

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

ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА И ГЕОЛОГИИ

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

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

**ШАХТНОЕ И ПОДЗЕМНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО.
СТРОИТЕЛЬСТВО ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК**

Специальность 21.05.04. «Горное дело»

Специализация: Шахтное и подземное строительство

УТВЕРЖДЕНО
на заседании кафедры
«Строительство зданий, подземных
сооружений и геомеханика»
Протокол № 9 от 22.02.2017 г.

Донецк - 2017

УДК 622.26(076)

ББК 33.15я73

Ш

Составитель:

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

Ш

Конспект лекций по дисциплине «Шахтное и подземное строительство. Строительство горизонтальных выработок» [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: 22,6 Мб). – Донецк : ДОННТУ, 2017. – Систем. требования: Acrobat Reader.

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

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

УДК 622.26(076)

ББК 33.15я73

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Тема 1. Технологии строительства горных выработок	
Лекция №1: Введение. Цель дисциплины. Значение строительства и реконструкции шахт. Способы и технологии строительства выработок	5
Лекция №2: Формы и размеры поперечных сечений. Понятие о строительстве и проведении выработки.	10
Лекция №3: Этапы строительства горной выработки. Технология строительства сопряжений. Требования ПБ.....	15
Тема 2. Буровзрывная технология строительства горизонтальных полевых выработок	
Лекция №4: Буровзрывная технология строительства горизонтальных полевых выработок. БВР: средства бурения, взрывчатые материалы.....	20
Лекция №5: Проветривание: вентиляторы местного проветривания, вентиляционные трубы, техника безопасности.....	26
Лекция №6: Временное крепление. Погрузка породы: классификация породопогрузочных машин, средства транспортирования.....	30
Лекция №7: Постоянная крепь: металлическая, монолитная бетонная, набрызгбетонная, анкерная, комбинированная. Требования ПБ. Строение рельсового пути. Вспомогательные работы. Маркшейдерский контроль	38
Лекция №8: Комплексная механизация. Организация работ в проходческом забое и построение графика. Расчет комплексной нормы выработки и расценки, количественного состава бригады и производительности труда.....	43
Лекция №9: Социальные резервы производства. Расчет сметной стоимости и технико-экономических показателей проведения. Опыт строительства полевых выработок по буровзрывной технологии.	48
Тема 3. Комбайновая технология строительства горизонтальных полевых выработок	
Лекция №10: Комбайновая технология строительства горизонтальных полевых выработок. Типы комбайнов.	52
Лекция № 11: Организация работ. Анализ технологических схем проведения.....	57
Лекция №12: Комбайновая технология строительства штреков по тонким пластам угля узким забоем. Область применения. Показатели и передовой опыт	62
Тема 4. Буровзрывная технология строительства штреков по тонким пластам угля узким забоем	
Лекция №13: Буровзрывная технология строительства штреков по тонким пластам угля узким забоем. Достоинства, недостатки. Показатели и передовой опыт.....	68
Тема 5. Технология проведения штреков широким забоем с закладкой породы	
Лекция №14: Технология проведения штреков широким забоем. Комплексы „Титан-1”, КШХ-1, БЗК-2, КСВ. Охрана окружающей среды. Техничко-экономические показатели. Требования ПБ.....	70

Тема 6. *Строительство штреков в мощных пластах угля*

Лекция №15: Строительство штреков в мощных пластах угля. Проведение выработок комбайнами роторного типа и избирательного действия. Особенности БВР. Показатели. Требования ПБ..... 73

Лекция №16: Гидравлическая и гидромеханическая технологии. Оборудование, организация работ, показатели..... 76

Тема 7. *Технология строительства выработок околоствольных дворов*

Лекция №17: Строительство выработок околоствольных дворов. Технология строительства протяженных выработок. Сечения, типы крепи, организация работ. Показатели..... 80

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ..... 85

Тема 1. Технологии строительства горных выработок

Лекция 1: Введение. Цель дисциплины. Значение строительства и реконструкции шахт. Способы и технологии строительства выработок.

Дисциплина рассматривает основные вопросы проектирования горизонтальных горных выработок.

Целью дисциплины является: приобретение студентами знаний и умений, необходимых для самостоятельного творческого решения задач, связанных с проектированием и практической реализацией технологических процессов строительства горизонтальных выработок, путем усвоения лекционного материала, изучения новой научной литературы, выполнения практических работ и курсового проектирования.

Задачи дисциплины заключаются в усвоении сущности различных технологий строительства горизонтальных выработок, позволяющим создавать проекты производства работ, обеспечивающие высокие скорости и производительность труда проходчиков.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- сущность и область применения буровзрывной, комбайновой и комбинированной технологий строительства горизонтальных горных выработок;
- передовые методы организации работ;

уметь:

- составлять проекты производства работ на проведение горизонтальных горных выработок, обеспечивающие рациональные технико-экономические показатели;
- анализировать работу проходческих бригад;
- выявлять резервы производства.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

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

- владения основными принципами технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов (**ПК-3**);

- готовности 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**);

- использования 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**);

- способности разрабатывать и доводить до исполнителей наряды и задания на выполнение горных, горно-строительных и буровзрывных работ, осуществлять контроль качества работ и обеспечивать правильность выполнения их исполнителями, составлять графики работ и перспективные планы, инструкции, сметы, заявки на материалы и оборудование, заполнять необходимые отчетные документы в соответствии с установленными формами (**ПК-11**);

- умения изучать и использовать научно-техническую информацию в области эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов (**ПК-15**);

- способности разрабатывать технологические схемы и календарный план строительства, выбирать способы, технику и технологию горно-строительных работ, ориентируясь на инновационные разработки, обеспечивать технологическую и

экологическую безопасность жизнедеятельности, составлять необходимую техническую и финансовую документацию (ПСК-5.3);

- готовности проводить технико-экономический анализ, комплексно обосновывать принимаемые и реализуемые решения, изыскивать возможности совершенствования горно-строительных работ, содействовать обеспечению подразделений предприятия необходимыми данными, документами, материалами, оборудованием, участвовать в работах по исследованию, разработке проектов и программ строительной организации (ПСК-5.4).

Успешное развитие экономики неразрывно связано с дальнейшим прогрессом горнодобывающей промышленности. Выполнить поставленные перед горной промышленностью задачи можно лишь при условии постоянного расширенного воспроизводства шахтного фонда путём технического перевооружения, реконструкции, действующих горных предприятий и нового их строительства.

Воспроизводство горных предприятий должно сопровождаться повышением эффективности капитального строительства на основе его всесторонней интенсификации и ускорения достижений научно-технического прогресса в области технологии; переходом на новый качественный уровень проектных работ с помощью систем автоматизированного проектирования, планирования, организации и управления строительством на базе автоматизированных систем; созданием условий для безопасного и комфортного труда строителей и охраны окружающей среды.

Капитальным строительством в горно-добывающей промышленности занимаются в основном горные инженеры-строители. Для их теоретической подготовки в учебную программу ВУЗа введён курс «Строительство горизонтальных и наклонных выработок». В связи с тем, что наибольший удельный вес в горно-добывающей промышленности занимает угольная, расчёты и передовой опыт строительства приведены в основном по этой отрасли.

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях основ общенаучных, общетехнических и специальных дисциплин. Только при этих условиях знания технологии строительства горных выработок будут глубокими и неформальными.

Усвоив курс, студенты, прежде всего, должны уметь составить проект производства работ на строительство горной выработки или их комплекса, который полностью отвечал бы сложившимся условиям работы и при его осуществлении обеспечил высокие технико-экономические показатели, основываясь на новейших достижениях научно-технического прогресса и передового опыта, совершенствовать управление производством, развивать формы организации и стимулирования труда на принципах самокупаемости; создавать на рабочих местах шахтостроителей безопасные и комфортабельные условия труда.

Основным полезным ископаемым, добываемым в Донбассе, является уголь. Распределение его запасов по странам дано в табл. 1.1.

Таблица 1.1 – Сведения о запасах угля по странам

№	Страна	Запасы угля, млн т.	%	год
1	США	237295	26,62%	2013
2	Россия	157010	17,61%	2013
3	Китай	114500	12,84%	2013
4	Австралия	76400	8,57%	2013
5	Индия	60600	6,80%	2013
6	Германия	40548	4,55%	2013
7	Украина	33873	3,80%	2013
8	Казахстан	33600	3,77%	2013
9	ЮАР	30156	3,38%	2013
10	Индонезия	28017	3,14%	2013

В последние годы мировая потребность в нем постоянно возрастает и превышает 8 млрд.т. В табл.1.2. приведены данные по добыче угля по странам.

Таблица 1.2 – Сведения о добыче угля по странам

№	Страна	2018	к 2017-му году	Доля в мировой добыче
1	Китай	3683,0	▲ 4,5%	46,0%
2	Индия	765,1	▲ 7,5%	9,5%
3	США	685,4	▼ -2,5%	8,6%
4	Индонезия +1	548,6	▲▲ 18,9%	6,8%
5	Австралия -1	485,5	▲ 0,3%	6,1%
6	Россия	441,3	▲ 7,0%	5,5%
7	ЮАР	252,7	▲ 0,2%	3,2%
8	Германия	169,0	▼ -3,5%	2,1%
9	Польша	122,4	▼ -3,7%	1,5%
10	Казахстан	117,8	▲ 4,9%	1,5%
11	Турция	84,5	▲ 14,1%	1,1%
12	Колумбия	84,3	▼ -6,9%	1,1%
13	Канада	54,6	▼ -10,3%	0,7%
14	Монголия	54,6	▲ 13,3%	0,7%
15	Чехия	43,8	▼ -2,6%	0,5%
16	Вьетнам +1	41,6	▲ 8,8%	0,5%
17	Сербия -1	37,7	▼ -5,5%	0,5%
18	Греция	36,5	▼ -3,3%	0,5%
19	Украина +1	34,4	▲ 0,8%	0,4%
20	Болгария -1	30,5	▼ -11,2%	0,4%
21	Румыния	23,7	▼ -7,9%	0,3%
22	Таиланд	14,9	▼ -8,7%	0,2%
23	Мексика	13,5	▲ 4,7%	0,2%
24	Узбекистан +3	11,0	▼ -11,4%	<0,1%
25	Венгрия -1	7,9	▼ -0,8%	<0,1%
26	Пакистан	3,9	▼ -5,2%	<0,1%

Несмотря на экономический кризис, в 2019 г. объем угля вырос на 0,5% по сравнению с 2018 г.

Технология строительства горных выработок применяется не только при добыче угля, но и при возведении различного рода подземных сооружений (метро, туннели, защитные бункеры и т.п.).

Согласно данным МЧС России в случае ядерного нападения на Москву все население города сможет укрыться в подземных защитных сооружениях. Защитные бункеры Москвы можно разделить на 4 типа: подвальные помещения, метро, метро-2, «сфера». Первые 2 типа широко применяются для гражданской обороны. Последние 2 используются, в основном, военными и промышленными учреждениями.

Крупнейшей и наиболее известной системой гражданской обороны является Московский метрополитен. Метро специально спроектировано для защиты от ядерного удара. Система имеет достаточную глубину, специальные элементы укрепления туннелей, взрывостойкие двери, обеспечивающие полную герметизацию и защиту от взрыва и

токсичных осадков. Эти двери установлены на главных станциях метро. На отдаленных станциях защита может быть более слабой или отсутствовать. Станция метро «Парк Победы» построена с применением армированных блоков и вертикальных стволов, пройденных снизу вверх. Это сводит к минимуму вероятность обнаружения расположения шахт с помощью спутниковой разведки.

В дополнение к метро по всей Москве оборудованы бомбоубежища. Эти сооружения обладают ограниченной защитой от избыточного давления взрывной волны. Их присутствие выдают вентиляционные каналы. Некоторые из таких бомбоубежищ были переоборудованы в офисы и подземные автостоянки. Они в состоянии выдерживать воздушную взрывную волну до 100 КПа, иметь запасы воды и пищи на 2 суток. Оборудованы системой фильтрации воздуха, освещения и автономным источником генерации электроэнергии. Изначально военные бункеры строились в виде подвалов и метро (примером старого бункера в стиле метро является музейный комплекс «Бункер-42» на станции «Таганская»).

Позже военные перешли к созданию бункеров типа «сфера» и «метро-2». Бункеры типа «сфера» разработаны с целью повышения живучести бункера малой заглубленности при меньших затратах. Для достижения большей живучести внешний бункер выполняется в виде сферы. Эта сфера помещается внутри неглубокой круглой выработки. Для защиты людей от ударной волны при ядерном взрыве вокруг сферы устанавливают амортизаторы, соединяющиеся с внутренним бункером.

Система бункеров «метро-2» построена аналогично метрополитену, но глубже под землей. Она содержится в секрете.

Имеется информация о проекте «танк-субтеррина» (подземный крот, рис.1.1), способном перемещаться на небольшой глубине под землей как туннелепроходческая машина. Энергетическая установка – атомная.



Рисунок 1.1 – Подземный танк – боевой крот

Имеется информация о его испытаниях в 60-е годы XX века. Установка имела титановый корпус с заостренным носом и кормой диаметром 3,8 м длиной 35 м. Экипаж -16 человек. Скорость движения под землей до 15 км/ч. Боевая задача – уничтожение подземных командных пунктов и ракетных шахт противника. Предположительно установка была построена на заводе в Громовке (Украина). Испытания проводились в Ростовской обл. и Подмоскowie. В общей сложности было пройдено более 30 км. Несколько установок было отправлено на Урал. Первый цикл прошел успешно: танк со скоростью пешехода уверенно прошел сквозь гору. Во время второй серии испытаний произошел загадочный взрыв, установка оказалась замурованной глубоко в земной толще. Проект закрыли.

Различают обычный и специальные способы строительства горных выработок.

Обычный способ применяется в устойчивых породах, допускающих обнажения забоя выработки без специальных методов или устройств для его поддержания и обеспечения безопасных условий труда проходчиков.

Специальными способами проводятся выработки в неустойчивых, рыхлых, сыпучих или водообильных породах, когда нельзя обнажить забой без опережающей крепи, щита или замораживания (цементации) водоносных пород.

Способ строительства выработки характеризуется технологией ее проведения.

Основными видами технологии отделения пород от массива являются:

Буровзрывная - применяют при $f=1-20$, когда механический или другие способы невозможны или неэффективны. Площадь сечения не ограничена.

Механическая - $f \leq 6(7, 10)$. Длина выработки более 200м. Площадь ограничена технической характеристикой проходческого комбайна, буровой машины, проходческого щита или другого механического агрегата.

Гидравлическая - $f \leq 1,2$ (импульсные водомёты применяются и по более крепким породам).

Ручная с применением обушка, кирки или отбойного молотка – $f < 1,5$. Применения другого способа невозможно. Длина выработки минимальная.

Комбинированная - область применения зависит от комбинации используемых способов. Возможны сочетания: буровзрывного с ручным, буровзрывного с механическим, механического с гидравлическим и др.

Для повышения расширения области применения проходческих комбайнов используются комбинированные технологии проведения горных выработок. Проходческий комбайн ПК-9Р с установленным на стреле инфрагенератором мощностью 12 кВт разрушал породы прочностью 140-160 МПа. После инфракрасного облучения забоя на глубину 15-20 мм порода разупрочнялась и затем разрушалась режущей коронкой. Также была пройдена выработка сечением 10 м^2 со скоростью 0,5 м/ч буровым комбайном ПК-8 после предварительного облучения забоя инфракрасными лучами.

Основной элемент технологии - процесс отделения породы или полезного ископаемого от массива.

Выработки проводят преимущественно полным сечением (сплошным забоем) и лишь когда $S > 20 \div 30 \text{ м}^2$ забой придадут уступную форму.

При устойчивых породах кровли забой разделяют обычно на горизонтальные уступы, при неустойчивых - на вертикальные уступы.

Тема 1. Технологии строительства горных выработок
 Лекция 2: **Формы и размеры поперечных сечений. Понятие о строительстве и проведении выработки.**

Формы и размеры поперечных сечений выработок

Форму поперечного сечения выбирают в зависимости от физико-механических свойств пересекаемых пород, возможного характера проявления и величины горного давления с учётом назначения и срока службы выработки, материала и типа крепи.

Формы: прямоугольная, сводчатая, трапецевидная, подковообразная, круглая.

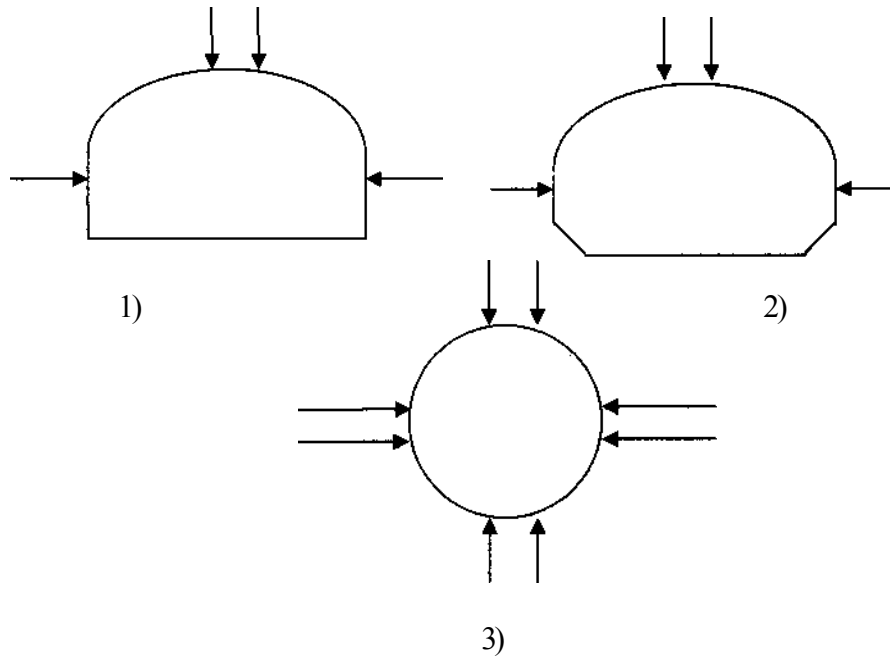


Рисунок 2.1 - Формы сечений горных выработок и направления воспринимаемого горного давления: 1- арочная; 2- подковообразная; 3 - круглая.

Полезная площадь сечения зависит от её формы. В прямоугольных выработках вся площадь полезна. В выработках круглой формы КИС (коэффициент излишка сечения) составляет 1,3. Размеры выработки в свету устанавливают по ширине на высоте 1800 мм от уровня тротуара или верхней кромки рельса (рис.2.2).

