

Днепрогипрошахтом предложен способ крепления пустот за крепью горных выработок и устройство для его осуществления (рис.3.7).

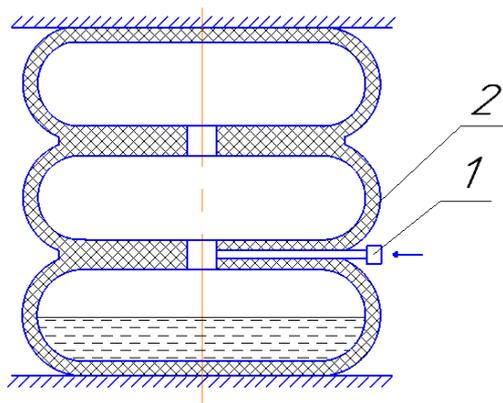


Рисунок 3.6- Конструкция пневмобаллонной крепи

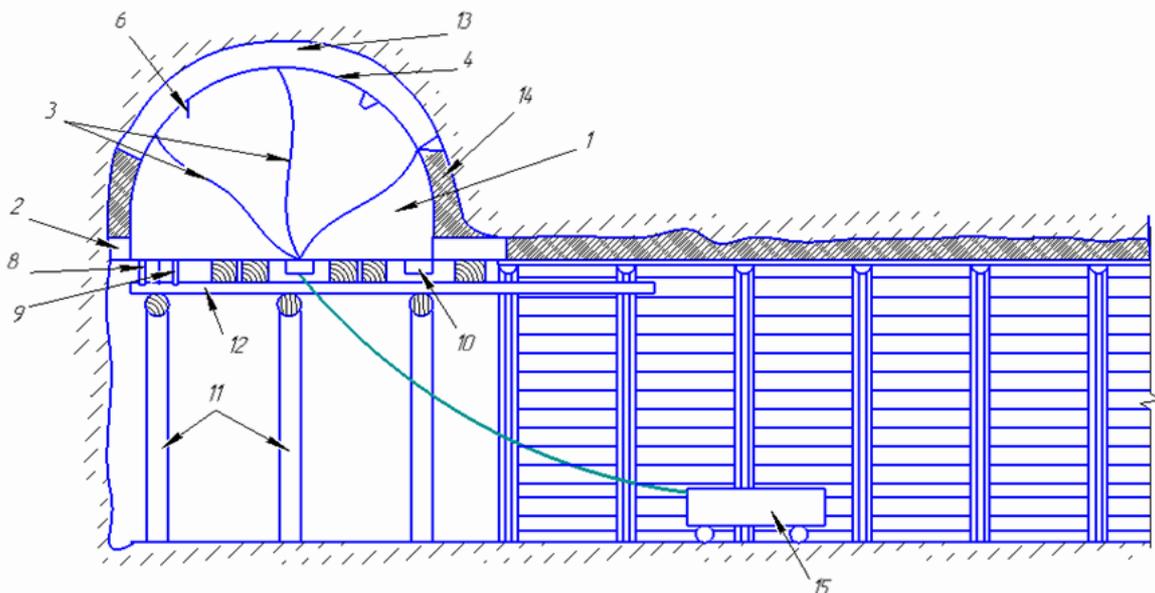


Рисунок 3.7 – Технология крепления купола

Устройство для осуществления способа состоит из пневмобаллона 1, 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 расчет 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 редуционного клапана 10. При снижении давления воздуха в герметичной полости 13 до величины, равной или в несколько меньшей 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.

### ***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 обуривают 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 обуривают 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 обуривания 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.

На рис. 3.8 показан продольный разрез выработки, заваленной на некотором участке.

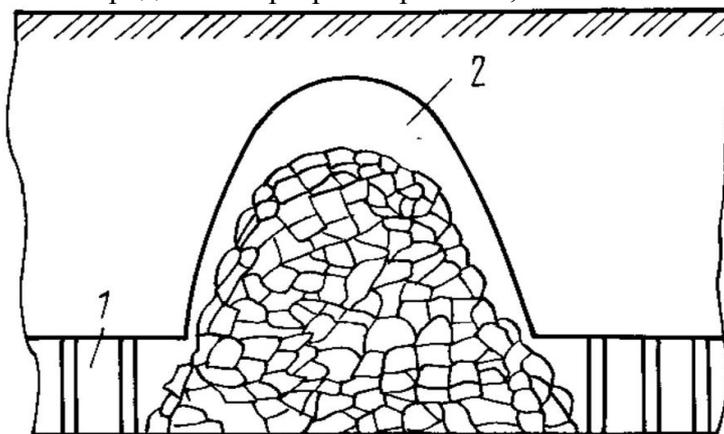


Рисунок 3.8 - Продольный разрез выработки в месте завала

На рис. 3.9, а - расположение буровых скважин по контуру зоны вывала, на рис. 3.9, б - обустройство пород внутри вывала скважинами.

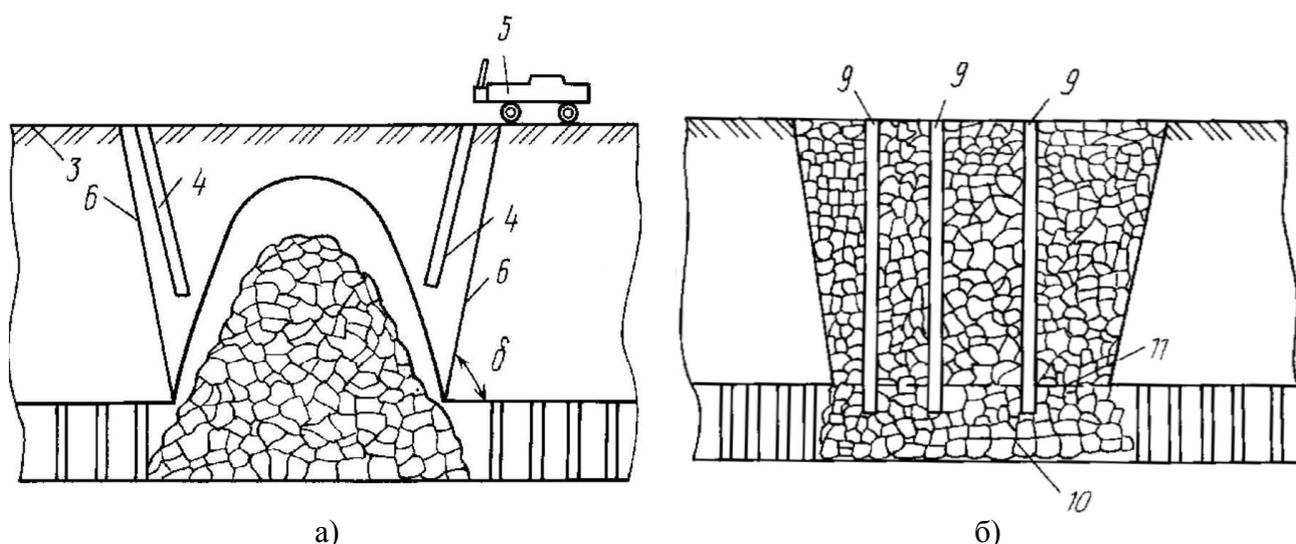


Рисунок 3.9 – Технология бурения: а) расположение буровых скважин по контуру зоны вывала; б) обустройство пород внутри вывала скважинами

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 обустройство пород 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.

#### **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 покатник 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 закрепленное 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 грейферным 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 марлтоно-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 требованиям 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, вчерне;
- 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.

### **Контрольные вопросы к теме 3 [4, 5, 6, 7, 10]**

1. Перечислите технологические схемы проведения выработок в зонах завалов и обрушений.
2. Назовите особенности схемы с выпуском обрушенной породы.
3. Назовите особенности схемы без выпуска обрушенной породы.
4. Назовите особенности схемы с предварительным заполнением зоны вывал цементно-песчаным раствором.
5. От каких факторов зависит высота вывала при пологом залегании горных пород?
6. От каких факторов зависит высота вывала при крутом залегании горных пород?
7. Перечислите требования ПБ при разборке завалов.
8. На каком расстоянии от завала и каким образом усиливается крепь?
9. Перечислите технологические операции при разборке завала и извлечении крепи.
10. Опишите технологию установки промежуточных рам.
11. Как и где устанавливаются лебедки для извлечения крепи?
12. Опишите технологию извлечения металлической арочной крепи.
13. Назовите особенности извлечения металлической арочной крепи в наклонных выработках.
14. Опишите технологию снятия рельсового пути.
15. Назовите особенности демонтажа рельсового пути в наклонной выработке.
16. Опишите технологию демонтажа шпал.
17. Что такое костровая крепь? Ее назначение.
18. Технология возведения костровой крепи.
19. Что такое распорная крепь? Опишите технологию ее возведения.
20. Что такое забивная крепь? Опишите технологию ее возведения.
21. Изобразите пневмобаллонную крепь конструкции ДонУГИ.
22. Изобразите пневмобаллонную крепь конструкции Днепрогипрошахта.
23. Как происходит упрочнение приконтурного массива при использовании устройства конструкции Днепрогипрошахта?
24. Опишите технологию восстановления горных выработок, расположенных вблизи земной поверхности, с применением связующих материалов.
25. Опишите технологию заполнения купола гипсом с применением агрегата «Монолит».
26. Опишите технологию заполнения купола цементно-песчаным раствором с применением бетоноукладчика БУК.
27. Перечислите основные правила приемки работ по тампонированию купола.

## **Тема 4. 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°;

- наработка 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.***

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 непрерывный 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 полуме 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 целиком угля, оставленных в вышележащем или нижележащем пластах.

#### ***Мероприятия по предотвращению аварий.***

Выбор рациональных планированных решений по раскройке шахтных полей, учет рекомендаций по проведению подготовительных выработок во времени и пространстве для последующей отработки свиты пластов.

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

**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.

#### **Контрольные вопросы к теме 4 [3, 7]**

1. Назовите причины завалов в главных откаточных выработках.
2. Перечислите мероприятия по предотвращению завалов в главных откаточных выработках.
3. Назовите причины завалов в подготовительных выработках.
4. Перечислите мероприятия по предотвращению завалов в подготовительных выработках.
5. Назовите причины завалов в выработках, проводимых вприсечку к выработанному пространству.
6. Перечислите мероприятия по предотвращению аварий.

## Раздел 2: МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

### 2.1 Общие положения

Для практического усвоения дисциплины студенты заочной формы обучения выполняют самостоятельно расчетно-графическую работу на тему «Определение объема обрушившихся пород. Построение графика организации ремонтно-восстановительных работ при завале в горной выработке» параллельно с изучением курса «Проведение выработок в зонах завалов и обрушений».

Студенты очной формы обучения выполняют аналогичные этапы в процессе выполнения практических занятий.

Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания – 9 часов. Объем пояснительной записки - 10-12 страниц формата А4 (210×297 мм), включая рисунки и чертежи.

При выполнении работы рекомендуется использовать «Правила безопасности...» [3] и литературные источники 4, 5, 10.

### 2.2 Порядок выполнения работы

#### 2.2.1 Определение объема обрушившихся пород

Шаг 1. Исходные данные, соответствующие варианту, заносятся в табл.2.1.