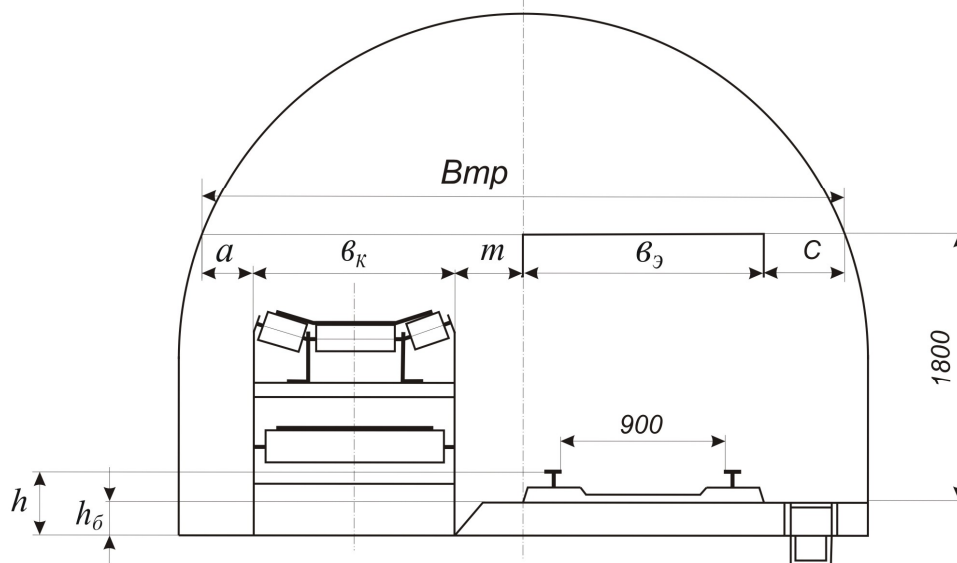


Рисунок 2.2 - Схема для определения $B_{тр}$

$$B_{mp} = a + b_k + b_э + m + c, \text{ мм}, \quad (2.1)$$

где a – минимально допустимый зазор по ПБ между элементом крепи и конвейером, 400 мм;
 b_k – габаритная ширина конвейера, мм;
 $b_э$ – ширина вагонетки, мм;
 m – минимально допустимый зазор между конвейером и составом, 400 мм;
 c – минимально допустимая ширина для прохода людей, 700 мм.

После определения размеров поперечного сечения, обосновывают её форму. Площадь вчерне определяют с учётом толщины крепи и затяжки, площади балластного слоя, водоотливной канавки и фундамента (для бетонной крепи).

$$S_{вч} = S_{св} + S_{кр} + S_{бал} + S_{фунд}, \text{ м}^2. \quad (2.2)$$

$$S_{кр} = (T_{кр} + 2t_{затяжки})P_{кр}, \text{ м}^2$$

$$S_{бал} = h_{бал} \cdot l_{бал}, \text{ м}^2$$

$$S_{np} = (1,03 \div 1,12)S_{вч}, \text{ м}^2 \quad (2.3)$$

В выработках, закреплённых податливой крепью, важно правильно установить запас на осадку, что может обеспечить её безремонтное поддержание на весь срок службы.

На газовых шахтах принятое сечение проверяют по скорости движения воздуха по формуле:

$$V = \frac{k \cdot g \cdot A}{864 \cdot S_{св} \cdot (d - d_0)}, \text{ м/с}, \quad (2.4)$$

где k - коэффициент неравномерности подачи воздуха;
 g - выделение метана в выработке, м³/т;
 A - количество транспортируемого угля по выработке в сутки, т/сут;
 $S_{св}$ - площадь выработки в свету после осадки, м²;
 d - процентное содержание метана в исходящей струе;
 d_0 - процентное содержание метана в свежей струе.

Рассчитанная скорость должна находиться в интервале: $V_{min} \leq V \leq V_{max}$.

Продолжительность строительства выработки:

$$t_c = t_n + t_{м.ч} + t_{np} + t_3, \quad (2.5)$$

где t_n - продолжительность этапа подготовительных работ;
 $t_{м.ч}$ - продолжительность строительства технологической части выработки и монтажа оборудования в ней;
 t_{np} - продолжительность проведения выработки;
 t_3 - продолжительность этапа заключительных работ.

В состав подготовительных работ входят: прокладка к забою линий снабжения сжатым воздухом, связи, освещения, водоснабжения для орошения; оборудование подземного транспорта; устройство водоотвода или водоотлива; установка ВМП и прокладка вентиляционного трубопровода; устройство водяных заслонов и др. мероприятия в соответствии с действующими ПБ; подготовка к работе проходческого оборудования по строительству устья, заготовка элементов временной и постоянной крепи. Для наклонной выработки производится дополнительное оборудование подземного транспорта лебёдками, предохранительными барьерами.

При обычном способе $t_n = 0,1 \div 0,5$ мес., а при специальных достигает нескольких месяцев.

$$t_n = \sum_{i=1}^n \frac{W_i}{k_i H_e n_{яв}} \quad (2.6)$$

Технологическая часть необходима для монтажа оборудования для проведения. Её длина 10+50 м. Продолжительность строительства

$$t_m = \frac{L_{m.ч.}}{V_{m.ч.}} + t_i, \quad (2.7)$$

где $L_{m.ч.}$ – длина технологической части выработки, м;
 $V_{m.ч.}$ – скорость проведения технологической части;
 t_m – время монтажа проходческого оборудования, м/мес;

При разработке проекта строительства технологической части выработки необходимо стремиться к максимальному использованию оборудования, предназначенного для проведения всей выработки, а также малогабаритного проходческого оборудования (ППМ, скрепер, тельфер). Целесообразно использовать один вид энергии.

Фазы строительства технологической части

Продолжительность сооружения технологической части подразделяется на три фазы:

Фаза 1: Уменьшенная (1,2 - 1,5 м) длина шпуров, взрывание в несколько приемов, комбинированная (ручная и механическая) погрузка горной массы, установка камерной рамы и возведение крепи с укороченным шагом, разделка и установка бетонного «утюга». Объем вынимаемой породы. А следовательно и объем укладываемой бетонной смеси составляет примерно 20 м³. Бетон укладывают вначале из вагонетки непосредственно за опалубку, затем из вагонетки на подмостья, а уже оттуда в «утюг». Выработку проводят на 5-6 м.

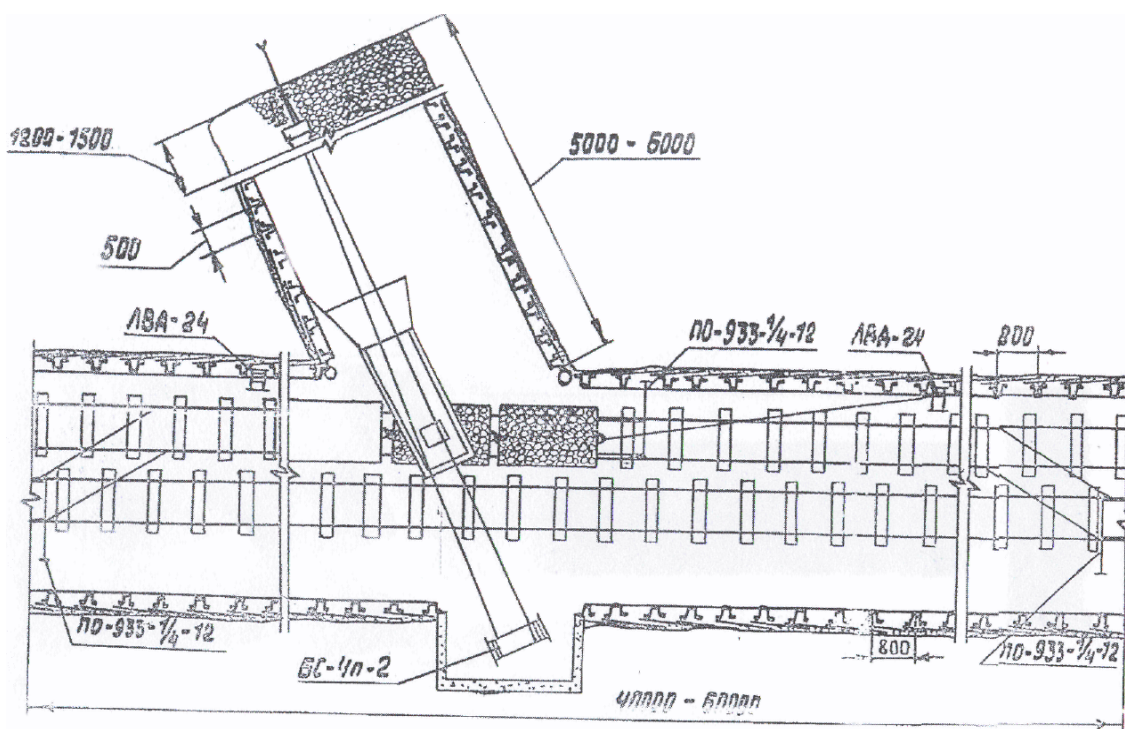


Рисунок 2.3 - Схема размещения оборудования при строительстве технологической части выработки. Фаза 1

Фаза 2: Нормальная (до 2-2,5 м) длина шпуров, возведение крепи с нормальным шагом, механическая погрузка горной массы. Длина, на которую проводят выработку в этой фазе, не одинакова для разных выработок. Для горизонтальных она составляет 5-15 м. Для наклонных выработок длина технологической части зависит от технологии и направления проведения. При комбайновой она меньше(10-20 м); при БВР и проведении в направлении

сверху вниз 15-25 м, снизу вверх – 20-30 м. Увеличение протяженности оборудования на безопасное расстояние. Продолжительность составляет 0,5-1,5 мес.

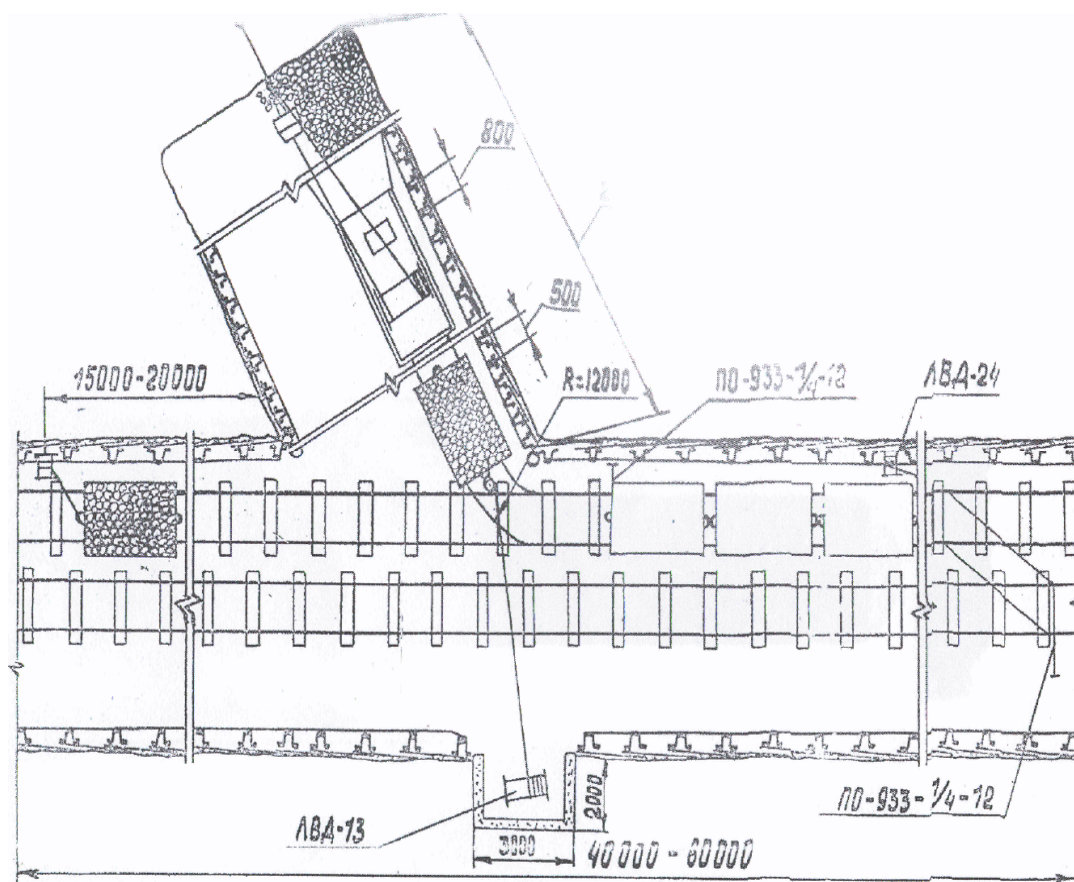


Рисунок 2.4 - Схема размещения оборудования при строительстве технологической части выработки. Фаза 2

Фаза 3: Демонтаж оборудования для строительства технологической части выработки и монтаж оборудования для проведения.

Продолжительность проведения основной части выработки

$$t_{np} = \frac{(L_B - V_{м.ч.})}{V_{np}}, \quad (2.8)$$

где L_B – полная длина выработки, м;
 V_{np} – скорость проведения выработки, м/мес.

К заключительным работам (t_3) относятся: проведение, а при необходимости расширение части выработки для демонтажа проходческого оборудования, его демонтаж, подготовка выработки к сдаче в эксплуатацию – перестилка и балластировка рельсового пути, установка постоянной конвейерной линии, побелка и осланцевание выработки, ремонт крепи, зачистка и подбирка почвы, снятие вентиляционного трубопровода и др.

Скорость строительства выработки:

$$V_c = \frac{L_B}{t_c}, \quad (2.9)$$

Скорость проведения имеет большую величину на 20-25%.

При построении календарного плана подготовки выемочного поля определяющим показателем является скорость строительства выработок, лежащих на критическом пути.

В ДУЭК разработан «Стандарт предприятия» СТП 58.06.000-85 «Крепё узла сопряжения выработок. Возведение» (рис.2.5), в котором приведены общие сведения, виды крепей сопряжения, технические требования к ним и ПБ. «Стандарт...» содержит достаточное количество иллюстраций.

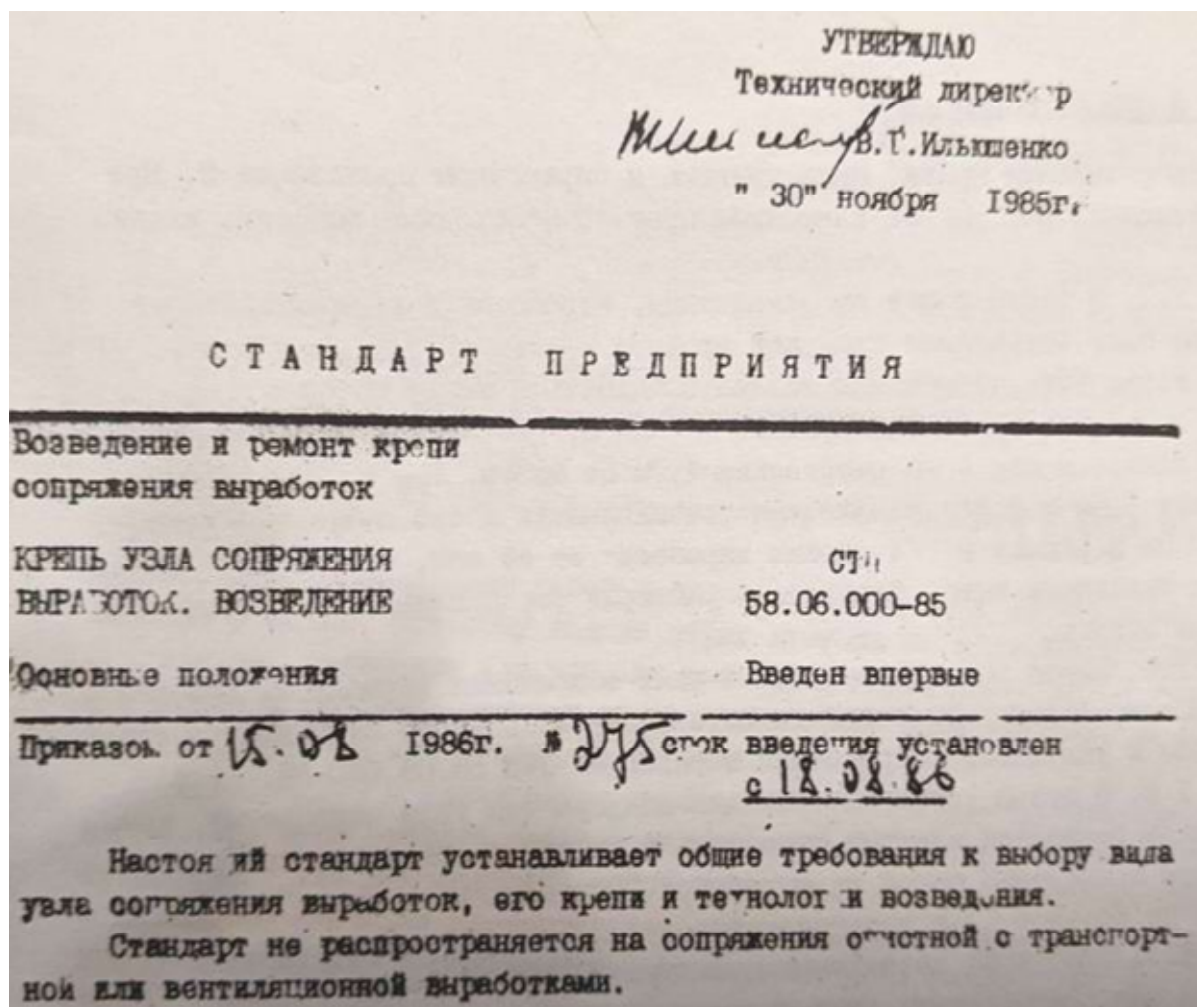


Рисунок 2.5 – Фрагмент титульной страницы «Стандарта...»

Лекция 3: Этапы строительства горной выработки. Технология строительства сопряжений. Требования ПБ

Под *сопряжением горных выработок* понимают область взаимного влияния двух и большего числа пересекающихся выработок, в которой происходит наложение зон бокового опорного давления и зон разгрузки в кровле. Нагрузка на крепь сопряжения в 1,4-1,6 раза выше, чем на крепь примыкающих горных выработок.

Степень нарушенности вмещающего сопряжения породного массива на 30-40% выше, чем при сооружении одиночной выработки. Основной вид нарушения – трещинообразование, при этом более 50% радиальных трещин направлены под углом к продольной оси основной выработки, т.е. в направлении, близком к продольной оси сопрягающейся выработки.

Развитие трещинообразований на породном контуре связано с интенсивностью его смещений, которые возрастают в 2-2,5 раза при строительстве сопрягающихся выработок в пределах 10-15 м длины участков примыкания. При строительстве парного сопряжения интенсивность смещений возрастает в 3-4 раза.

Характерной особенностью сопряжений является пучение пород почвы, которое на 25-40% больше, чем на протяженных участках выработок. На величину пучения оказывает влияние последовательность проведения сопрягающихся выработок, угол примыкания, глубина заложения, свойства вмещающих пород, форма и размеры выработок, наличие очистных работ и близкорасположенных выработок.

Глубина распространения процесса смещений пород почвы в массив от контура аналогична одиночной выработке и не превышает 0,75-1,0 выработки в черне.

Из применяемых видов сопряжений, показанных на рис.3.1, 90-93% сопряжений составляют 4 основных вида:

- ответвление по кривой (г);
- соединение двух выработок в одну под углом (б);
- разветвления по кривым (д, е, ж);
- треугольный узел (к).

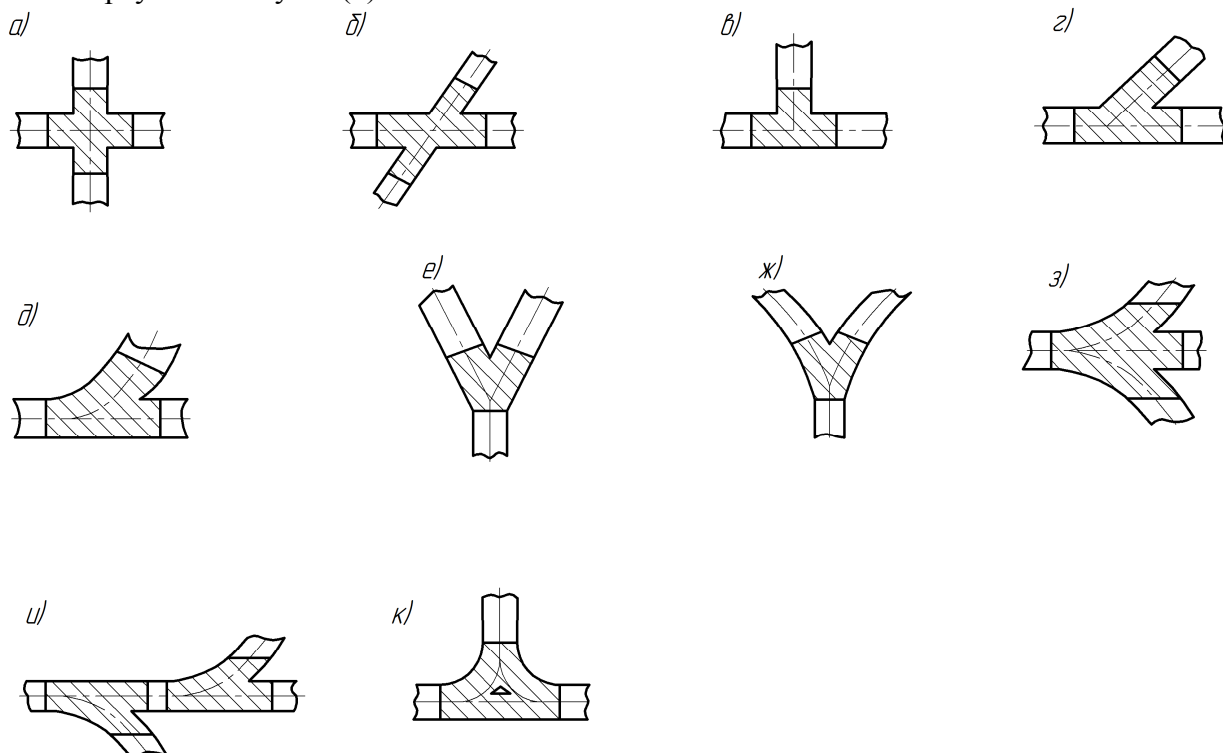


Рисунок 3.1 - Типы сопряжений горных выработок (штриховкой показана крепь сопряжений)
Сопряжения строят по следующим схемам.

Схема строительства сопряжения полным сечением со стороны основной выработки (рис 3.2).

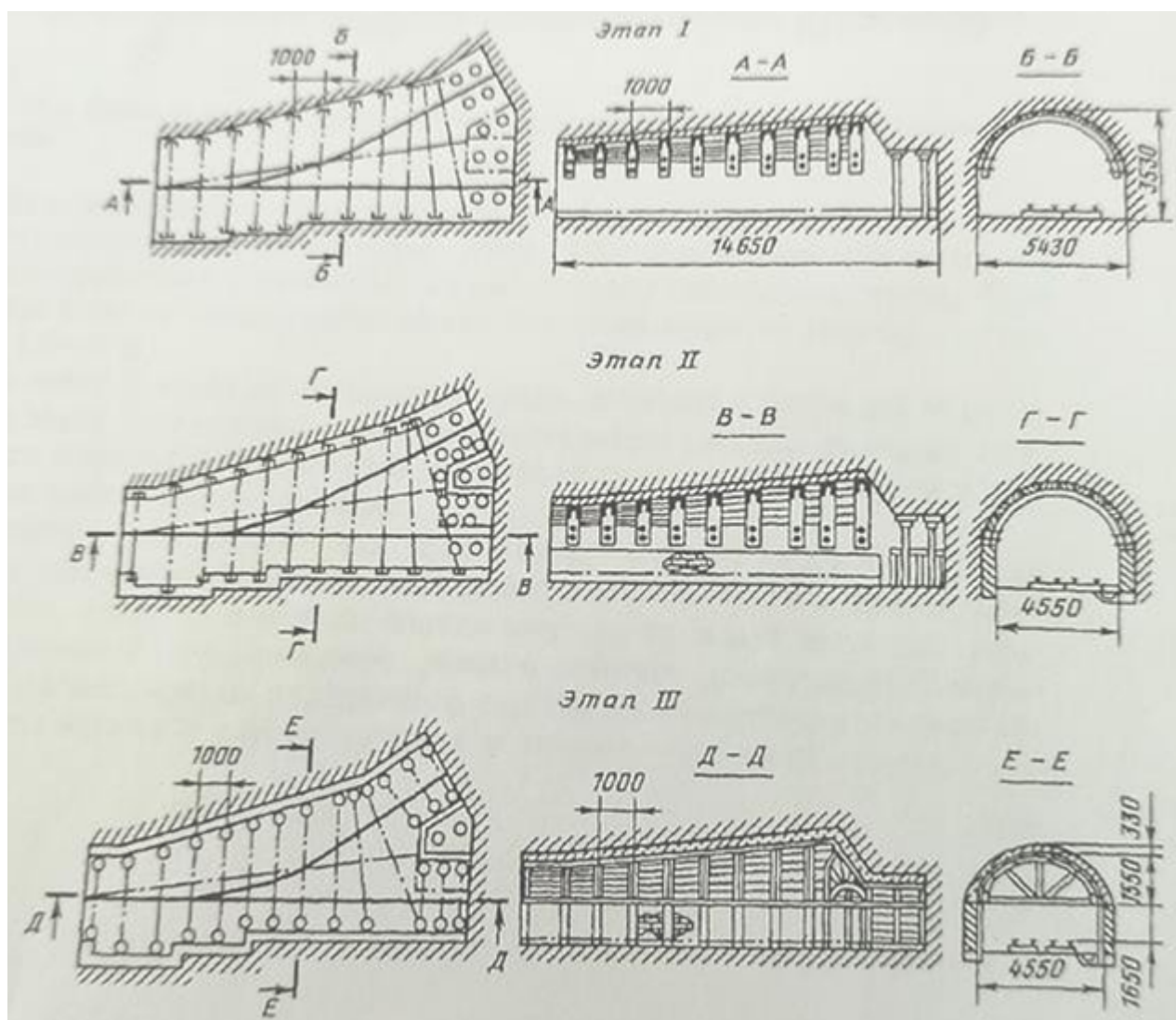


Рисунок 3.2 - Схема строительства сопряжения полным сечением со стороны основной выработки

При строительстве сопряжения со стороны основной выработки на этапе I производят выемку породы полным сечением на всю длину сопряжения с учетом размеров «утюга». Выработку при сводчатом перекрытии крепят временной крепью в виде металлической арки из швеллера на анкерах. Анкеры устанавливают несколько выше плиты свода. При плоском железобетонном перекрытии в качестве временной крепи устанавливают деревянные неполные рамы. При деревянном или металлическом креплении сопряжений возводят сразу постоянную крепь. При проходке к месту разветвления выработок производят их засечку на глубину 1,5 – 2 м.

На этапе II возводят постоянную крепь, включая и бетонный «утюг».

На этапе III выполняют заключительные работы: разборку временного и настилку постоянного рельсового пути, снятие опалубки и устройство водоотливной канавки.

Строительство сопряжений со стороны разветвления ведут также в три этапа и в той же последовательности, что и в предыдущей схеме (рис.3.3). При выемке породы вначале строят часть сопряжения (на длину 2 – 3 м) сечением, равным сечению примыкающей выработки.

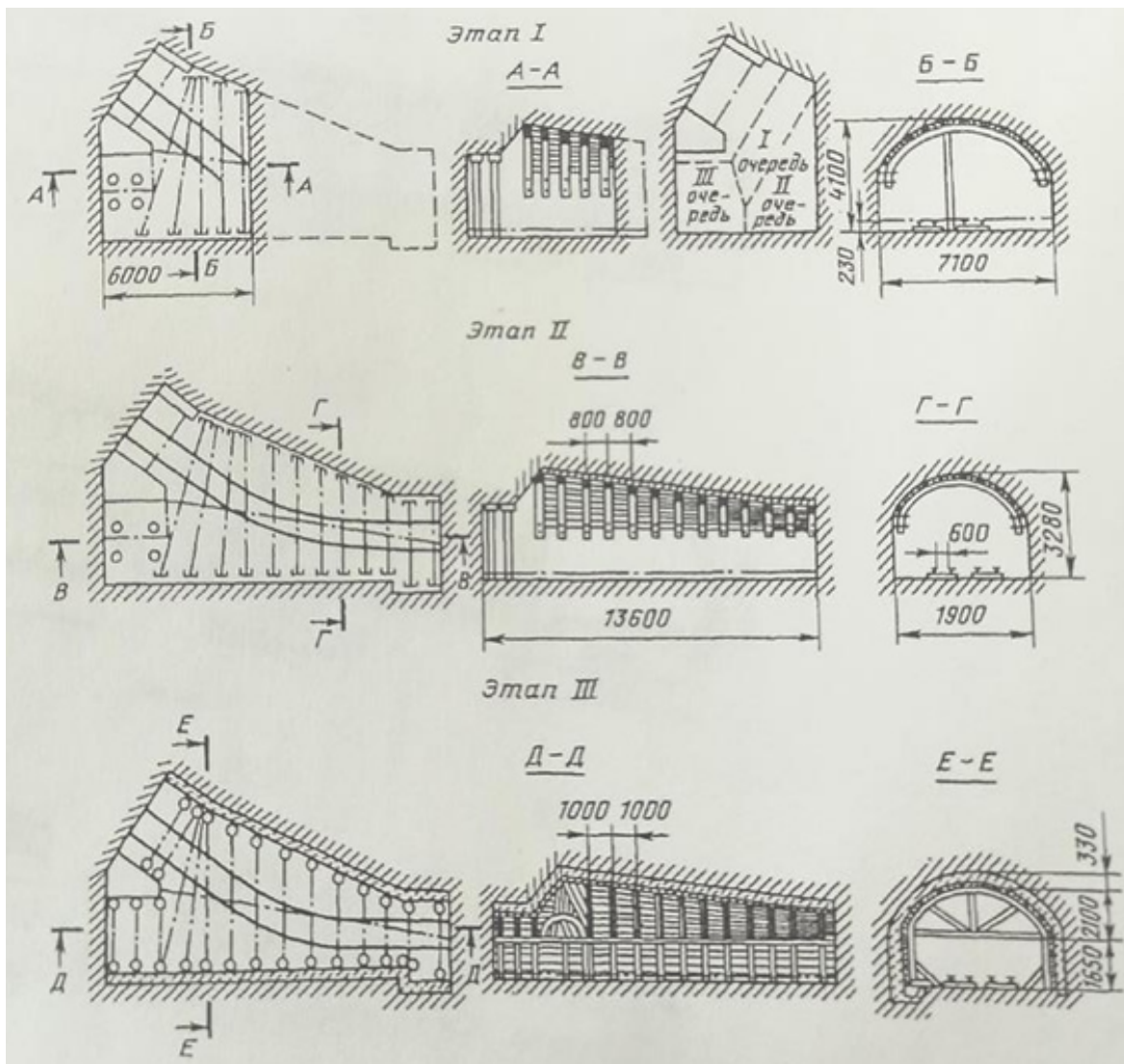


Рисунок 3.3 - Схема строительства сопряжения полным сечением со стороны разветвления выработок

Для расширения пройденного участка до проектных размеров делают три взрыва с учетом «утюга» в стороны расширения сопряжения, при этом в качестве временной крепи устанавливают деревянные стойки под распил. Затем производят выемку породы под свод сопряжений. Свод закрепляют временной арочной крепью на анкерах.

Дальнейшее строительство осуществляют полным сечением. Постоянную крепь возводят в направлении от забоя после выемки породы на полную длину сопряжения.

Схема строительства сопряжения сечением одной из примыкающих выработок с последующим расширением до проектных размеров со стороны основной выработки приведена на рис.3.4.

При строительстве сопряжений по этой схеме на I этапе со стороны основной выработки проводят в первую очередь на полную длину выработку с установкой временной крепи при плоском перекрестии – из деревянных рам, при сводчатом – из металлических полуарок на анкерах. Остальные этапы несколько отличаются в зависимости от применяемого вида постоянной крепи.

При креплении сопряжения монолитным железобетоном с жесткой арматурой из металлических балок на II этапе, начиная также со стороны основной выработки, производят выемку породы до проектного сечения с установкой постоянных металлических арок и железобетонной затяжки в своде на всю длину сопряжения. На III этапе сопряжение бетонируют и после этого выполняют заключительные работы.

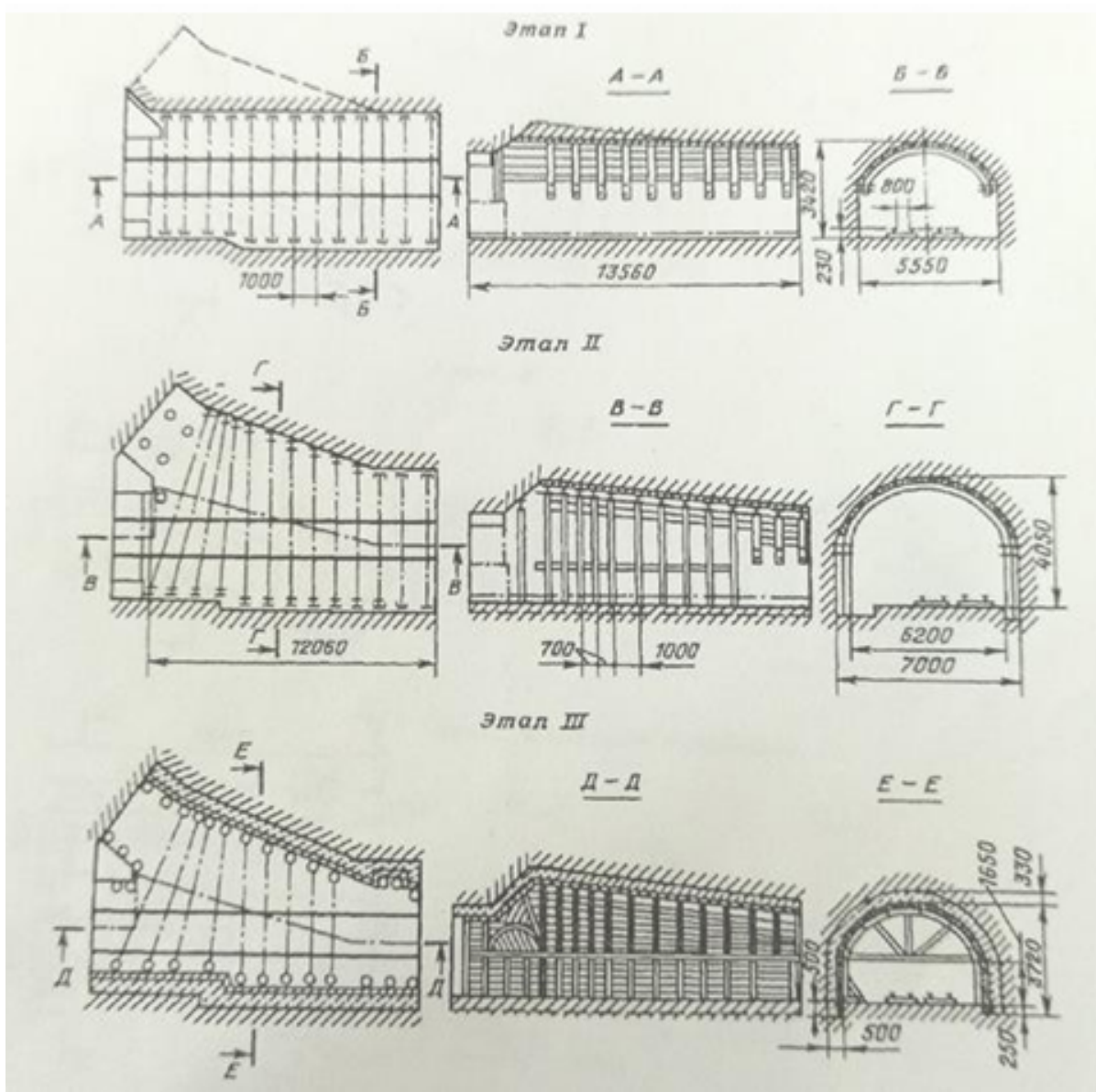


Рисунок 3.4 - Схема строительства сопряжения сечением одной из примыкающих выработок с последующим расширением до проектных размеров со стороны основной выработки

При креплении сопряжений монолитным бетоном и железобетоном с гибкой арматурой на II этапе в том же направлении небольшими заходками производят одновременную выемку породы до проектного сечения и возведение постоянной крепи. На III этапе выполняют заключительные работы.

При строительстве сопряжения со стороны разветвления (рис. 3.5) сначала на всю длину проводят выработку обычно с поперечным сечением прямоугольной формы и крепят её деревянной временной крепью (I этап). Затем в обратном направлении производят расширение выработки до проектных размеров и возводят постоянную крепь – II и III этапы. Для выемки породы при расширении, как правило, используют отбойные молотки.

Рассмотренные схемы строительства сопряжений сечением одной из примыкающих выработок с последующим расширением до проектного сечения применяют в породах $f < 4$ и при максимальном пролете сопряжений более 5 м.