Таблица 2.1 – Входные данные для расчета

Наименование	Обозначение	Ед.изм.	Значение
Прочность пород кровли	$R$	МПа	
Объемная плотность пород кровли	$\gamma$	МН/м <sup>3</sup>	
Площадь поперечного сечения выработки в проходке	$S_{np}$	м <sup>2</sup>	
Глубина заложения выработки	$H$	м	
Протяженность завала	$L_{зав.}$	м	
Шаг крепи	$L_{кр}$	м	
Тип затяжки и шпал			

Шаг 2. По «Альбому...» [4], используя значение площади поперечного сечения выработки в проходке,  $S_{np}$ , выбирается соответствующая ширина выработки  $B_{np}$ .

Шаг 3. По формуле (2.1) рассчитывается аргумент  $\beta$  для арккосинуса гиперболического.

$$\beta = 0,8 + \frac{\gamma \cdot H}{R}. \quad (2.1)$$

Шаг 4. Из табл.2.2 выбирается значение арккосинуса гиперболического  $arch(\beta)$ .

Таблица 2.2 – Значения арккосинуса гиперболического

$\beta$	$arch(\beta)$	$\beta$	$arch(\beta)$	$\beta$	$arch(\beta)$	$\beta$	$arch(\beta)$
1,010	0,141	1,024	0,219	1,038	0,275	1,052	0,321
1,012	0,155	1,026	0,228	1,040	0,282	1,054	0,327
1,014	0,167	1,028	0,236	1,042	0,289	1,056	0,333
1,016	0,179	1,030	0,244	1,044	0,296	1,058	0,339
1,018	0,189	1,032	0,252	1,046	0,302	1,060	0,345
1,020	0,200	1,034	0,260	1,048	0,309	1,062	0,350
1,022	0,209	1,036	0,268	1,050	0,315	1,064	0,356

Шаг 5. По формуле (2.2) рассчитывается высота свода обрушения  $h$ .

$$h = 2 \cdot B_{np} \cdot \text{arch}(\beta). \quad (2.2)$$

Шаг 6. Учитывая протяженность завала,  $L_{зав.}$ , по формуле (2.3) рассчитывается объем обрушившихся пород  $V_{зав.}$  при параболической форме полости вывала (для пород средней прочности и выше).

$$V_{зав.} = \frac{2}{3} \cdot B_{np} \cdot h \cdot L_{зав.}. \quad (2.3)$$

Для мягких пород объем обрушившихся пород  $V_{зав.}$  рассчитывается по формуле (2.4):

$$V_{зав.} = B_{np} \cdot h \cdot L_{зав.}. \quad (2.4)$$

Полученные значения заносятся в табл.2.3.

Таблица 2.3 – Выбираемые и рассчитываемые значения

Наименование	Обозначение	Ед. изм.	Номер формулы	Значение
Ширина выработки в проходке	$B_{np}$	м	выбирается из [4]	
Аргумент для арккосинуса гиперболического	$\beta$	-	(2.1)	
Значение арккосинуса гиперболического	$\text{arch}(\beta)$	-	выбирается из табл.2.2	
Высота свода обрушения	$h$	м	(2.2)	
Объем обрушившихся пород	$V_{зав.}$	м <sup>3</sup>	(2.3)	

### 2.2.2 Расчет и построение графика организации ремонтно-восстановительных работ при завале в горной выработке

Последовательность работ по разборке завала и восстановлению выработки:

- установка лебедки для извлечения элементов деформированной крепи, рельсов, трубопроводов и др.;
- установка ремонтин под рамы перед завалом на протяжении не менее 5 м;
- погрузка обрушившихся пород;
- извлечение элементов деформированной крепи;
- установка новой крепи;
- установка ремонтин под новые рамы;
- затяжка кровли выработки;
- затяжка боков выработки;
- укладка клетей в куполе;
- снятие поврежденного рельсового пути или демонтаж скребкового конвейера;
- настилка рельсового пути или наращивание секций скребкового конвейера;
- демонтаж и извлечение металлических трубопроводов;
- монтаж трубопроводов сжатого воздуха, пожарно-оросительного (ПОТ);
- снятие лебедки;
- побелка выработки.

*Определение объемов работ и норм выработки.*

Объем работ по установке лебедки для извлечения элементов деформированной крепи, рельсов, трубопроводов:  $V'_{у.л.} = 1$  шт.

Норма выработки (§123 [5]):  $H_{у.л.} = \frac{6}{0,74} = 8,11$  шт./смену.

Объем обрушившихся пород,  $V_{зав.}$ , определен в п.2.2.1.

Норма выработки на погрузку взорванной горной массы в вагонетки вручную (§48 [5]):  $H_{зав.} = \frac{6}{2,5} = 2,40$  м<sup>3</sup>/смену.

Норма выработки на погрузку взорванной горной массы на конвейер (§60 [5]):  $H_{зав.к.} = \frac{6}{1,3} = 4,62$  м<sup>3</sup>/смену.

Объем работ по извлечению элементов деформированной крепи:

$$V'_{извл.} = \frac{L_{зав.}}{L_{кр}}, \text{ шт.}, \quad (2.5)$$

Норма времени на выполнение работ по извлечению элементов крепи ориентировочно берется с коэффициентом 0,69 относительно нормы времени на установку. Тогда, например, для прочности 68,2 МПа,  $S_{np} = 12,7$ , крепь металлическая арочная трехзвенная:  $H_{кр} = \frac{6}{6,4 \cdot 0,69} = 1,36$  рам/смену.

Объем работ по установке рам крепи:

$$V'_{кр} = \frac{L_{зав.}}{L_{кр}}, \text{ шт.}, \quad (2.6)$$

где  $L_{кр}$  - шаг в крепи, м.

Норма выработки на установку рам крепи (§67 [5]) зависит от прочности пород, площади поперечного сечения и типа крепи. Например, для прочности 68,2 МПа,  $S_{np} = 12,7$ , крепь металлическая арочная трехзвенная:  $H_{кр} = \frac{6}{6,4} = 0,94$  рам/смену.