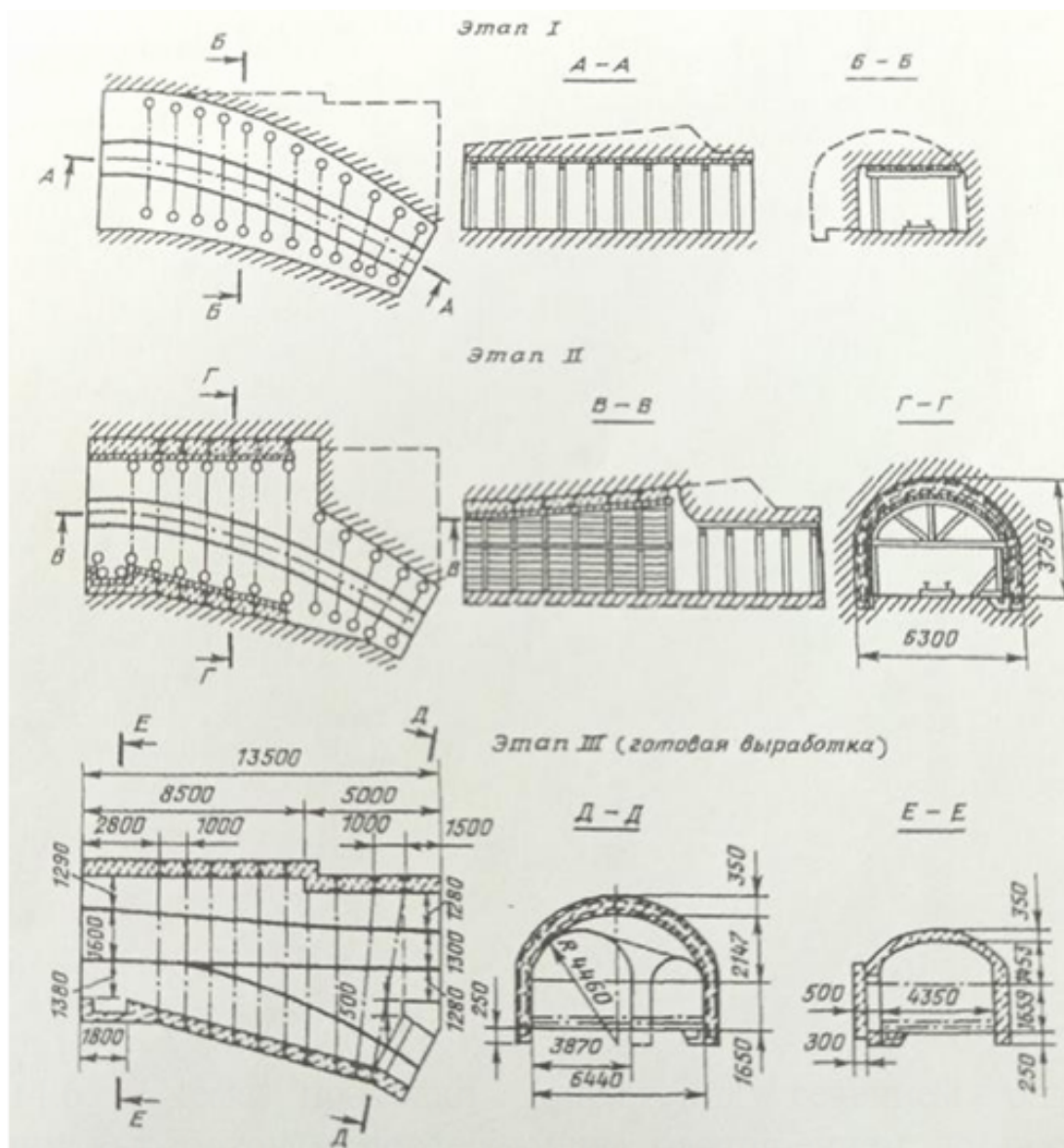


Рисунок 3.5 - Схема проходки сопряжения сечением одной из примыкающих выработок с последующим расширением до проектных размеров со стороны разветвления выработок

При схеме строительства сопряжений независимыми забоями, которую применяют в малоустойчивых породах, сначала по контурам сопряжения проводят две боковые выработки шириной 1,6 м и высотой 2 – 2,5 м на всю длину сопряжения. Затем возводят бетонные стены и после приобретения бетоном достаточной прочности при плоском перекрытии приступают к сооружению сопряжения, а при сводчатом – к выемке свода отбойными молотками, установке опалубки и укладке бетона. После приобретения бетоном прочности в своде производят разборку опалубки и выемку оставшейся породы в средней части сечения выработки.

Тема 2. Буровзрывная технология строительства горизонтальных полевых выработок
Лекция 4: Буровзрывная технология строительства горизонтальных полевых выработок. БВР: средства бурения, взрывчатые материалы

Проходческий цикл и его элементы

При буровзрывной технологии отделения породы от массива проходческий цикл состоит из следующих процессов: бурение, зарядание, взрывание, проветривание, возведение временной крепи, погрузка породы, возведение постоянной крепи, настилка рельсового пути, наращивание конвейера (при необходимости), наращивание коммуникаций, устройство водоотливной канавки.

Состав процессов может изменяться в зависимости от технологии. Процессы могут выполняться последовательно или совмещено.

Запрещено совмещать с каким-либо процессом зарядание шпуров, взрывание зарядов и проветривание забоя.

При механической, ручной и гидравлической технологиях отделения породы от массива проходческий цикл приурочивают к продвижению забоя на величину, кратную шагу крепи. Различают нормируемые и ненормируемые процессы. Проходческие процессы складываются из операций, а те - из приёмов и элементов.

Достоинства буровзрывной технологии:

- универсальность;
- мгновенное выделение энергии.

Недостатки:

- циклический характер работ;
- создание опасных условий для воспламенения метановоздушной и пылевоздушной смеси;
- выделение вредных продуктов взрыва.

Поэтому там, где технически возможно, следует применять комбайновую технологию.

Правильная организация БВР должна обеспечить:

- минимальные по сравнению с проектными размерами выработки переборы породы и минимальные разрушения законтурного массива;
- максимальный КИШ (η);
- сохранность крепи;
- оптимальное дробление негабарита соответствующее технической характеристике средств погрузки и транспорта.

Виды бурильного оборудования:

- ручные электросвёрла (СЭР-19), применяют при $f < 4$;
- колонковые электросвёрла, применяют при f от 4 до 10, например, СЭК-1;
- вращательно – ударного действия (перфораторы), применяют при f до 20;
- шахтные бурильные установки (УБШ).

Бурильные установки подразделяются на фронтальные и радиально-фронтальные. Первыми бурят шпуров вдоль оси выработки, а вторыми – вдоль или перпендикулярно оси выработки.

Бурильные установки классифицируют по следующим признакам:

- по типу применяемых бурильных головок (вращательного действия, вращательно-ударного действия, ударно - вращательного действия);
- по виду используемой энергии (пневматические, гидравлические, электрические, комбинированные);
- по типу ходовой части (гусеничные, колесно-рельсовые, на пневмоходу).

Все самоходные шахтные бурильные установки типа УБШ производства машиностроительных заводов Украины и России изготавливаются в соответствии с утвержденными типоразмерами (табл.4.1).

Таблица 4.1 – Типоразмеры шахтных бурильных установок

Типоразмер	Минимальная зона бурения, м		Максимальные размеры в транспортном положении УБШ с ходовой частью, м			
			колесно-рельсовые		нерельсовые	
	высота	ширина	ширина	высота	ширина	высота
УБШ-1	2,0	2,2	1,10	1,25	1,25	1,60
УБШ-2	2,5	3,3	1,30	1,50	1,50	1,80
УБШ-3	3,6	4,5	1,40	1,60	2,20	2,40
УБШ-4	5,0	6,0	1,40	2,00	2,50	2,5/3,3*
УБШ-5	7,0	8,4	-	-	2,60	2,8/3,4*
УБШ-6	10,0	9,5	-	-	3,80	4,50

* в числителе – размеры УБШ на пневмоходу, в знаменателе – на гусеничном.



Рисунок 4.1- Установка бурильная шахтная УБШ-252 на рельсовом ходу производства Новогорловского машиностроительного завода БУР, г. Горловка

Таблица 4.2 - Основные технические характеристики установки УБШ-252

Техническая характеристика	Ед. изм.	Значения
Область применения по прочности пород	МПа	до 170
Площадь сечения выработки	м ²	6-12
Зона бурения	м	3,8 x 4,4
Скорость бурения: по породам прочностью 56-84 МПа по породам прочностью 140-170 МПа	м/ч	58-54 20
Ход/усилие подачи бурильной головки	м/кН	3/18
Мощность привода бурильной головки	кВт	11
Скорость передвижения	км/ч	1,5
Ширина установки в транспортном положении	м	0,85-1,15
Масса установки / комплекта поставки	т	5,3/(6,4-7,4)
Область применения	шахты опасные по газу и пыли	

Установка бурильная шахтная УБШ-313 на гусеничном ходу оснащена двумя бурильными машинами вращательного или универсального действия с электрическими или пневмогидравлическими головками (рис.4.2, табл.4.3).

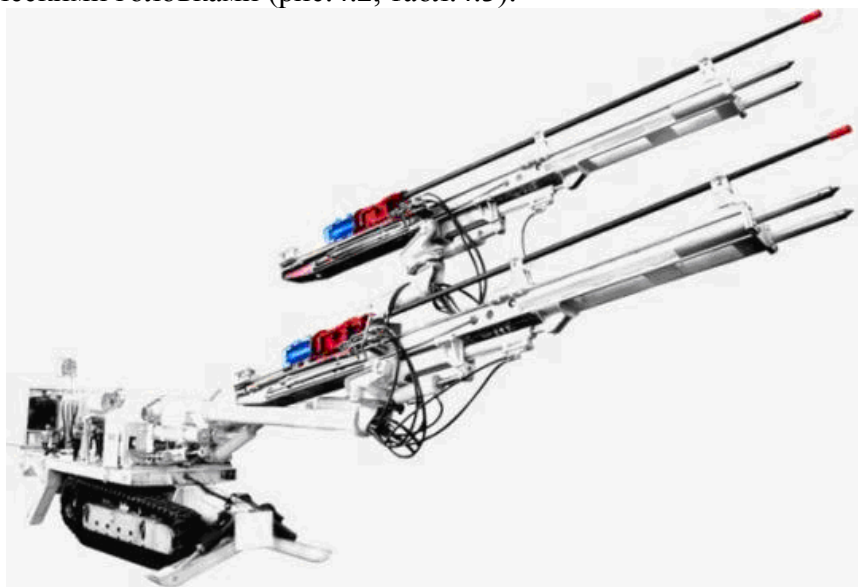


Рисунок 4.2- Установка бурильная шахтная УБШ-313 на гусеничном ходу производства Новогорловского машиностроительного завода БУР, г. Горловка

Таблица 4.3 - Основные технические характеристики установки УБШ-313

Техническая характеристика	Ед. изм.	Значения
Область применения по прочности пород	МПа	до 170
Площадь сечения выработки	м ²	12,8-20,0
Зона бурения	м	3,8 x 5,4
Скорость бурения: по породам прочностью 56-84 МПа по породам прочностью 140-170 МПа	м/ч	94-90 32
Ход/усилие подачи бурильной головки	м/кН	2,5/18
Мощность привода бурильной головки	кВт	11
Скорость передвижения	км/ч	0,9
Габаритные размеры: ширина высота длина	м	1,75 2,00 10,20
Масса установки / комплекта поставки	т	13,5/16,0
Область применения	шахты опасные по газу и пыли	

При строительстве выработок большого сечения на негазовых шахтах и рудниках применяют установки 5-го типоразмера с тремя манипуляторами с пневмоприводом (рис.4.3, табл.4.4).



Рисунок 4.3 -Электровращательная бурильная установка УБШ-501А

Таблица 4.3 - Основные технические характеристики УБШ-501А

Техническая характеристика	Ед. изм.	Значения
Область применения по прочности пород	МПа	до 170
Площадь сечения выработки	м ²	16-65
Зона бурения (высота x ширина)	м	7,2 x 9,0
Скорость бурения	м/ч	75
Ход подачи бурильной головки	м	2,1-3,9
Радиус поворота манипулятора	град.	2.8-7.0
Скорость передвижения	км/ч	10
Угол наклона выработки при перемещении	град.	±5
Габариты (ширина x высота x длина)	м	2,5x2,8x13,0
Масса	т	23,0

Типы ВВ и СИ

Существует 7 классов промышленных ВВ. В настоящее время широко применяются эмульсионные ВВ типа Грэмикс М (2-го класса), Грэмикс МП (4-го класса) и Грэмикс МПП (5-го класса).

Средства инициирования/взрывания (СИ/СВ) – электродетонаторы (ЭДКЗ):

ЭДКЗ - ПМ имеют 7 серий замедления; типа ЭДЗД - 9 серий замедления; типа ЭДКЗ-ПКМ -13 серий замедления.

Контурное взрывание - эффект достигается за счёт уменьшения энергии в оконтуривающих шпурах. В оконтуривающих шпурах применяют патроны меньшего диаметра, чем в остальных.

Для разметки шпуров применяют отвесы или лазерные указатели направления (УНЛ, ЛУН - 3). Детонаторы соединяют последовательно.

Взрывчатые материалы

Мировое годовое потребление промышленных ВВ составляет 7,5 млн.т. В США их производят около 2 млн.т, в России и Китае – по 1,2 млн.т. ЮАР и Австралия – по 0,9 млн.т, страны ЕС – 0,6 млн.т, в Украине – 0,1 млн.т.

Анализ мирового опыта применения взрывчатых веществ свидетельствует о том, что объем ВВ, в состав которых входит тротил, постоянно уменьшается. В США использование таких промышленных ВВ запрещено почти 30 лет назад, в Европе – 20 лет назад.

Их заменили ПВС, ЭВВ и ГВВ, объем применения которых в промышленности США составляет 80%. В России этот показатель достигает 62% и в общем объеме выпуска промышленных ВВ эмульсионные опережают всю остальную номенклатуру выпускаемых составов.

Достоинствами применения ПВС, ЭВВ и ГВВ являются:

- возможность изготовления непосредственно на месте использования;
- невысокая стоимость по сравнению с традиционными ВВ;
- повышение экологической безопасности.

В табл.4.4 приведено количество вредных газов, выделяющихся при взрыве промышленных тротилосодержащих ВВ.

Таблица 4.4– Содержание вредных газов при взрыве промышленных тротилосодержащих ВВ

Взрывчатое вещество	Содержание газов, л/кг		Суммарно в пересчете на условную СО
	СО	NO _x	
Аммонит №6ЖВ	3,76	3,68	27,7

Общие сведения об ЭВВ и ГВВ

ЭВВ и ГВВ относятся к 1-му (для взрывания на поверхности) и 2-му (Грэмикс – для взрывания в забоях полевых подземных выработок) классам промышленных взрывчатых веществ [9].

ЭВВ и ГВВ представляют собой смеси раствора окислителя с горючим. Смеси с твердым горючим называются *взвесьями*, а с жидким, нерастворимым в растворе окислителя горючим, - *эмульсиями*. Эмульсионные взрывчатые вещества являются продуктом эволюции акваторов, изобретенных в начале 70-х годов, которые изготовляли из горячего концентрированного раствора селитры с добавлением загустителя (крахмала, гуаргама) и тринитротолуола.

Эмульсионные взрывчатые вещества в промышленных масштабах были впервые применены в США и Швеции в 80-е годы XX века. Объемы их потребления постоянно возрастают. Этому способствует их низкая стоимость, а также водостойкость, нетоксичность компонентов и самих веществ, экологическая чистота. ЭВВ широко используются и в странах СНГ. Нашли широкое применение при строительстве тоннелей.

Эмульсии подразделяются на два типа: прямые - эмульсии масла в воде (М/В), и обратные - эмульсии воды в масле (В/М). В *прямых эмульсиях* сплошной (дисперсионной) средой служит раствор окислителя, а раздробленным веществом (дисперсной фазой) – масло, под которым понимается любая неполярная жидкость, независимо от ее химической природы. В *обратных эмульсиях* дисперсионной средой является масло, а дисперсной фазой – капельки раствора окислителя. Наиболее часто в качестве масел используются нефтепродукты.

Обратные эмульсии получили название «эмульсионные ВВ» (ЭВВ), а прямые эмульсии – «гелеобразные ВВ» (ГВВ).

ГВВ с жидким горючим – низкоконцентрированные эмульсии (менее 10% дисперсной фазы). Количество загустителя в их составе зависит от требуемых свойств геля, его консистенции. Так небольшое количество загустителя типа КМЦ (до 2%) при оптимальном соотношении между ним и сшивающим агентом дает легкоподвижные гели, которые хорошо перекачиваются по шлангам, в то время как увеличение содержания КМЦ дает жесткие гели.

ЭВВ на основе обратных эмульсий – высококонцентрированные эмульсии, у которых более 90% дисперсной фазы. По своим свойствам они сходны с ГВВ – не только имеют большую вязкость, но и обладают предельным напряжением сдвига, что объясняется образованием пространственных структур, связывающих капельки дисперсной фазы, и упругими свойствами межфазных слоев, содержащих эмульгатор.

ГВВ и ЭВВ обладают высокой водоустойчивостью. У ГВВ вода не в состоянии разрушить химические связи между звеньями макромолекул загустителя. Сетчатая структура геля препятствует разбавлению иммобилизованного ею раствора окислителя. Водоустойчивость ЭВВ обусловлена тем, что капельки раствора окислителя покрыты пленкой нерастворимого горючего.

ГВВ и ЭВВ без взрывчатого сенсibilизатора имеют низкую чувствительность к детонации. Повышение их детонационной способности достигается путем аэрации, т.е. насыщения смеси мелкими пузырьками воздуха или газа, при этом чувствительность к детонации обратно пропорциональна плотности.

Для регулирования кислородного баланса и снижения содержания воды в состав ГВВ добавляют сухую АС. Однородная смесь образуется в низкочастотных смесителях малого объема, при этом особых требований к чистоте и качеству исходных компонентов не предъявляется.

При использовании нефтепродуктов целесообразно применять такие загустители, как КМЦ и полиакриламид. Они служат эмульгаторами, облегчающими получение мелкодисперсной эмульсии. Дополнительно дисперсность частиц раствора окислителя может регулироваться повышением растворимости окислителя при добавлении в раствор АС натриевой и калиевой селитры. При использовании поликомпонентных растворов окислителя можно получать ВВ с содержанием воды 10-15% при небольших температурах, не превышающих 40°C. Степень переохлаждения такого ВВ в скважине при его остывании до температуры окружающей среды небольшая, поэтому значительная часть окислителя находится в жидком состоянии, вследствие чего степень дисперсности повышается.

Основой ЭВВ является матрица - раствор селитры, сенсibilизированный воздушными пузырьками микронного размера, превращенный в пену. При прохождении через такую пену ударной волны пузырьки адиабатично сжимаются, температура в них повышается, и они служат центрами детонации. Для создания конкретных рецептов ЭВВ в матрицу может прибавляться селитра в гранулах, тринитротолуол, алюминиевая пудра, органическое топливо, другие добавки. При этом самая матрица, соответственно Концепции безопасности применение ЭВВ, считается взрывным веществом, то есть условия ее производства и сохранения должны быть соответствующими.

Эмульсия создается при помощи применения стеклянных микросфер или газогенерирующих добавок. Первый способ более стабильный (матрица, сенсibilизированная микросферами, может сохраняться довольно долго), но дорогой (стоимость микросфер заграничного производства достигает нескольких тысяч долларов за тонну, микросферы отечественного производства не отвечают жестким требованиям к стабильности размера).

Газогенерирующие добавки (нитрит натрия и другие) при перемешивании с горячим раствором селитры выделяют газ, который образует большое множество микронных пузырьков. Этот способ более дешевый, однако, такая матрица со временем теряет газ и десенсibilизируется. Т.е. изготавливать такое ЭВВ нужно непосредственно перед применением.

Тема 2. Буровзрывная технология строительства горизонтальных полевых выработок
Лекция 5: Проветривание: вентиляторы местного проветривания, вентиляционные
трубы, техника безопасности.

Нормы [3]:

$O_2 \geq 20\%$ по объёму; $CO_2 \leq 0,5\%$; $V_{\min} = (0,25 \text{ м/с})$; $t \leq 26^\circ\text{C}$; влажность $< 90\%$.

Разжижение газообразных продуктов взрыва и удаление их из забоя должно происходить не более чем за 30 минут после взрыва.

Проветривание выработки.

Применяют 2 способа проветривания: за счёт общешахтной депрессии (вентилятор главного проветривания) и ВМП.

Одиночные выработки проветривают ВМП по трём схемам: нагнетательной, всасывающей и комбинированной.

Нагнетательная схема. Достоинства: быстрое разжижение продуктов взрыва в забое; недостаток: загазованность всей выработки.

$Q_{\text{ВМП}} < 70\%$ количества воздуха, поступающего к нему за счёт общешахтной депрессии.

Отставание вентиляционного трубопровода от забоя: на газовых и негазовых шахтах соответственно 8 м; 12 м; 10 м - на рудниках.

На конце трубопровода устанавливается металлическое кольцо заземления. Управление - приборами «Кама», «Ветер». Проветривание идет непрерывно.