Площади затяжки 1 м кровли,  $S1_{кровли}$ , и боков,  $S1_{боков}$ , выбираются по таблице из «Альбома...» [4]) для соответствующего сечения.

Площадь затяжки кровли общая,  $S_{кровли}$ :

$$S_{кровли} = S1_{кровли} \cdot L_{зав.}, \text{ м}^2. \quad (2.5)$$

Норма выработки на затяжку кровли (§64 [5]) зависит от типа затяжки. Например, для ж/б затяжки кровли сплошную:

$$H_{кровли} = \frac{6}{0,32} = 18,75 \text{ м}^2/\text{смену.}$$

Площадь затяжки боков общая выработки,  $S_{боков}$ :

$$S_{боков} = S1_{боков} \cdot L_{зав.}, \text{ м}^2. \quad (2.6)$$

Норма выработки на затяжку боков выработки (§64 [5]) зависит от типа затяжки. Например, для металлической затяжки боков сплошную:

$$H_{боков} = \frac{6}{0,23} = 26,09 \text{ м}^2/\text{смену.}$$

Объемы работ по кладке клетей над рамами,  $V'_{клет.}$  :

$$V'_{клет.} = \frac{B_{пр}}{l_{клет.}} \cdot n_{р.клет.}, \text{ шт.}, \quad (2.7)$$

где  $l_{клет.}$  - ширина клетки, м, выбирается по [5];  $n_{р.клет.}$  - число рядов клетей, в зависимости от ширины выработки принимается равным 1-3 ряда, таким образом, чтобы расстояние между рядами не превышало  $l_{клет.}$ .

Норма выработки на кладку клетей над рамами (§65 [5]) зависит от высоты клетки и площади. Например, при высоте от 2 м до 3 м и площади крепи  $1,25 \text{ м}^2$ :

$$H_{клет.} = \frac{6}{6,70} = 0,90 \text{ шт./смену.}$$

Снятие поврежденного рельсового пути или демонтаж скребкового конвейера.

Объем работ по снятию поврежденного рельсового пути:  $V'_{с.п.} = L_{зав.}$ , м.

Норма выработки на снятие поврежденного рельсового пути (§117 [5]) зависит от типа рельса. Например, для Р33:

$$H_{с.п.} = \frac{6}{0,27} = 22,22 \text{ м/смену.}$$

Объем работ по демонтажу секций скребкового конвейера:

$$V'_{д.к.} = \frac{L_{зав.}}{l_{решт.}}, \text{ шт.}, \quad (2.8)$$

где  $l_{решт.}$  - длина рештака, м.

Норму выработки на демонтаж скребкового конвейера принимаем ориентировочно в 5 раз больше, чем на наращивание:

$$H_{д.к.} = \frac{6}{0,76} = 7,89 \text{ решт./смену.}$$

Настилка рельсового пути или наращивание скребкового конвейера.

Объем работ по настилке рельсового пути равен:  $V'_{н.п.} = L_{зав.}$ , м.

Норма выработки на настилку рельсового пути (§116 [5]) зависит от ширины, массы 1 м рельса и типа шпалы. Например, для ширины 900 мм, рельсе Р33 и ж/б шпалах:

$$H_{н.п.} = \frac{6}{1,4} = 4,29 \text{ м/смену.}$$

Объем работ по наращиванию секций скребкового конвейера:

$$V'_{н.к.} = \frac{L_{зав.}}{l_{решт.}}, \text{ шт.}, \quad (2.9)$$

где  $l_{решт.}$  - длина рештака, м.

Норма выработки на наращивание скребкового конвейера (§53 [5]) зависит от типа конвейера и количества наращиваемых секций. Например, для конвейера СР-70А и 1 наращиваемой секции за 1 раз:

$$H_{н.к.} = \frac{6}{3,8} = 1,58 \text{ шт./смену.}$$

Объем работ по демонтажу и извлечению металлических трубопроводов:

$$V'_{д.тр.} = n_{тр} \cdot L_{зав.}, \text{ м}, \quad (2.10)$$

где  $n_{тр}$  - количество металлических трубопроводов, 2 шт.

Норма выработки на демонтаж (§24 [5]) зависит от диаметра труб. Например, для диаметра 150 мм:

$$H_{м.тр.} = \frac{6}{0,50 \cdot 0,69} = 17,39 \text{ м/смену.}$$

Объем работ по монтажу трубопроводов сжатого воздуха, пожарно-оросительного (ПОТ):

$$V'_{м.тр.} = n_{тр} \cdot L_{зав.}, \text{ м}. \quad (2.11)$$

Норма выработки по монтажу (§24 [5]) зависит от диаметра труб. Например, для диаметра 150 мм:

$$H_{м.тр.} = \frac{6}{0,50} = 12,00 \text{ м/смену.}$$

Объем работ по снятию лебедки для извлечения элементов деформированной крепи, рельсов, трубопроводов:  $V'_{с.л.} = 1$  шт.

Норма выработки (§123 [5]):  $H_{с.л.} = \frac{6}{0,29} = 20,69$  шт./смену.

Объем работ по побелке выработки определяется по площади крепи кровли и боковой крепи. Делится на 10, т.к. норма в [5] приведена из расчета нормы времени на 10 м:

$$V'_{побелк.стен} = \frac{S_{боков}}{10}, \text{ м}^2. \quad (2.12)$$

$$V'_{побелк.кровли} = \frac{S_{кровли}}{10}, \text{ м}^2. \quad (2.13)$$

Норма выработки на побелку стен краскопультom (§94 [5]):

$$H_{побел.} = \frac{6}{0,20} = 30,00 \text{ м}^2/\text{смену.}$$

Норма выработки на побелку стен вручную (§94 [5]):

$$H_{побел.} = \frac{6}{0,32} = 18,75 \text{ м}^2/\text{смену.}$$

Норма выработки на побелку потолка краскопультom (§94 [5]):

$$H_{побел.} = \frac{6}{0,34} = 17,65 \text{ м}^2/\text{смену.}$$

Норма выработки на побелку потолка вручную (§94 [5]):

$$H_{побел.} = \frac{6}{0,44} = 13,64 \text{ м}^2/\text{смену.}$$

**Расчет продолжительности ремонтно-восстановительных работ** проводится в соответствии с методикой, изложенной в [10]. По полученным результатам строится график организации ремонтно-восстановительных работ по разборке завал.

## 2.3 Варианты заданий

В табл.2.4. приведены варианты заданий. Номер варианта определяется суммой 2-х последних цифр зачетной книжки студента.

Таблица 2.4 – Варианты заданий

№ вар.	Наименование выработки	Породы кровли			Сведения о выработке				Протяженность завала, $L_{зав.}$ , м
		наименование	$R$ , МПа	$\gamma$ , МН/м <sup>3</sup>	площадь сечения в проходке, $S_{пр.}$ , м <sup>2</sup>	глубина заложения, $H$ , м	шаг крепи, $L_{кр.}$ , м	тип затяжки и шпал	
0	вент. штрек	алевролиты	65,2	0,0275	9,1	590	0,8	дерев.	8
1	вент. штрек		65,2	0,0276	10,4	540	0,7	дерев.	14
2	вент. штрек		65,2	0,0277	12,7	520	0,8	дерев.	12
3	откаточный штрек		65,2	0,0278	16,1	560	0,7	ж/б	5
4	магистральный штрек		65,2	0,0279	17,6	510	0,8	ж/б	8
5	групповой откаточный штрек		65,2	0,0280	20,6	490	0,7	ж/б	14
6	вент. штрек	аргиллиты	42,7	0,0220	9,1	480	0,5	дерев.	10
7	вент. штрек		42,7	0,0222	10,4	460	0,8	дерев.	9
8	вент. штрек		42,7	0,0224	12,7	440	0,7	дерев.	8
9	откаточный штрек		42,7	0,0226	16,1	450	0,5	дерев.	5
10	магистральный штрек		42,7	0,0228	17,6	410	0,7	ж/б	10
11	квершлаг		42,7	0,0230	20,6	410	0,5	ж/б	6
12	вент. штрек	песчаники	128,6	0,0270	9,1	1100	0,8	дерев.	16
13	вент. штрек		128,6	0,0275	10,4	1200	0,8	дерев.	6
14	вент. штрек		128,6	0,0280	12,7	1050	0,8	дерев.	14
15	откаточный штрек		128,6	0,0285	16,1	990	0,7	дерев.	18
16	магистральный штрек		128,6	0,0290	17,6	1020	0,8	ж/б	7
17	групповой откаточный штрек		128,6	0,0295	20,6	950	0,7	ж/б	8
18	квершлаг		128,6	0,0300	20,6	900	0,8	ж/б	20

### 3 ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ И САМОКОНТРОЛЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

- 1.1. Назовите цель и содержание дисциплины.
  - 1.2. Что студент должен знать и уметь после изучения дисциплины?
  - 1.3. Что такое завал в горной выработке?
  - 1.4. Как влияет технология проведения выработки на место вывала породы?
  - 1.5. Изобразите наиболее часто встречающиеся формы куполов при завалах в горных выработках.
  - 1.6. Назовите параметры завалов и их среднестатистические значения.
  - 1.7. Опишите структуру аппаратно-программного комплекса представления и обработки информации об аэрогазовой обстановке в горных выработках (КАГИ).
  - 1.8. Перечислите функции аппаратно-программного комплекса представления и обработки информации об аэрогазовой обстановке в горных выработках (КАГИ).
  - 1.9. Опишите структуру унифицированной телекоммуникационной системы диспетчерского контроля и автоматизированного управления горными машинами и технологическими комплексами (УТАС).
  - 1.10. Перечислите функции унифицированной телекоммуникационной системы диспетчерского контроля и автоматизированного управления горными машинами и технологическими комплексами (УТАС).
  - 1.11. Приведите технические характеристики унифицированной телекоммуникационной системы диспетчерского контроля и автоматизированного управления горными машинами и технологическими комплексами (УТАС).
- 
- 2.1. Перечислите технологические схемы проведения специальных выработок по завалу.
  - 2.2. Что такое скважина «жизнеобеспечения»? Назовите ее параметры.
  - 2.3. Опишите технологию бурения выработки буровой машиной «Стрела-77».
  - 2.4. Опишите технологию проведения выработки через купол.
  - 2.5. Особенности технологии проведения выработки через купол с применением крепиустановщика.
  - 2.6. Технические показатели технологии проведения выработки через купол с применением крепиустановщика.
- 
- 3.1. Перечислите технологические схемы проведения выработок в зонах завалов и обрушений.
  - 3.2. Назовите особенности схемы с выпуском обрушенной породы.
  - 3.3. Назовите особенности схемы без выпуска обрушенной породы.
  - 3.4. Назовите особенности схемы с предварительным заполнением зоны вывал цементно-песчаным раствором.
  - 3.5. От каких факторов зависит высота вывала при пологом залегании горных пород?
  - 3.6. От каких факторов зависит высота вывала при крутом залегании горных пород?
  - 3.7. Перечислите требования ПБ при разборке завалов.
  - 3.8. На каком расстоянии от завала и каким образом усиливается крепь?
  - 3.9. Перечислите технологические операции при разборке завала и извлечении крепи.
  - 3.10. Опишите технологию установки промежуточных рам.
  - 3.11. Как и где устанавливают лебедки для извлечения крепи?
  - 3.12. Опишите технологию извлечения металлической арочной крепи.
  - 3.13. Назовите особенности извлечения металлической арочной крепи в наклонных выработках.
  - 3.14. Опишите технологию снятия рельсового пути.
  - 3.15. Назовите особенности демонтажа рельсового пути в наклонной выработке.
  - 3.16. Опишите технологию демонтажа шпал.
  - 3.17. Что такое костровая крепь? Ее назначение.