Расход воздуха для проветривания тупиковой выработки рассчитывается по следующим факторам [5]:

- наибольшему числу людей работающих в забое;
- минимально допустимой в выработке скорости движения воздуха;
- минимальной скорости воздуха в призабойном пространстве выработки с учетом его температуры и влажности;
- газам, образующимся при взрывных работах.

При комбайновой технологии проведения выработки расчет производится по трем первым факторам. При буровзрывной технологии – добавляется расчет по четвертому фактору. По этим факторам расчет воздуха производится для призабойного пространства, а затем - для всей выработки.

Расход воздуха по наибольшему числу людей работающих в забое:

$$Q_{\text{заб}}^n = 6 \cdot n, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (5.1)$$

где n – максимальное число рабочих в смену, чел;
 $6 \text{ м}^3/\text{мин}$ – расход воздуха на 1 человека.

Расчет по минимально допустимой скорости движения воздуха:

$$Q_{\text{заб}}^c = 60 \cdot V_{\min} \cdot S_{\text{св}}^{\text{до ос.}}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (5.2)$$

где V_{\min} – минимально допустимая скорость движения воздуха, м/с;

$S_{\text{св}}^{\text{до ос.}}$ - площадь поперечного сечения выработки в свету до осадки, м^2 .

Расчет по минимальной скорости воздуха в призабойном пространстве выработки с учетом его температуры и влажности:

$$Q_{\text{заб}}^t = 20 \cdot V_{\text{з.мин}} \cdot S_{\text{св}}^{\text{до ос.}}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (5.3)$$

где $V_{\text{з.мин}}$ – минимально допустимая скорость движения воздуха в призабойном пространстве выработки в зависимости от температуры и относительной влажности, м/с.

Значения скорости движения воздуха в призабойном пространстве выработки в зависимости от температуры и относительной влажности приведены в табл.5.1.

Таблица 5.1 - Значения скорости движения воздуха в призабойном пространстве выработки в зависимости от температуры и относительной влажности

Скорость воздуха, м/с	Допустимая температура t °С при относительной влажности воздуха φ , %		
	75 и менее	76 - 90	Свыше 90
до 0,25	24	23	22
0,26-0,50	25	24	23
0,51-1,00	26	25	24
1,01 и более	26	26	25

Расчет по газам, образующимся при взрывных работах:

$$Q_{зab}^{BB} = \frac{2,25}{T} \cdot \sqrt[3]{\frac{V_{вс} \cdot (S_{св}^{до ос.})^2 \cdot l_n^2 \cdot K_{обв}}{K_{ут.пр}^2}}, \text{ м}^3/\text{мин}, \quad (5.3)$$

где T – максимальное время проветривания после взрыва, 30 мин;

$V_{вс}$ – объём вредных газов, образующихся после взрывания, л:

$$V_{вс} = 100 \cdot B_{уг} + 40 \cdot B_{пор}, \quad (5.4)$$

где $B_{уг}$ и $B_{пор}$ - масса одновременно взрываемых ВВ по углю и по породе, кг; при раздельном взрывании в расчетах используется наибольшее из двух слагаемых;

l_n – длина тупиковой части выработки, на которой происходит разжижение ядовитых газов от ВВ до допускаемых по ПБ концентраций, м; при длине выработки свыше 500 м принимается равным 500 м;

$K_{обв}$ – коэффициент обводненности выработки, принимается по таблице (см. [5]);

$K_{ут.пр}$ - коэффициент утечки воздуха для трубопровода.

При нагнетательном способе проветривания, как правило, применяются гибкие вентиляционные трубы, а при всасывающем - жесткие. Диаметр гибких труб типов 1А и 1Б можно принимать от 0,6 м до 1,0 м [5]. Коэффициент утечек воздуха для гибких трубопроводов из труб типа 1А (1Б) диаметром 0,6-1,0 м принимается по таблице (см. [5]).

$Q_{з.п}$ первоначально задается равным среднему из возможных значений, приведенных в таблице. Затем $Q_{з.п}$ принимается равным рассчитанному $Q_{зab}^{BB}$, уточняется значение коэффициента утечек воздуха. И производится окончательный расчет.

Для уменьшения коэффициента утечек воздуха и аэродинамического сопротивления гибких трубопроводов следует применять комбинированный вентиляционный трубопровод из гибких труб типов 1А и 1Б и введенного внутрь их полиэтиленового рукава и конечного участка трубопровода без полиэтиленового рукава.

Комбинированный трубопровод рекомендуется применять при диаметре труб 0,6 м и более и длине трубопровода более 400 м. Длина конечного участка без полиэтиленового рукава составляет 150-200 м (комбинированный трубопровод допускается применять только со специальным пускорегулирующим устройством).

При использовании комбинированного гибкого трубопровода коэффициент утечек воздуха определяется по формуле:

$$K_{\text{ут.тп}} = k_{\text{ут.тп}_1} \cdot k_{\text{ут.тп}_2}, \quad (5.5)$$

где $k_{\text{ут.тп}_1}$ - коэффициент утечек воздуха для конечного участка трубопровода (без полиэтиленового рукава) - по таблице (см. [5]);

$k_{\text{ут.тп}_2}$ - коэффициент утечек воздуха для участка трубопровода с полиэтиленовым рукавом, принимается по таблице (см. [5]).

При определении значения $k_{\text{ут.тп}_2}$ новое значение величины расхода воздуха в конце трубопровода $Q_{3,n}$ следует определять по формуле:

$$Q'_{3,n} = Q_{3,n} \cdot k_{\text{ут.тп}_1}, \text{ м}^3/\text{мин.} \quad (5.6)$$

Из всех рассчитанных значений выбирается наибольшее и по нему производится расчет производительности вентилятора:

$$Q_{\text{вент}} = Q_{3,n} \cdot K_{\text{ут.тп}}, \text{ м}^3/\text{мин.} \quad (5.7)$$

Для максимальной длины трубопровода и его диаметра определяется напор вентилятора:

$$h_{\text{вент}} = R_{\text{тп.г}} \cdot Q_{\text{вент}}^2 \cdot \left(\frac{0,59}{K_{\text{ут.тп}}} + 0,41 \right)^2, \text{ Па}, \quad (5.8)$$

где $R_{\text{тп.г}}$ - аэродинамическое сопротивление гибкого вентиляционного трубопровода без утечек воздуха, $\text{даПа} \cdot \text{с}^2/\text{м}^6$.

$$R_{\text{тп.г}} = r_{\text{тп}} \cdot (l_{\text{тп}} + 20 \cdot d_{\text{тп}} \cdot n_1 + 10 \cdot d_{\text{тп}} \cdot n_2), \text{ даПа} \cdot \text{с}^2/\text{м}^6, \quad (5.9)$$

где $r_{\text{тп}}$ - удельное аэродинамическое сопротивление гибкого вентиляционного трубопровода без утечек воздуха, $\text{к}\mu/\text{м}$; для труб типа 1А, 1Б при длине звена 20 м принимается для диаметров 0,2 м равным 7,86 $\text{к}\mu/\text{м}$, 0,3 м - 1,33 $\text{к}\mu/\text{м}$, 0,4 м - 0,304 $\text{к}\mu/\text{м}$, 0,5 м - 0,177 $\text{к}\mu/\text{м}$, 0,6 м - 0,071 $\text{к}\mu/\text{м}$, 0,8 м - 0,0161 $\text{к}\mu/\text{м}$, 1,0 м - 0,0053 $\text{к}\mu/\text{м}$;

$d_{\text{тп}}$ - диаметр трубопровода, м;

n_1 и n_2 - число поворотов трубопроводов на 90° и 45° соответственно.

Аэродинамическое сопротивление гибкого комбинированного вентиляционного трубопровода $R_{\text{тп.к}}$, $\text{даПа} \cdot \text{с}^2/\text{м}^6$, определяется по формуле:

$$R_{\text{тп.к}} = r_{\text{тп}_1} \cdot (l_{\text{тп}_1} + 20 \cdot d_{\text{тп}_1} \cdot n_1 + 10 \cdot d_{\text{тп}_1} \cdot n_2) + r_{\text{тп}_2} \cdot (l_{\text{тп}_2} + 20 \cdot d_{\text{тп}_2} \cdot n_1 + 10 \cdot d_{\text{тп}_2} \cdot n_2), \quad (5.10)$$

где $r_{\text{тп}_1}$ - соответствует $r_{\text{тп}_1}$ из формулы (5.9);

$l_{\text{тп}_1}$ - длина конечного участка трубопровода без полиэтиленового рукава, м;

$d_{\text{тп}_1}$ - диаметр конечного участка трубопровода без полиэтиленового рукава, м;

$r_{\text{тп}_2}$ - удельное аэродинамическое сопротивление трубопровода с полиэтиленовым рукавом; принимается равным для диаметра трубопровода 0,6 м - 0,0194 $\text{к}\mu/\text{м}$; 0,8 м - 0,0046 $\text{к}\mu/\text{м}$; 1,0 м - 0,00153 $\text{к}\mu/\text{м}$;

$l_{\text{тп}_2}$ - длина участка трубопровода с полиэтиленовым рукавом, м;

$d_{\text{тп}_2}$ - диаметр участка трубопровода с полиэтиленовым рукавом, м.

Выбор вентилятора местного проветривания

Для проветривания выработок используют электрические осевые вентиляторы местного проветривания (типа ВМ, СВМ) и пневматические типа ВПМ.

В настоящее время изготавливают в основном регулируемые вентиляторы, что позволяет уменьшить их напор в начальной стадии проведения с целью экономии энергии.

Трубопроводы:

- гибкие прорезиненные типа М Ø400, Ø500, Ø600 мм; длина рукава 5, 10, 20 м;

- металлические тех же диаметров; длина звена 3 м.

Тип вентилятора местного проветривания выбирается по расчётным параметрам $Q_{\text{вент}}$ и $h_{\text{вент}}$ путём их нанесения на его аэродинамическую характеристику.

Аэродинамические характеристики промышленных вентиляторов приведены в [5].

Расчетная точка должна попасть в область работы выбранного вентилятора. Если расчетные параметры выходят за пределы аэродинамической характеристики, то следует выбирать более мощный вентилятор.

В соответствии с требованиями [3] вентилятор для проветривания строящейся тупиковой выработки устанавливается в эксплуатируемой выработке, проветриваемой за счет общешахтной депрессии, со стороны свежей струи. Вентилятор не должен отбирать более 70% воздуха, проходящего по эксплуатируемой выработке.

Тема 2. Буровзрывная технология строительства горизонтальных полевых выработок
Лекция 6: **Временное крепление. Погрузка породы: классификация породопогрузочных машин, средства транспортирования**

Крепь существует двух видов:

- призабойная предохранительная;
- непосредственно крепь выработки.

Крепь призабойную предохранительную устанавливают между забоем и постоянной крепью. Её протяжённость не более 3 м.

Назначение - предотвращение травмирования проходчиков в забое при отслаивании от кровли выработок кусков породы, что чаще всего возникает при БВР.

Представляет собой настил из древесных щитов толщиной 50 и шириной 400 мм, уложенных вплотную на металлических трубах, выдвинутых под забой и подвешенных к временной или постоянной крепи при помощи хомутов. Может быть шагового типа.

Должна крепиться не менее чем к трем ранее установленным рамам. При других типах крепи возможно её передвижение по монорельсу. В этом случае оснащается лебёдками для передвижения и гидродомкратами для распора верхняка.

В условиях большого первичного давления после образования обнажения целесообразно использовать временную податливую крепь. В зоне установившегося давления заменяется постоянной. Затяжка кровли и стен выработки может быть сплошная металлическая решетчатая, сетчатая, деревянная.

Временная крепь – крепеустановщик конструкции кафедры.

Для изучения технологии возведения временной крепи изготовлен действующий макет крепеустановщика облегченной конструкции (рис.6.1). Технические характеристики крепеустановщика: материал изготовления – металлические трубы из Ст.5 диаметром $\frac{3}{4}$ " ; вес 12 кг; грузоподъемность 580 кг.

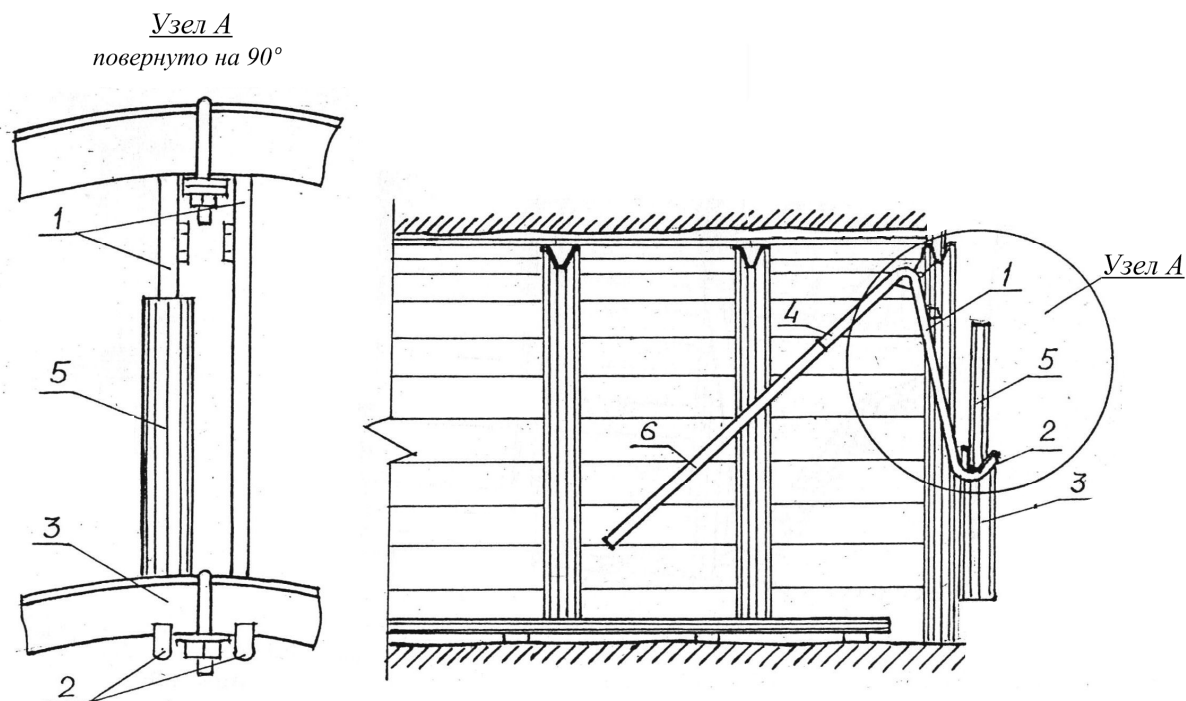


Рисунок 6.1 – Конструкция крепеустановщика облегченной конструкции:
1 - жесткие консоли; 2 - жесткий захват; 3 - поднимаемый верхняк – временная крепь;
4 - хвостовая часть; 5 - деревянная стойка, установленная в «подстаканник»
на поднимаемом верхняке; 6 - рычаг для подъема верхняка.

Крепеустановщик усиленной конструкции

На рис.6.2 изображен крепеустановщик усиленной конструкции. Технические характеристики крепеустановщика: материал изготовления – металлические трубы из Ст.5 диаметром $\frac{3}{4}$ " и $\frac{1}{2}$ " (для выдвижных частей); вес 16 кг; грузоподъемность 1580 кг.

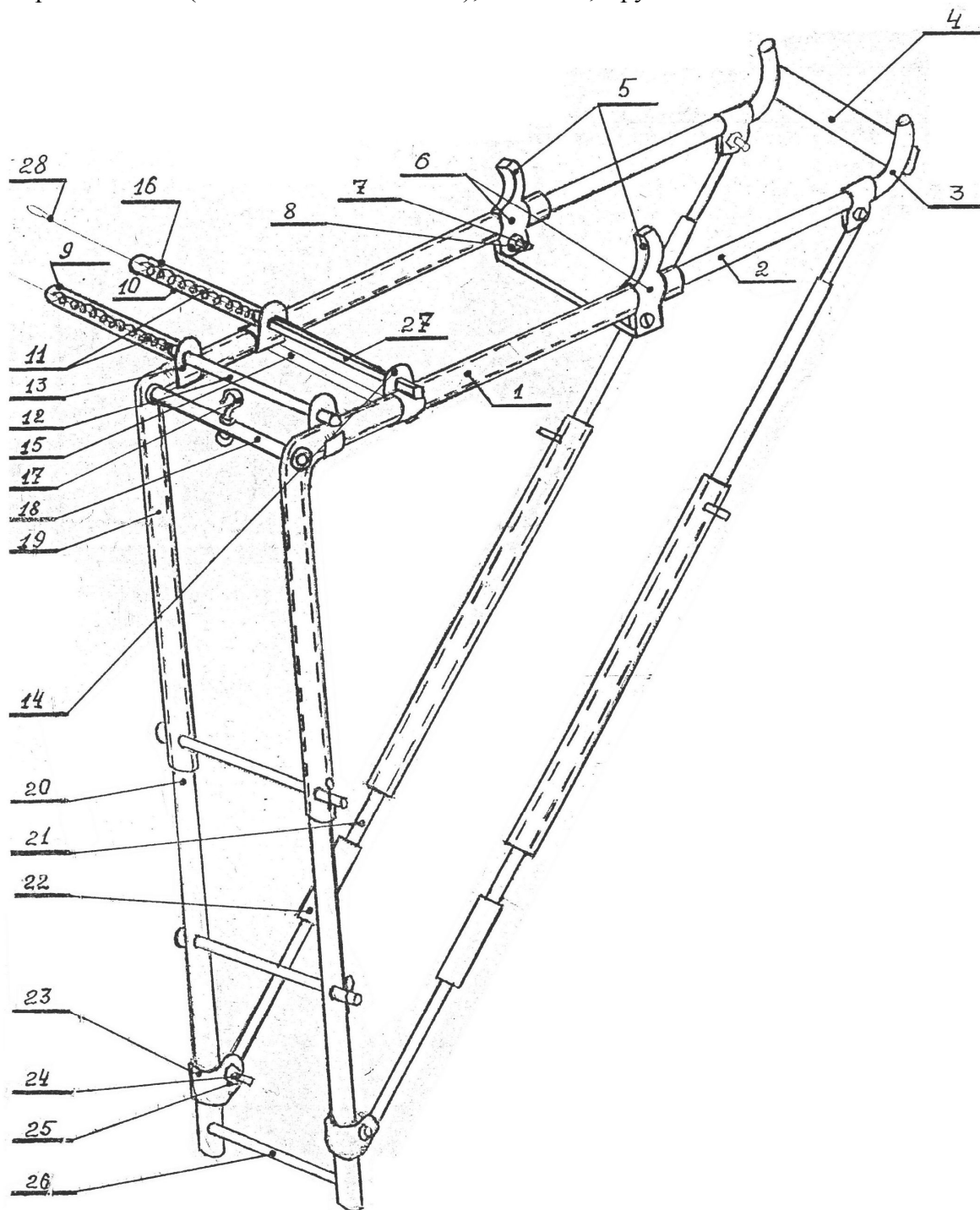


Рисунок 6.2 - Крепеустановщик усиленной конструкции

Он состоит из следующих основных узлов: 1- жесткая консоль; 2 – выдвижная телескопическая консоль; 3 – жесткий захват; 4 – распорка; 5 – плавающий захват; 6 – хомут; 7 – болт стяжной; 8 – гайка; 9 – жесткий замок; 10 – плавающий замок; 11 – пружина; 12 – палец; 13 – неподвижная проушина; 14 – подвижная проушина; 15 – распорка; 16 – корпус замка; 17 - гарнирно-поворотный крюк; 18 – поворотная трубка; 19 – жесткая лестница; 20 – выдвижная телескопическая лестница; 21 – подкос; 22 – фаркопф; 23 – хомут; 24 - стяжной болт; 25 – гайка; 26 – ступенька; 27 – клин; 28 – трос.