- 3.18. Технология возведения костровой крепи.
  - 3.19. Что такое распорная крепь? Опишите технологию ее возведения.
  - 3.20. Что такое забивная крепь? Опишите технологию ее возведения.
  - 3.21. Изобразите пневмобаллонную крепь конструкции ДонУГИ.
  - 3.22. Изобразите пневмобаллонную крепь конструкции Днепрогипрошахта.
  - 3.23. Как происходит упрочнение приконтурного массива при использовании устройства конструкции Днепрогипрошахта?
  - 3.24. Опишите технологию восстановления горных выработок, расположенных вблизи земной поверхности, с применением связующих материалов.
  - 3.25. Опишите технологию заполнения купола гипсом с применением агрегата «Монолит».
  - 3.26. Опишите технологию заполнения купола цементно-песчаным раствором с применением бетоноукладчика БУК.
  - 3.27. Перечислите основные правила приемки работ по тампонированию купола.
- 
- 4.1. Назовите причины завалов в главных откаточных выработках.
  - 4.2. Перечислите мероприятия по предотвращению завалов в главных откаточных выработках.
  - 4.3. Назовите причины завалов в подготовительных выработках.
  - 4.4. Перечислите мероприятия по предотвращению завалов в подготовительных выработках.
  - 4.5. Назовите причины завалов в выработках, проводимых вприсечку к выработанному пространству.
  - 4.6. Перечислите мероприятия по предотвращению аварий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные методические указания предназначены для самостоятельного изучения студентами разных форм обучения направления подготовки «Горное дело» основ дисциплины «Проведение выработок в зонах завалов и обрушений».

В них изложено общее содержание дисциплины. Для каждой темы приведена в сжатом виде наиболее важная информация.

Информация по темам, которые недостаточно полно изложены в учебниках, приведена в развернутом виде.

Второй раздел содержит сведения, необходимые для выполнения расчетно-графической работы. Изложен порядок выполнения, даны необходимые теоретические сведения для определения параметров завала, расчета трудоемкости и построения графика ремонтно-восстановительных работ по разборке завала в выработке.

Приведены варианты заданий.

Для контроля полноты усвоения материала к каждой из тем сформулированы контрольные вопросы. Все вопросы также приведены в разделе 3.

В методические указания включено 4 приложения, в которых даны сведения о местах и частоте завалов и обрушений в горных выработках, приведена структура унифицированной телекоммуникационной системы диспетчерского контроля и автоматизированного управления горными машинами и технологическими комплексами (УТАС), а также технические характеристики бурового оборудования и гидравлического инструмента, применяемого при разборке завалов.

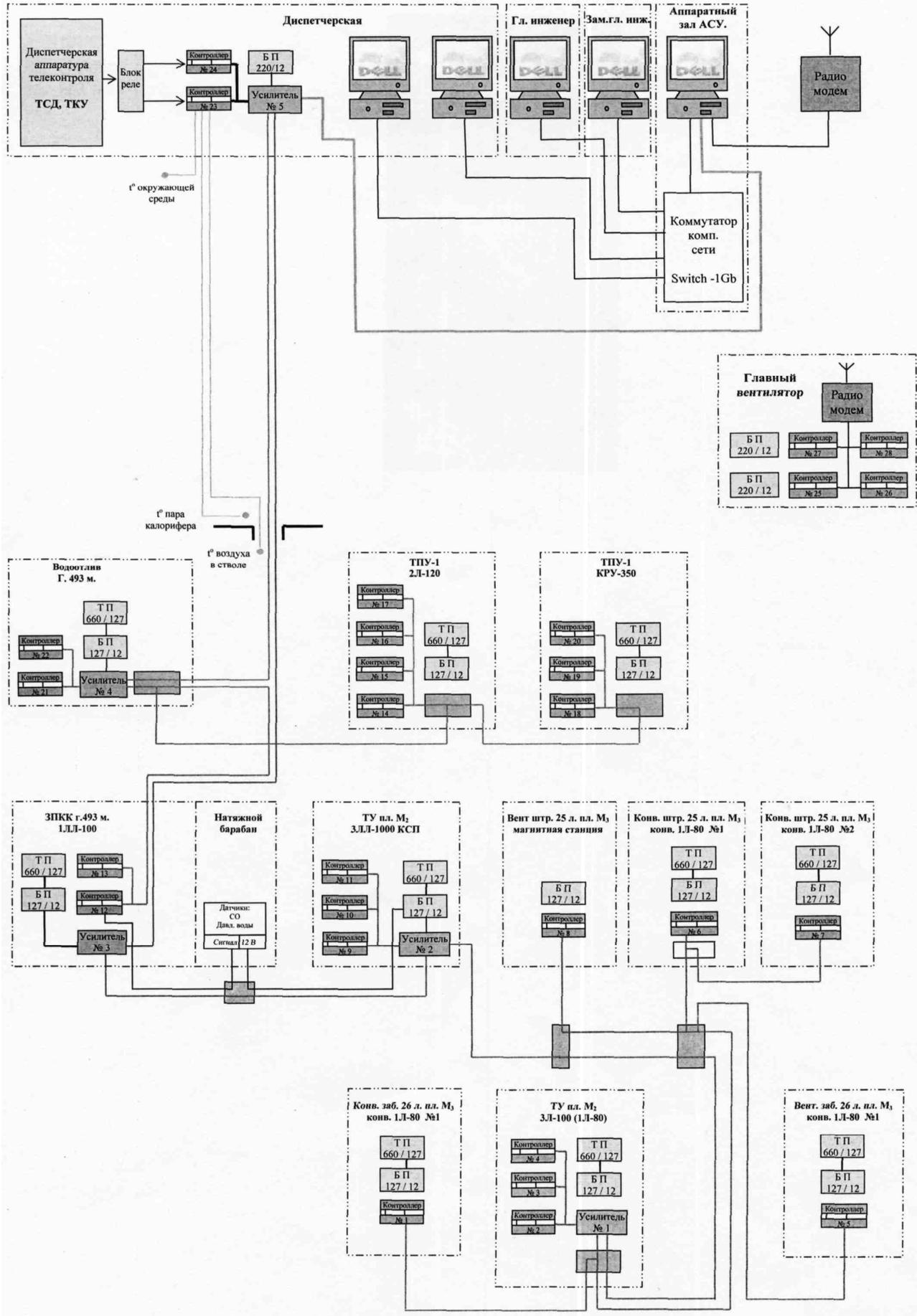
## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