Крепеустановщик подвешивают на хомуте с планкой, установленном на середине верхняка ближней к забою рамы постоянной крепи, которую на этот период рекомендуется усиливать. Подвеска производится со стороны взорванной породы. При необходимости следует использовать лестницу.

Подвеска производится при помощи шарнирно-поворотного крюка 17. Он шарнирно соединен с поворотной трубкой 18, что позволяет разворачивать крепеустановщик как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях. Крюк представляет собой стержень, один конец которого имеет цилиндрическую или призматическую головку диаметром, большим, чем отверстие в поворотной трубке, это предотвращает срыв крепеустановщика. Другой конец загнут под углом, необходимым для охвата хомута, на котором подвешен крепеустановщик. Диаметр крюка рассчитывается в зависимости от типоразмера верхняка. Поворотная трубка также с одной стороны имеет утолщенную головку, а с другой – шпильку. Для улучшения условий работы этого узла в местах входа/выхода поворотной трубки из жесткой лестницы 19 варивают трубки.

Погрузка породы

ПБ: Перед началом погрузки забой приводят в безопасное состояние:

- осматривают и ремонтируют повреждённую при взрыве призабойную крепь;
- обстукивают и обирают кровлю и стены (кровлю не поливать);
- отваливают нависающие куски породы;
- выдвигают вплотную к забою временную крепь;
- разбивают негабаритные куски породы.

Убирают породу с помощью погрузочных машин, скреперов; а при невозможности их применения - вручную. Для этого необходимо перед взрыванием настлать на почву металлические листы, а также использовать лёгкие перегружатели для уменьшения высоты бросания.

В выработках с $f > 6$, а также небольшой протяжённости (с учётом необходимости отгона на безопасное расстояние) используют погрузочные машины ковшового типа периодического действия: ППН, ППВ.

П - погрузочная, П - периодического действия, Н - с нижним и В - с верхним захватом породы. Их техническая производительность 40-75 м³/ч.

Ковшовые машины подразделяются на два типа:

- прямой погрузки - порода с почвы грузится непосредственно в вагонетки (ППН – 1, рис.6.3; ЭПМ - 2; ППН - 2м; ППН - 2 г - гусеничная, ППН - 3);
- ступенчатой погрузки, (порода с почвы выработки подаётся на перегружатель, а затем в вагонетку: ППМ – 4У, рис.6.4; 1ППН – 5э(п); 2ППН – 5э(п)).

Область применения машин ковшового типа.

Ковшовые машины *прямой погрузки* применяют в выработках небольшой протяжённости при любой f с кусками не более 400 мм. Фронт погрузки 2,0-2,8 м. Применяют преимущественно для однопутевых выработок.

Ковшовые машины *со ступенчатой погрузкой* имеют фронт погрузки 4,2-4,8м и рекомендуется преимущественно для проведения двухпутевых выработок при кусковатости пород до 400 мм. У них меньшая высота подъёма ковша. ПНБ - породопогрузочные, непрерывного действия с боковой погрузкой.



Рисунок 6.3- Погрузочная машина ППН-3А

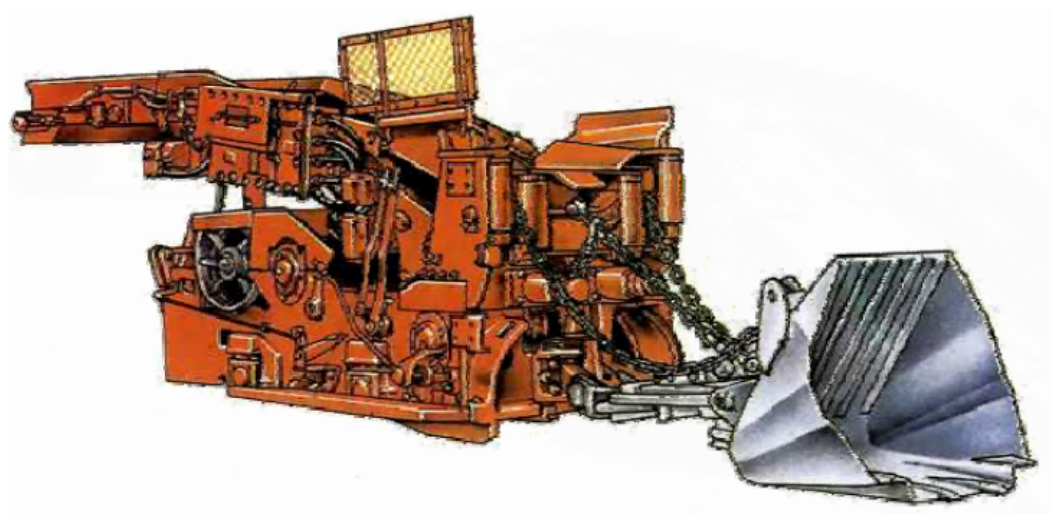


Рисунок 6.4- Погрузочная машина ППМ-4У

Машины непрерывной погрузки (ПНБ) с нагребными лапами и боковым захватом породы по массе подразделяются на:

лёгкие: 1ПНБ-1 $f < 6$, крупность кусков до 350 мм, производительность до 90 м³/ч, работает при углах наклона выработки до 12°;

средние: МП2 (рис.6.5), 1ПНБ-2; 2ПНБ-2; $f < 6$ (8); кусковатость до 400 мм, производительность 120 м³/ч, $\alpha < 12^\circ$ (1ПНБ-2у, $\alpha < 18^\circ$);

тяжёлые: ПНБ – 3Д2; ПНБ - 4; $f < 16$, кусковатость - до 600 мм; производительность до 180-240 м³/ч, $\alpha < 12^\circ$.

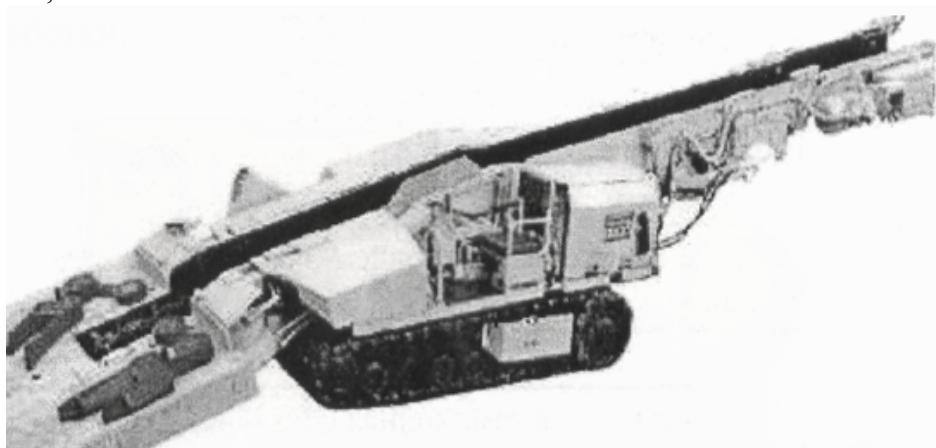


Рисунок 6.5- Погрузочная машина МП-2

Машина погрузочная МП2 (рис.6.5) с нагребными лапами предназначена для механизации процесса погрузки в вагонетки и на конвейере горной массы с коэффициентом крепости пород до $f \leq 12$ по шкале профессора М. М. Протоdjякононова, разрыхленной буровзрывным способом, с размером кусков в наибольшем измерении не более 500 мм. Машина применяется при проведении горизонтальных и наклонных до $\pm 12^\circ$ горных выработок сечением в свету 5,4 м.кв. и более в шахтах опасных на газу и пыли, а также для погрузки горной массы в очистных камерах, на поверхности и угольных складах.

Климатическое исполнение машины У5 по ГОСТ 15150-69. Интервал значений температуры воздуха при эксплуатации от $+5^\circ$ до $+35^\circ\text{C}$.

Вид машины погрузочной тяжелого типа приведен на рис.6.6.



Рисунок 6.6- Погрузочная машина ПНБ-3Д2

Буропогрузочные - 1ПНБ - 2Б, 2ПНБ - 2Б, БПР (производства Новогорловского машиностроительного завода БУР, рис.6.7) имеют навесное бурильное оборудование.

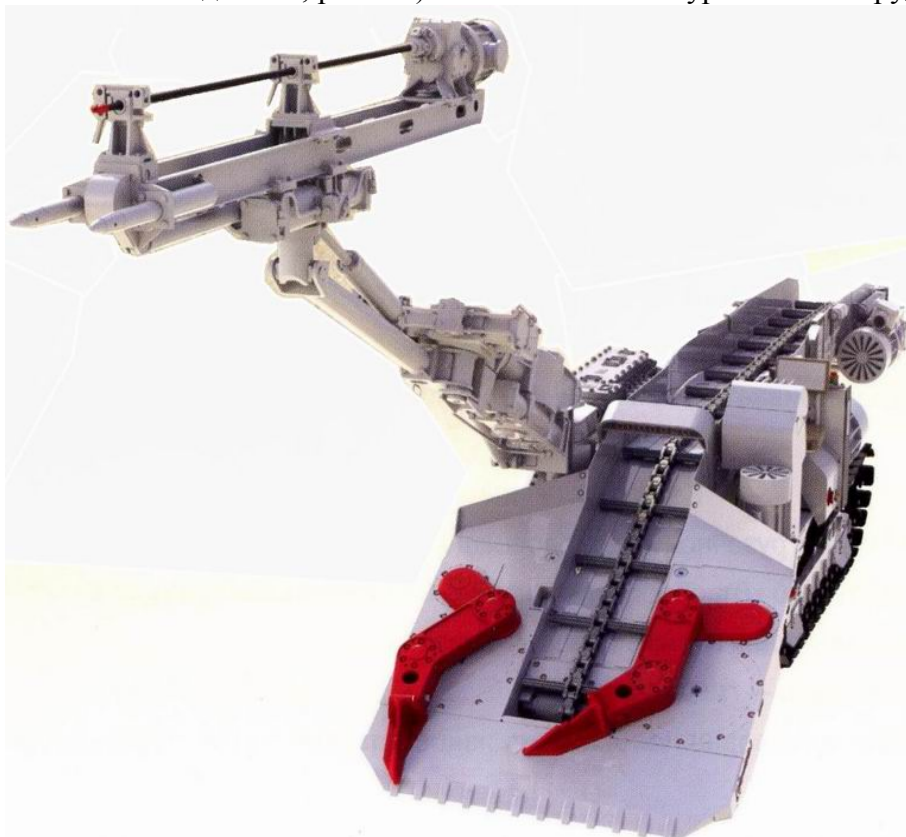


Рисунок 6.7- Буропогрузочная машина на гусеничном ходу БПР

Ковшовая поддирочно-погрузочная машина МППк

Машина (рис.6.8) предназначена для механизации процесса поддирки и погрузки горной массы с максимальным пределом прочности пород при одноосном сжатии ($f=3-4$ ед.) в горизонтальных и наклонных ($\pm 12^\circ$) выработках шахт, опасных по газу и пыли. Климатическое исполнение машины У категории размещения 5 по ГОСТ 15150. Рабочее напряжение питающей сети - 660В, номинальная частота тока 0 50 Гц.

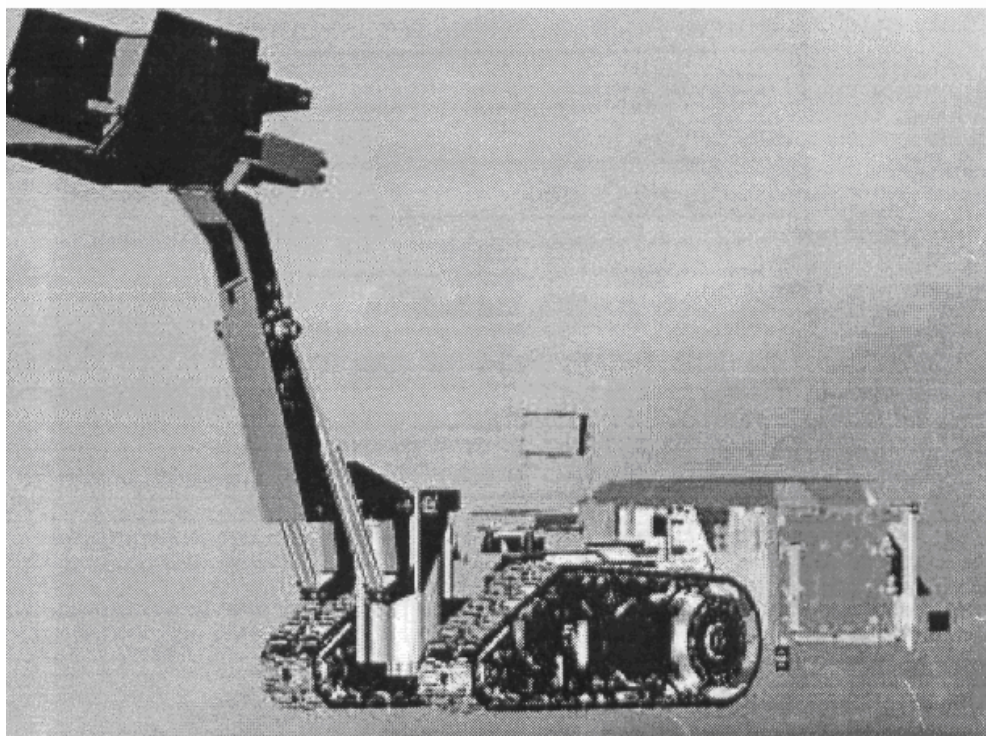


Рисунок 6.8 - Ковшовая поддирочно-погрузочная машина МППк

Ковшовая поддирочно-погрузочная машина МППк является вариантом исполнения машины поддирочно-погрузочной МПП и разработана на базе единого транспортно-энергетического модуля. Применение ковшовых поддирочно-погрузочных машин позволяет в 3,0-3,5 раза повысить производительность труда, исключить ручную погрузку породы и зачистку почвы. Следует отметить компактность машин, высокую маневренность, простоту управления и надежность в эксплуатации. Применение оригинальной телескопической стрелы позволяет расширить зону выемки и увеличить наполняемость ковша, а также использовать машину для выполнения других операций. В конструкции предусмотрены элементы строповки для подъема и перемещения отдельных грузов, а также для использования при такелажных работах.

Машина поддирочно-погрузочная МПП с резцовым исполнительным органом

Машина (рис.6.9) предназначена для механизации процесса поддирки и погрузки горной массы с прочностью пород 50-60 МПа и абразивностью до 15 мг в горизонтальных и наклонных ($\pm 12^\circ$) выработках шахт, опасных по газу и пыли. Аналогов нет, машина создается впервые. Климатическое исполнение машины У, категории размещения 5 по ГОСТ 15150. Рабочее напряжение питающей сети -660В, номинальная частота тока 0 50 Гц.

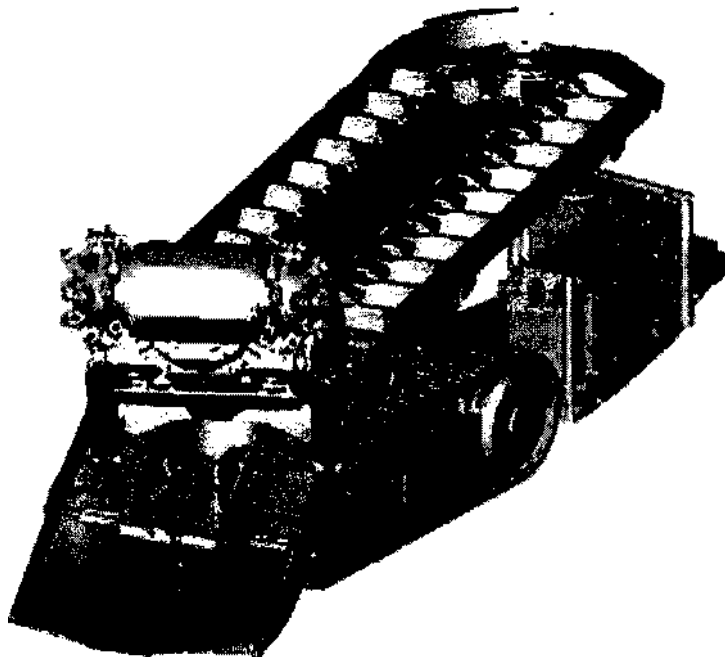


Рисунок 6.9 - Машина поддирочно-погрузочная МПП с резовым исполнительным органом

Погрузочно - транспортные машины ПТ - 3, ПТ - 4 (рис.6.10) ковшем загружают горную массу в свой бункер, которую затем транспортируют к месту разгрузки.

Погрузочно - доставочные машины ПД - 2, ПД - 3, ПД - 5 транспортируют горную массу к месту погрузки в ковше.



Рисунок 6.10 - Погрузочно-транспортная машина ПТ-4

ПТ и ПД используют при строительстве выработок малой длины, сложной конфигурации и небольшой площади сечения, на сопряжении ствола с околоствольным двором, при строительстве технологической части протяжённых выработок.

Скреперы применяют в выработках сложной конфигурации, при больших углах наклона и водопритоках. Уступают породопогрузочным машинам по производительности, более громоздки. Производительность зависит от длины скреперования, ёмкости ковша, типа скреперной лебедки, вида транспорта. Скреперную доставку в горных выработках проектируют с учетом следующих условий применения: длина скреперования – 6–100 м; угол наклона выработки – не более 35°; высота выработки – не менее 1,5 м.

Скреперная установка (рис.6.11) состоит из головного (1) и хвостового (4) канатов, скрепера (2), блока (3), скреперного полка (5) и скреперной лебедки (6).

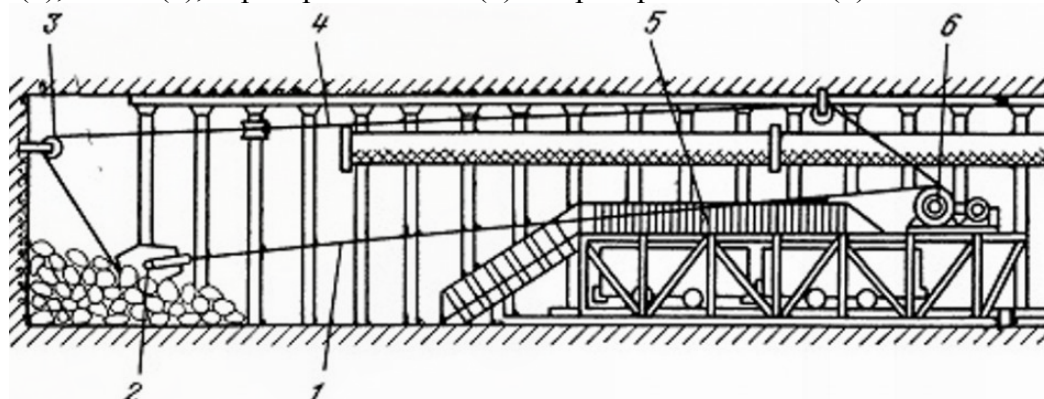


Рисунок 6.11 – Схема уборки породы скреперной установкой

Виды транспорта горной массы:

- в вагонетках (с глухим кузовом типа ВГ или донной разгрузкой типа ВД);
- в составе вагонеток, транспортируемом электровозом (аккумуляторным или контактным);
- на конвейер (скребковый типа СР-70 и СП или ленточный типа Л-80/100 и ленточный телескопический типа ЛТ-80).