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 ЕЗ6. Горнопроходческие работы. – М.: Недра, 1988. – 198 с.
6. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Системы безопасности в угольных шахтах при технологических и аварийных ситуациях" [Электронный ресурс] : специальность: 21.05.04 "Горное дело" : специализация: Технологическая безопасность и горноспасательное дело / ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ "ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ", Кафедра охраны труда и аэрологии ; ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. охраны труда и аэрологии ; сост. А.Н. Шкуматов. - 24 Мб. - Донецк : ДОННТУ, 2017. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.
7. Методические указания к организации самостоятельной работы студентов и выполнению расчетно-графической работы по дисциплине "Системы безопасности в угольных шахтах при технологических и аварийных ситуациях"[Электронный ресурс] : специальность: 21.05.04 "Горное дело" : специализация: Технологическая безопасность и горноспасательное дело / ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ "ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ", Кафедра охраны труда и аэрологии ; ГОУ ВПО "ДОННТУ", Каф. охраны труда и аэрологии ; сост. А.Н. Шкуматов. - 2 Мб. - Донецк : ДОННТУ, 2017. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.
8. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка технологической схемы проведения спасательной горной выработки буровой машиной «Стрела-77» (номер госрегистрации 01950028726) / А.Н. Шкуматов и др. – Донецк: ДонГТУ, 1996. – 66 с.
9. Шкуматов, А. Н. Проведение спасательной выработки способом бурения [Электронный ресурс] / А. Н. Шкуматов, Л. А. Жданов, Д. В. Черненко // Совершенствование технологии строительства шахт и подземных сооружений. Сборник научных трудов.; Выпуск 25. - <http://ea.donntu.org/handle/123456789/3424>
10. 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: 5,5 Мб). – Донецк: ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader.

## 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 и наклонное	161	35,2
Тупиковые выработки	72	15,7
в т.ч. пологое падение	54	11,8
крутое, крутонаклонное и наклонное	18	3,9
Сквозные выработки	56	12,2
в т.ч. пологое падение	38	8,3
крутое, крутонаклонное и наклонное	18	3,9
Сопряжение лав со штреками	46	10,1
в т.ч. пологое падение	28	6,2
крутое, крутонаклонное и наклонное	18	3,9
Разрезные печи, гезенки, скаты, орты	48	10,5
в т.ч. пологое падение	7	1,5
крутое, крутонаклонное и на- клонное	41	9,0
Всего	457	100
в т.ч. пологое падение	201	44
крутое, крутонаклонное и наклонное	256	56

Структура системы УТАС [2]



Сведения о буровом оборудовании

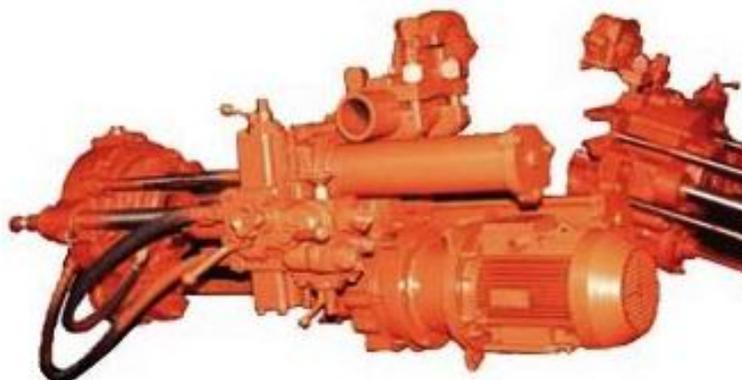


Рисунок В.1 – Буровой станок НКР-100

Таблица В.1 – Технические характеристики буровых станков серии НКР-100

Техническая характеристика	Ед. изм.	Значения			
		НКР-100МА	НКР-100МПА	НКР-100МБА	НКР-100МВПА
Область применения по крепости пород	МПа	до 100			
Минимальные размеры сечения выработки (высота x ширина)	м	2,8 x 1,8			
Диаметр скважины	мм	105			
Глубина бурения	м	50,0		80,0	
Расход сжатого воздуха	м <sup>3</sup> /мин.	10	17	10	17
Усилие подачи	кН	6		12	
Габариты (ширина x высота x длина)	м	0,70 x 0,70 x 1,80			
Масса станка	кг	590	664	814	824
Масса комплекта	т	1,282	1,343	1,570	1,686

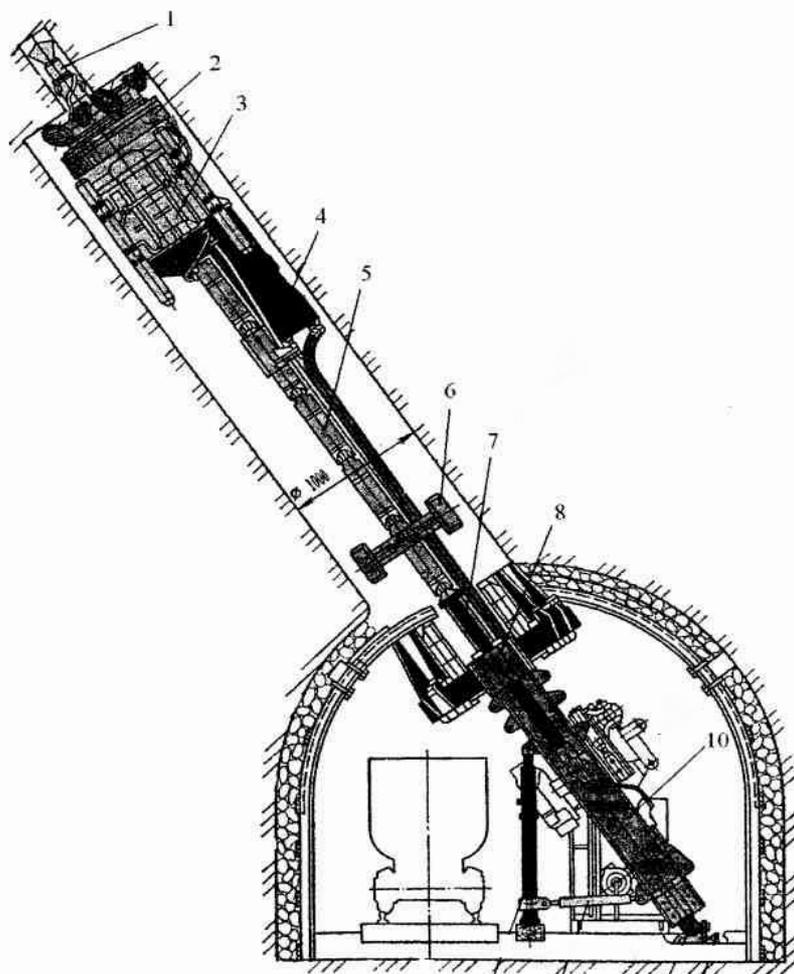
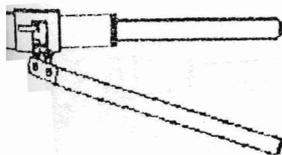


Рисунок В.2– Технология бурения выработки буровой машиной «Стрела-77»: 1 – каретка, 2 – маслостанция, 3 – штанга, 4 – цепь (18x64), 5 – четыре закладных стержня, 6 – фаркопы, 7 – захват, 8 – гидродомкрат, 9 – опорные подмости, 10 - гидростойка

Таблица В.2 - Технические характеристики буровой машины «Стрела-77»

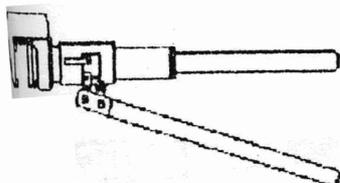
Наименование	Ед.изм.	Значение
<i>Механизм подачи:</i>		
тип	гидравлический	
усилие подачи: при проведении выработки / при забуривании опережающего долота	кН	380 / 150
ход каретки подачи	мм	840
скорость подачи: рабочая / маневровая	м/мин	0-0,17 / 2,2
усилие удержания става подачи	кН	270
<i>Маслостанция:</i>		
насос, тип рабочего хода подачи маневрового хода подачи		НР-Ф6,3/500 Г12-24А
мощность привода: при электроприводе / при пневмоприводе	кВт	7,5 / 11
став подачи: диаметр штанги /полезная длина штанги	мм	140 / 600
Габариты машины: длина x ширина x высота	мм	2970 x 1900 x 1380
Масса машины (без става подачи и запчастей)	кг	9470-11230

Комплект малогабаритного гидравлического оборудования для разборки завалов



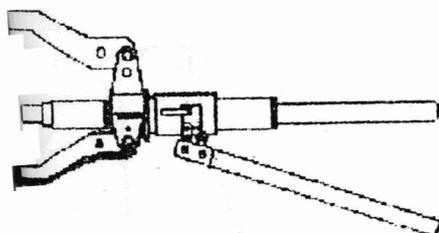
1. Привод ручной гидравлический

- усилие на штоке	15 тс
- усилие на рукоятке	25 кгс
- ход штока	50 мм
- масса привода	3,9 кг
- размеры	625 x 100 x 80



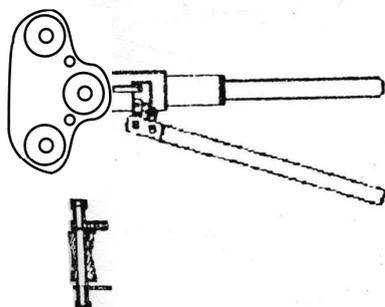
2. Резак . Расскаивает сечения диаметром :

- каната стального ГОСТ3089 - 80	до 28мм
- кабеля	до 40 мм
- прутка арматурного(ст.3, ст. 5)	5 ... 20 мм
- прутка из легированной стали, с HRC < 20	до 10 мм
- масса с приводом	6,4 кг
- размеры в сборе с приводом, мм	750 x 105 x 80



3. СЪЕМНИК . Диаметр снимаемых деталей

- при захвате за наружную поверхность	50-480 мм
- при захвате за внутреннюю поверхность	120 - 500
- ход винтового упора	140 мм
- масса с приводом	13,9 кг
- размеры в сборе с приводом, мм	1000 x 175 x 175



4. Трубогиб.

Диаметр изгибаемых труб	3/8" - 1 1/2"
Радиус изгиба	65 и 135 мм
Угол изгиба	90°
Масса с приводом	12,15 кг
Размеры в сборе с приводом, мм	765 x 385 x 145

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по организации аудиторной и внеаудиторной самостоятельной  
работы студентов по дисциплине **«Проведение выработок  
в зонах завалов и обрушений»**

для студентов программы профессионального образования «специалист»  
по специальности 21.05.04 «Горное дело»  
всех форм обучения

Составитель:

Александр Николаевич Шкуматов