При транспортировании горной массы в вагонетках коэффициент использования породопогрузочной машины составляет 0,3-0,6.

Грузопоток из забоя (средний за сутки) 2-6 м³/ч.

Для ускорения обмена груженых вагонеток на порожние применяют накладные плиты-разминовки. Для повышения производительности погрузки следует применять перегружатели, конвейеры, большегрузные вагонетки, бункер-поезда. Наиболее эффективно сочетание погрузочной машины непрерывной погрузки с конвейером.

Для загрузки состава вагонеток используют перегружатели:

- подвесные ленточные ППЛ - 1;
- порталные ППЛ - 1к; УПЛ - 2;
- консольные ПП - 1 и ПП - 2.

Требования к перегружателю: размещение всей взорванной породы в одном составе.

Такие же требования предъявляют к бункер - поездам (ПБЭ -1) и к составам саморазгружающихся вагонов ВПК - 7 (рис.6.12) или ВПК -10.

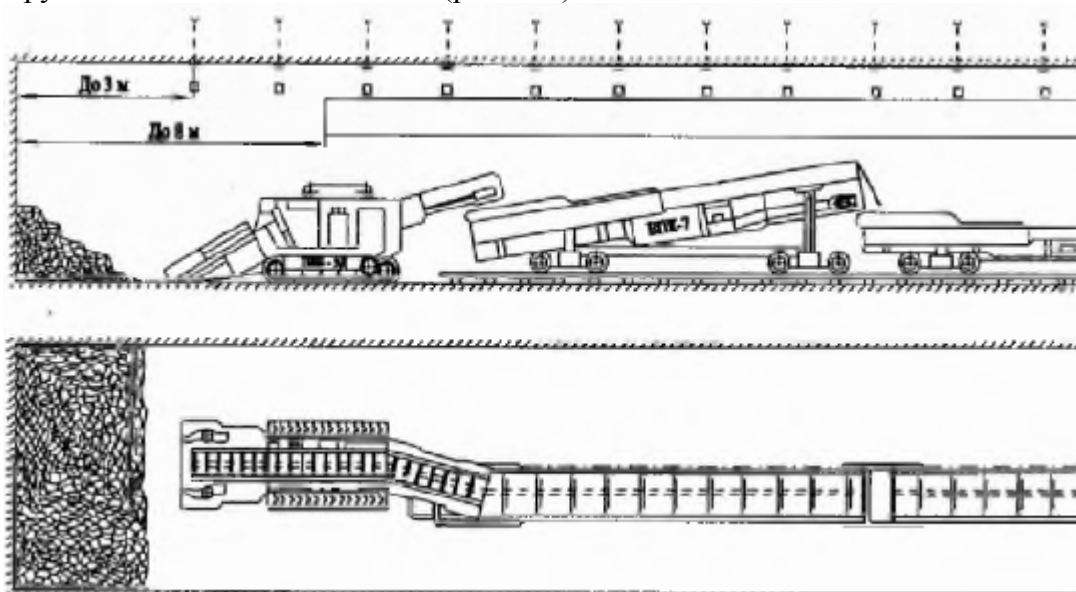


Рисунок 6.12 – Схема транспортировки горной массы с использованием ВПК-7

Тема 2. Буровзрывная технология строительства горизонтальных полевых выработок
Лекция 7: **Постоянная крепь: металлическая, монолитная бетонная, набрызгбетонная, анкерная, комбинированная. Требования ПБ. Строение рельсового пути. Вспомогательные работы. Маркшейдерский контроль**

Деревянная и металлическая крепи могут применяться в качестве временных и постоянных. Металлическая арочная и штанговая крепи могут использоваться вначале как временные, а затем как элементы постоянной крепи (при их усилении НБК или бетонной оболочкой).

Наибольшее распространение имеет крепь из специального взаимозаменяемого профиля СВП. Крепь возводят вручную или с применением крепеустановщика (лекция 6). Одновременно можно устанавливать только одну арку с затяжкой кровли и боков, а затем приступать к установке следующей. Каждую новую арку можно возводить только со стороны уже установленной и под её прикрытием.

Порядок возведения арки: зачистка лунки, установка ножек и верхняка. Железобетонная затяжка укладывается внахлестку.

Для глубоких шахт применяют кольцевые крепи.

Для облегчения установки верхняка используют манипуляторы буропогрузочных машин.

Сборную крепь из ребристых тубингов КТАМ и гладкостенных КТАГ возводят при помощи крепеукладчиков УТ - 1м (рис.7.1).

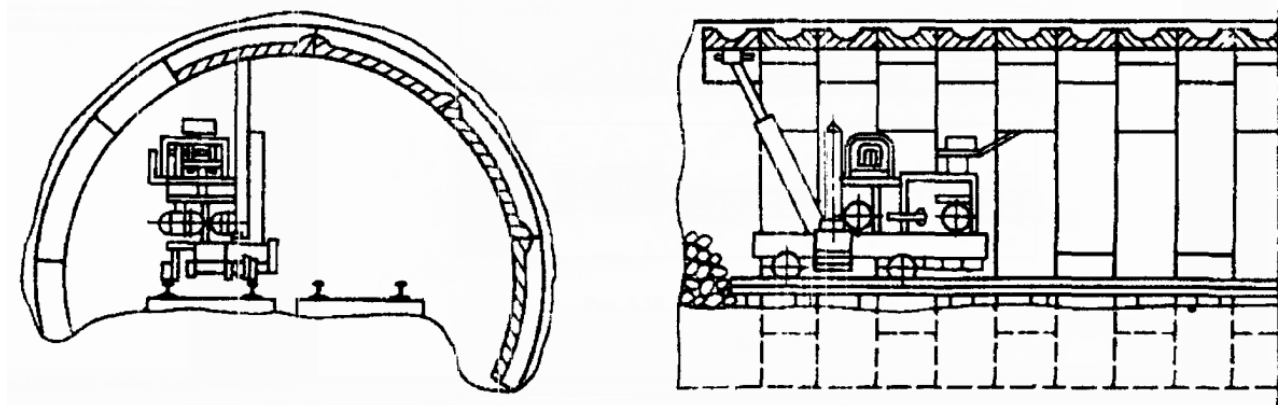


Рисунок 7.1 – Технология возведения сборной железобетонной крепи укладчиком тубингов УТ-1

Крепь из бетонных блоков возводят при помощи передвижных шаблонов на одну арку или кольцо.

Монолитная бетонная крепь предполагает установку опалубки, затем укладку бетона.

Применяют универсальные инвентарные опалубки: ОГУ-1 (для $S_{св} = 4,9-16,6 \text{ м}^2$); ОМП.

Бетонную смесь за опалубку подают бетоноукладчиком БУК-1, УБМ (рис.7.2).

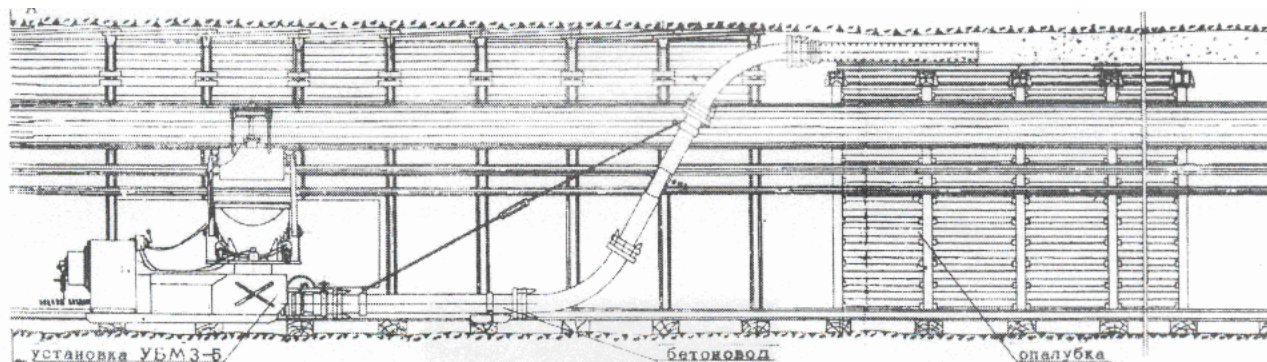


Рисунок 7.2-Комплекс оборудования «Горизонт - 1у»

Транспортирование бетонной смеси - в обычных вагонетках и спецбетоновозках конструкции ВНИИОМШСа. Поэтому при расстоянии от ствола до 200 м бетонную смесь целесообразно транспортировать с поверхности по трубам, а при больших расстояниях размещают бетоносмесительные установки под землёй.

Монолитную крепь возводят в следующем порядке: вяжут арматуру или устанавливают металлическую крепь, затем устанавливают опалубку и бетонируют.

При возведении НБК (набрызгбетонная крепь) применяют машины БМ - 60 производительностью 3 - 4 м³/ч или БМ - 68 производительностью 5-6 м³/ч.

Анкерная крепь - устанавливается с помощью БУА-3, МАП-1 или телескопических перфораторов типа ПТ. Бурят шпур, в него вставляют металлическую клинощелевую штангу и забивают ее. На штангу надевают опорную плиту и навинчивают гайку. Предварительное натяжение штанги 40-60 кН.

Полимерные штанги устанавливают в два приёма: ручным шприцем заполняют скважину раствором; затем вводят арматурный стержень с опорной плитой и навинченной гайкой. Окончательно затягивают гайки через трое суток.

Применяют также комбинированную крепь:

- НБК и анкерная;
- анкерная с металлической сеткой;
- металлобетонная.

При рамных крепях зазоры между ними перекрывают затяжкой. Виды затяжки: деревянная; железобетонная; металлическая сетчатая; тканевая (рис.7.3).

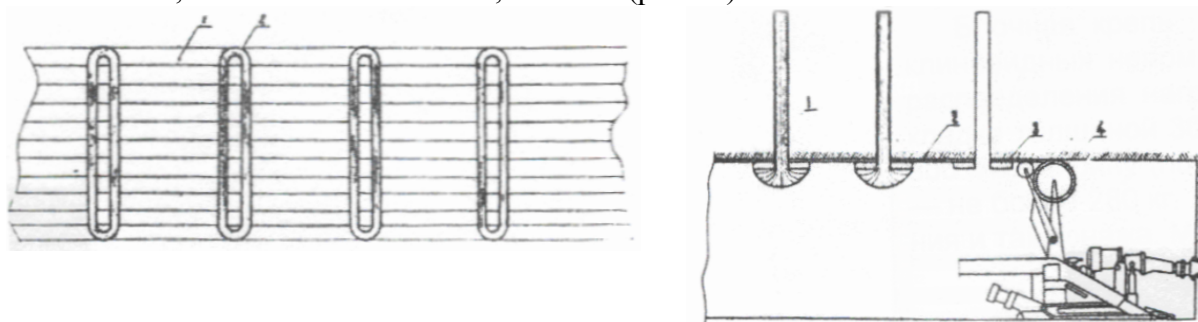


Рисунок 7.3- Внешний вид и технология установки тканевой затяжки

Технические характеристики:

Длина полосы - 50 м;

Ширина полосы – 2-3,2 м;

Масса рулона – 150-200 кг;

Диаметр рулона - 700 мм;

Масса 1 м² – 1,3 кг;

Предел прочности на растяжение полосы шириной 1м – 120-160 кН;

Предел прочности на растяжение верхняка – 40-45 кН;

Материал – стеклопластик.

Методика определения расчетной нагрузки при рамных податливых крепях

Расчётную нагрузку на рамные податливые крепи определяют по формуле:

$$P_p = K_n \cdot K_n \cdot K_{np} \cdot B \cdot P_n^H, \quad (7.1)$$

где P_n^H - нормативная нагрузка на металлическую арочную податливую крепь, кПа, принимается по графику рис.7.4;

K_n - коэффициент перегрузки (табл.7.1);

K_n - коэффициент надёжности;

K_{np} - коэффициент, учитывающий технологию проведения выработки;

B – ширина выработки в черне.

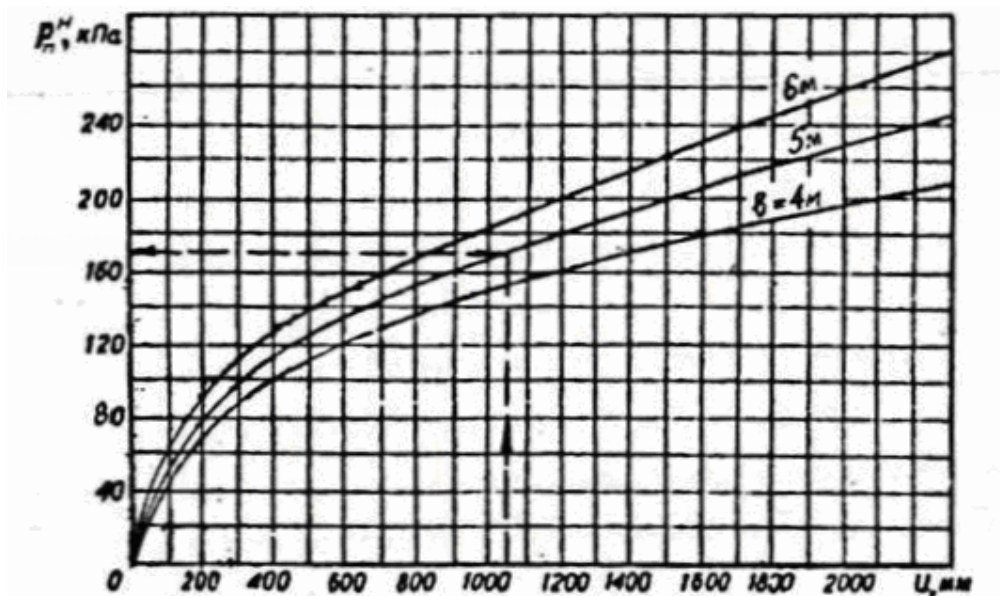


Рисунок 7.4 – График для определения нормативной нагрузки на податливую крепь

Таблица 7.1 – Значения коэффициентов K_n

Величина смещений, U , мм	Коэффициент K_n для выработок	
	главных вскрывающих	магистральных и др.
до 50	1,25	1,10
50-200	1,10	1,05
200-500	1,05	1,00
более 500	1,00	1,00

Коэффициент надежности K_n принимается для главных приствольных выработок равным 1,1; для остальных – 1,0. Коэффициент K_{np} при буровзрывной технологии проведения принимается равным 1,0; при комбайновой – по табл.7.2.

Таблица 7.2 – Значения коэффициентов K_{np}

Отношение $\frac{H_p}{R_p}$	до 16	16-20	20-25	более 25
Коэффициент	0,6	0,8	1,0	1,1

Полученная нагрузка действует на арку при расстоянии между ними, равном 1 м. Из табл.7.3 выбираем соответствующую арку. Если нагрузка превышает несущую способность арки, увеличивают плотность их установки, уменьшая шаг крепи. Перерасчет количества рам на метр, n , производят по формуле (7.2), а шаг крепи – по формуле (7.3).

$$n = \frac{P_p}{N_s}, \text{ рам/м}, \quad (7.2)$$

где N_s – несущая способность крепи, кН/арку.

$$L_{кр} = \frac{1}{n}, \text{ м}. \quad (7.3)$$

Таблица 7.3 – Рабочее сопротивление металлических арок крепи КМП-А3

Сечение арки, м ²	Типоразмер спецпрофиля и сорт стали для его изготовления	Несущая способность крепи, кН/арку		
		в податливом режиме работы с замками типа		в жестком режиме работы
		ЗСД	ЗПК	
7,6	СВП 17 Ст.5 пс 1-1 чи Ст.5 сп 1-1	180	200	297
	-	-	-	-
8,8	СВП 19 Ст.5 пс 1-1 чи Ст.5 сп 1-1	200	230	330
	СВП 17 Ст. 20Г2АФ пс	200	230	400
10,8	СВП 22 Ст.5 пс 1-1 чи Ст.5 сп 1-1	220	260	333
	СВП 19 Ст. 20Г2АФ пс	220	260	410
13,3	СВП 27 Ст.5 пс 1-1 чи Ст.5 сп 1-1	250	290	406
	СВП 22 Ст. 20Г2АФ пс	250	290	440
15,0	СВП 33 Ст.5 пс 1-1 чи Ст.5 сп 1-1	310	320	505
	СВП 27 Ст. 20Г2АФ пс	310	320	550
17,8	СВП 33 Ст.5 пс 1-1 чи Ст.5 сп 1-1	310	320	485
	СВП 27 Ст. 20Г2АФ пс	310	320	530

В соответствии со Строительными Нормами допустимые переборы породы при БВР в зависимости от коэффициента прочности породы по шкале проф. Протождяконова М.М. приведены в табл.7.4.

Таблица 7.4 - Допустимые переборы породы при БВР

$S_{вч}, м^2$	Допустимые переборы породы, %		
	$f = 1,0-1,5$	$f = 2-9$	$f = 10-20$
< 8	5	10	12
8-15	4	8	10
> 15	3	5	7

Например, если прочность пород меньше 80 МПа, то допустимый перебор породы равен 5%. Поэтому площадь сечения выработки в проходке определяется: $S_{np} = 1,05 \cdot S_{вч}, м^2$.

Для расчета паспорта БВР применяется значение площади сечения выработки вчерне $S_{вч}, м^2$. Для расчета сменной скорости проведения выработки при комбайновой технологии применяется значение площади сечения выработки в проходке $S_{np}, м^2$.

Настилка рельсового пути выполняется одновременно с проведением выработки или после. На расстоянии до 100 м от забоя допускается укладка шпал непосредственно на почву с последующей подбивкой балласта, профилировкой рельсов и проверкой колеи.

Устройство рельсового пути: толщина балласта под шпалой - 100 мм; шпала укладывается на 2/3 своей высоты в балласт (рис.7.5).

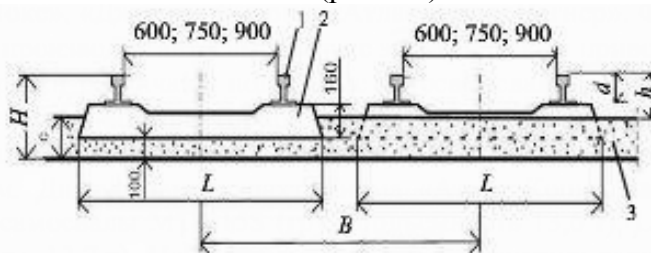


Рисунок 7.5 – Верхнее строение рельсового пути: 1 – рельс; 2 - шпала; 3 - балласт

На шпалу кладут подкладки, а на них укладывают рельс. Через отверстия в подкладках рельс крепят костылями к деревянным шпалам. Если шпалы железобетонные, то в них имеются деревянные пробки, в которые забивают костыли. По длине рельсы соединяются накладками и болтами. Для компенсации температурных изменений между рельсами по длине устраивают 5-ти миллиметровый демпфирующий зазор. Стык рельсов производят между шпалами. Расстояние между шпалами постоянного рельсового пути 700 мм, временного - 1000 мм. Длина рельсов Р24 составляет 8 м, Р33-12 м.

По мере продвижения забоя выработки укладывают временный рельсовый путь из сварных металлических звеньев длиной до 2-х м. В качестве шпал используют швеллер.

Прочие работы проходческого цикла

Канавку разделяют одновременно с проведением. Для этого бурят 1 - 2 дополнительных шпура. Затем укладывают железобетонные или деревянные лотки, их накрывают настилом.

Освещение - прожекторы на погрузочных машинах, а также светильники РП - 200. Расстояние между ними 4-12 м.

У каждого горняка имеется индивидуальный светильник.

Вентиляционные трубы и кабели - подвешивают в местах, защищённых от повреждения их подвижным составом в случае опрокидывания вагонеток.

Мягкие вентиляционные трубопроводы, подвешивают на крючьях.

Кабели держат мягкие подвески, которые в случае потери устойчивости крепи и обрушения пород отрываются. Кабель не должен ложиться на металлический трубопровод.

При бетонной, металлобетонной, сборной железобетонной крепях трубопроводы и кабели подвешивают на металлических скобах, концы которых заделывают в крепь.

Силовые кабели подвешивают по одной стороне выработки, а телефонные, сигнальные и осветительные - по другой.

Маркшейдерская служба производит контроль соответствия фактического размещения и размеров выработки техническому проекту.

Направление в горизонтальной плоскости задаётся и контролируется теодолитом, фиксируется и контролируется тремя и более отвесами.

Их располагают на расстоянии до 5 м один от другого.

Удаление от забоя реперов для отвесов - до 40 м, а при использовании лазерных указателей - до 300 м.

Отклонение оси выработки в горизонтальной плоскости не должно превышать 5 см.

Применяют лазерные указатели направления ЛУН - 3 и световые УНС.

По мере проведения выработки производятся их маркшейдерская съёмка и нивелировка. Отклонения заносят в журнал маркшейдерского контроля.

Тема 2. Буровзрывная технология строительства горизонтальных полевых выработок
 Лекция 8: **Комплексная механизация. Организация работ в проходческом забое и построение графика. Расчет комплексной нормы выработки и расценки, количественного состава бригады и производительности труда**

Комплексной называется такая механизация процессов проходческого цикла, при которой исключается применение ручных работ.

Однако, при БВР в полной мере достичь этого пока не удалось. Целесообразно говорить о комплексах горнопроходческого оборудования.

Расчеты для построения графика организации работ при БВР выполняются в следующем порядке:

- расчет или выбор длины заходки, $l_{зах}$, желательно, чтобы она была кратна шагу крепи;
- расчет объемов работ проходческого цикла;
- расчет норм выработки по работам проходческого цикла;
- расчет трудоемкостей выполняемых работ.

Расчет длины заходки

При буровзрывной технологии проведения длина заходки, $l_{зах}$, должна обеспечивать достижение месячной скорости проведения горной выработки не меньшей, чем нормативная.

Длина заходки определяется из выражения (8.1).

$$l_{зах} = \frac{V_{нр} \cdot T_{ц}}{n_{дн} \cdot T_{сут}}, \text{ м}, \quad (8.1)$$

где $V_{нр}$ - нормативная месячная скорость проведения выработки, м/мес;

$T_{ц}$ - продолжительность проходческого цикла при проведении выработки, ч (6,9 или 12 ч);

$n_{дн}$ - количество рабочих дней по проведению выработки в течение месяца (в среднем по году – 25,6);

$T_{сут}$ - количество часов по проведению выработки в течение суток, ч.

Расчет объемов работ.

Объем работ по бурению шпуров по углю равен:

$$V_{б.уг} = \sum_{i=1}^{N_{ш.уг}} l_{ш.уг_i}, \text{ м}, \quad (8.2)$$

где $N_{ш.уг}$ - количество шпуров по углю, шт.;

$l_{ш.уг_i}$ - длина i -го шпура по углю, м.

Объем работ по бурению шпуров по породе равен:

$$V_{б.п} = \sum_{i=1}^{N_{ш.п}} l_{ш.п_i}, \text{ м}, \quad (8.3)$$

где $N_{ш.п}$ - количество шпуров по породе, шт.; $l_{ш.п_i}$ - длина шпура по породе, м.

Объем погрузки угля определяется:

$$V_{п.уг} = S_{нр.уг} \cdot l_{зах}, \text{ м}^3, \quad (8.4)$$

где $S_{нр.уг}$ - площадь угольного забоя в проходке, м².

Объем погрузки породы определяется:

$$V_{н.п.} = S_{нр.п.} \cdot l_{зах}, \text{ м}^3, \quad (8.5)$$

где $S_{нр.п.}$ - площадь породного забоя в проходке, м^2 .

Объем работ по возведению металлической арочной крепи равен:

$$V_{кр} = \frac{l_{зах}}{L_{кр}}, \text{ рам}, \quad (8.6)$$

где $L_{кр}$ - расстояние между рамами крепи (шаг крепи), м.

Объем работ по настилке рельсового пути равен:

$$V_{н.рел} = l_{зах}, \text{ м}. \quad (8.7)$$

Объем работ по наращиванию скребкового конвейера определяется:

$$V_{конв} = \frac{l_{зах}}{l_{решт}}, \text{ решт.}, \quad (8.8)$$

где $l_{решт}$ - длина рештака, м.

Объемы работ по креплению водоотливной канавки, наращиванию противопожарно-оросительного и вентиляционного трубопроводов равны длине заходки:

$$V_{к.к.} = V_{н.тп} = V_{в.тп} = l_{зах}, \text{ м}. \quad (8.9)$$

Расчет норм выработки по работам проходческого цикла.

Норма выработки определяется для каждой из работ проходческого цикла следующим образом:

$$H_{\epsilon_i} = \frac{T_{см}}{H_{вр,поЕНиР}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (8.10)$$

где $T_{см}$ - продолжительность смены, 6 ч;

$H_{вр,поЕНиР}$ - норма времени по соответствующей работе из ЕНиР-36 [8], ч/ед.изм.;

K_1 - коэффициент, учитывающий применение новой техники:

$$K_1 = \frac{\Pi_{н.о.}}{\Pi_{баз.}}, \quad (8.11)$$

где $\Pi_{н.о.}$ - производительность нового оборудования, ед.изм.;

$\Pi_{баз.}$ - производительность базового оборудования, указанного в ЕНиР-36, ед.изм.;

K_2 - коэффициент, учитывающий применение новой технологии, 1,05-1,15.

Трудоемкость каждой из работ проходческого цикла рассчитывается следующим образом:

$$n'_i = \frac{V_i}{H_{\epsilon_i}}, \text{ чел.-смен}. \quad (7.12)$$

Расчет трудоемкости работ проходческого цикла
 Результаты расчетов заносятся в табл.8.1.

Таблица 8.1 – Расчет норм выработки и трудоемкости работ проходческого цикла

Наименование работы	Ед. изм.	Объем работы	Норма выработки				Трудоемкость, чел.-смен
			по ЕНиР	К ₁	К ₂	принятая	
Бурение шпуров по углю	м	$V_{б.уг}$				$H_{б.уг}$	$n'_{б.уг} = \frac{V_{б.уг}}{H_{б.уг}}$
Бурение шпуров по породе	м	$V_{б.п.}$				$H_{б.п.}$	$n'_{б.п.} = \frac{V_{б.п.}}{H_{б.п.}}$
Погрузка угля	м ³	$V_{п.уг}$				$H_{п.уг}$	$n'_{п.уг} = \frac{V_{п.уг}}{H_{п.уг}}$
Погрузка породы	м ³	$V_{п.п.}$				$H_{п.п.}$	$n'_{п.п.} = \frac{V_{п.п.}}{H_{п.п.}}$
Крепление	рам	$V_{кр}$				$H_{кр}$	$n'_{кр} = \frac{V_{кр}}{H_{кр}}$
Настилка рельсового пути	м	$V_{н.рел}$				$H_{н.рел}$	$n'_{н.рел} = \frac{V_{н.рел}}{H_{н.рел}}$
Наращивание скребкового конвейера	решт	$V_{конв}$				$H_{конв}$	$n'_{конв} = \frac{V_{конв}}{H_{конв}}$
Крепление водоотливной канавки	м	$V_{к.к.}$				$H_{к.к.}$	$n'_{к.к.} = \frac{V_{к.к.}}{H_{к.к.}}$
Наращивание противопожарно – оросительного трубопровода	м	$V_{н.тр}$				$H_{н.тр}$	$n'_{н.тр} = \frac{V_{н.тр}}{H_{н.тр}}$
Наращивание вентиляционного трубопровода	м	$V_{в.тр}$				$H_{в.тр}$	$n'_{в.тр} = \frac{V_{в.тр}}{H_{в.тр}}$
							$\sum n'_ц$

Расчет состава комплексной проходческой бригады

Явочный состав проходческого звена, $n_{яв}$, принимается путем округления до меньшего целого значения $\sum n'_ц$.

Коэффициент перевыполнения нормы выработки равен:

$$K_n = \frac{\sum n'_ц}{n_{яв}}. \quad (8.13)$$

Он должен находиться в интервале 1,03-1,25.

Явочный суточный состав проходческой бригады определяется:

$$N_{яв.сут.} = n_{яв} \cdot n_{см.раб}, \text{ чел.}, \quad (8.14)$$

где $n_{см.раб}$ - количество смен по проведению выработки в сутки, смен.

Списочный суточный состав проходческой бригады определяется:

$$N_{\text{сп.сут.}} = N_{\text{яв.сут.}} \cdot K_{\text{сп}}, \text{ чел.}, \quad (8.15)$$

где $K_{\text{сп}}$ - коэффициент списочного состава бригады, 1,6-1,8.

Расчет продолжительности работ проходческого цикла начинается с установки значения его продолжительности, T_u , в зависимости от $S_{\text{пр.}}$, $l_{\text{зах.}}$, f , угла наклона выработки, водопритока и метановыделения при проведении. T_u может равняться продолжительности одной смены (6 ч), 1,5 смен (9 ч) или 2-х смен (12 ч).

При буровзрывной технологии проведения горной выработки для определения продолжительности работ проходческого цикла необходимо рассчитывать коэффициент α . Он учитывает ненормированные (на которые нет норм времени в ЕНиР) работы проходческого цикла и определяется из выражения (8.16).

$$\alpha = \frac{T_u - t_{\text{н.с.}} - t_{\text{зар.уг.}} - t_{\text{пров.уг.}} - t_{\text{зар.п.}} - t_{\text{пров.п.}} - t_p}{T_u}, \quad (8.16)$$

где $t_{\text{н.с.}}$ - продолжительность приема-сдачи смены, 10-15 мин;

$t_{\text{зар.уг.}}$ - продолжительность заряжания шпуров по углю, мин;

$t_{\text{пров.уг.}}$ - продолжительность проветривания выработки после взрывания по углю, от 10 до 30 мин;

$t_{\text{зар.п.}}$ - продолжительность заряжания шпуров по породе, мин;

$t_{\text{пров.п.}}$ - продолжительность проветривания выработки после взрывания по породе, от 15 до 30 мин;

t_p - резервное время, от 10 до 30 мин.

Продолжительность заряжания шпуров по углю равна:

$$t_{\text{зар.уг.}} = \frac{N_{\text{ш.уг.}} \cdot t_{\text{зар}}^{\text{ш.уг.}}}{n_{\text{зар.уг.}}}, \text{ мин.}, \quad (8.17)$$

где $N_{\text{ш.уг.}}$ - количество шпуров по углю, шт.;

$t_{\text{зар}}^{\text{ш.уг.}}$ - продолжительность заряжания одного шпура, 3-5 мин;

$n_{\text{зар.уг.}}$ - количество заряжающих по углю, чел.

Продолжительность заряжания шпуров по породе равна:

$$t_{\text{зар.п.}} = \frac{N_{\text{ш.п.}} \cdot t_{\text{зар}}^{\text{ш.п.}}}{n_{\text{зар.п.}}}, \text{ мин.}, \quad (8.18)$$

где $N_{\text{ш.п.}}$ - количество шпуров по породе, шт.;

$n_{\text{зар.п.}}$ - количество заряжающих по породе, чел.

Время бурения шпуров по углю:

$$t_{\text{б.уг.}} = \frac{\alpha \cdot T_{\text{см}} \cdot n_{\text{б.уг.}}^{\text{л}}}{n_{\text{б.уг.}} \cdot K_n}, \text{ ч.}, \quad (8.19)$$

где $n_{\text{б.уг.}}$ - число проходчиков, занятых бурением шпуров по углю, чел.

Время бурения шпуров по породе:

$$t_{\text{б.п.}} = \frac{\alpha \cdot T_{\text{см}} \cdot n'_{\text{б.п.}}}{n_{\text{б.п.}} \cdot K_n}, \text{ ч}, \quad (8.20)$$

где $n_{\text{б.п.}}$ - число проходчиков, занятых бурением шпуров по породе, чел.

Время погрузки угля:

$$t_{\text{н.уг}} = \frac{\alpha \cdot T_{\text{см}} \cdot n'_{\text{н.уг}}}{n_{\text{н.уг}} \cdot K_n}, \text{ ч}, \quad (8.21)$$

где $n_{\text{н.уг}}$ - число проходчиков, занятых погрузкой угля (с учетом обслуживающих транспортную цепочку), чел.

Время погрузки породы:

$$t_{\text{н.п.}} = \frac{\alpha \cdot T_{\text{см}} \cdot n'_{\text{н.п.}}}{n_{\text{н.п.}} \cdot K_n}, \text{ ч}, \quad (8.22)$$

где $n_{\text{н.п.}}$ - число проходчиков, занятых погрузкой породы (с учетом обслуживающих транспортную цепочку), чел.

Время настилки рельсового пути:

$$t_{\text{н.рел}} = \frac{\alpha \cdot T_{\text{см}} \cdot n'_{\text{н.рел}}}{n_{\text{н.рел}} \cdot K_n}, \text{ ч}, \quad (8.23)$$

где $n_{\text{н.рел}}$ - число проходчиков, занятых настилкой рельсового пути, 3-4 чел.

Время наращивания секций скребкового конвейера:

$$t_{\text{конв}} = \frac{\alpha \cdot T_{\text{см}} \cdot n'_{\text{конв}}}{n_{\text{конв}} \cdot K_n}, \text{ ч}, \quad (8.24)$$

где $n_{\text{конв}}$ - число проходчиков, занятых наращиванием секций скребкового конвейера, 3-4 чел.

Время крепления водоотливной канавки:

$$t_{\text{к.к.}} = \frac{\alpha \cdot T_{\text{см}} \cdot n'_{\text{к.к.}}}{n_{\text{к.к.}} \cdot K_n}, \text{ ч}, \quad (8.25)$$

где $n_{\text{к.к.}}$ - число проходчиков, занятых креплением водоотливной канавки, 2-3 чел.

При возведении постоянной крепи число проходчиков меняется. Поэтому определяют трудоемкость этой работы по формуле:

$$t'_{\text{кр}} = \frac{\alpha \cdot T_{\text{см}} \cdot n'_{\text{кр}}}{K_n}, \text{ чел} - \text{ч}. \quad (8.26)$$

После определения продолжительностей работ проходческого цикла строится график организации работ на цикл с учетом технологической совместимости выполняемых работ и требований ПБ. Проверка правильности построения графика организации работ производится по формуле:

$$t'_{\text{кр}} = \sum_{i=1}^{n_{\text{яв}}} \Pi_{\text{кр}_i} \cdot t_{\text{кр}_i} \pm 1, \text{ чел} - \text{ч}.$$

Тема 2. Буровзрывная технология строительства горизонтальных полевых выработок
Лекция 9: **Социальные резервы производства. Расчет сметной стоимости и технико-экономических показателей проведения. Опыт строительства полевых выработок по буровзрывной технологии.**

Социальные резервы производства

Каждая проходческая бригада характеризуется параметрами, наиболее существенными из которых являются:

- коэффициенты: специализации, $K_{\text{сц}}$; использования квалификации, $K_{\text{ик}}$; текучести рабочих кадров, $K_{\text{тек}}$; укомплектованности бригады, $K_{\text{у}}$;

- средний подземный стаж работы проходчиков, лет.

$K_{\text{сц}}$ показывает соотношение числа месяцев работы на определенном оборудовании к общему времени работы, равному 36 мес. Рациональный интервал (0,9-1,0).

$K_{\text{ик}}$ равен отношению среднего тарификационного разряда бригады к тарифному разряду выполняемых работ. Рациональный интервал (0,9-1,1).

$K_{\text{тек}}$ характеризует стабильность коллектива и равен отношению количества уволенных в течение года к списочному составу бригады. Рациональный интервал измеряется в % и составляет 3-12%.

$K_{\text{у}}$ равен отношению фактического числа членов бригады к расчетному. Рациональный интервал (0,9-1,0).

Рациональный интервал среднего подземного стажа работы проходчиков составляет от 8 до 12 лет.

Проходческие бригады, у которых параметры находятся в рациональных интервалах, обеспечивают проведение выработок со скоростями на 15-20% большими, чем те, у которых они выходят за рекомендуемые значения.

Расчет технико-экономических показателей проведения и сметной стоимости

Расчет комплексной нормы выработки

Комплексная норма выработки в линейных единицах определяется при БВР

$$H_{\text{компл}} = \frac{l_{\text{зах}}}{\sum n_{\text{ц}}}, \text{ м/чел.-смену}; \quad (9.1)$$

при комбайновой технологии

$$H_{\text{компл}} = \frac{V_{\text{см}}}{\sum n_{\text{ц}}}, \text{ м/чел.-смену}. \quad (9.2)$$

Комплексная норма выработки в объемных единицах определяется:

$$H'_{\text{компл}} = H_{\text{компл}} \cdot S_{\text{св}}, \text{ м}^3/\text{чел.-смену}. \quad (9.3)$$

Расчет производительности труда проходчика

Производительность труда проходчика на выход в линейных единицах определяется при БВР

$$P_{\text{пр}} = \frac{l_{\text{зах}}}{n_{\text{яв}}}, \text{ м/выход}; \quad (9.4)$$

при комбайновой технологии

$$P_{\text{пр}} = \frac{V_{\text{см}}}{n_{\text{яв}}}, \text{ м/выход}. \quad (9.5)$$

Производительность труда проходчика на выход в объемных единицах определяется:

$$P_{np}^l = P_{np} \cdot S_{св}, \text{ м}^3/\text{выход}. \quad (9.6)$$

Определение затрат на проведение выработки

Вначале определяют затраты на проведение 1 м выработки по прямым нормируемым расходам (по забойным затратам):

$$C_{п.н} = C_3 + C_m + C_{м.с}, \text{ руб/м}, \quad (9.7)$$

где C_3 - затраты на проведение 1 м выработки по прямой заработной плате, руб/м;

C_m - затраты на проведение 1 м выработки по материалам, руб/м;

$C_{м.с}$ - затраты на проведение 1 м выработки по эксплуатации забойных машин и механизмов, руб/м.

Расчет C_3 осуществляется по формуле:

$$C_3 = T_5 \cdot \frac{n'_y}{l_{зах}}, \text{ руб/м}. \quad (9.8)$$

где T_5 - тарифная ставка проходчика пятого разряда, руб.

Расчет затрат по материалам, $\sum C_{m_i}$, производят на цикл (при БВР) или на смену (при комбайновой технологии) в виде табл.9.1.

Таблица 9.1 – Затраты по материалам на цикл

Материал	Расход на цикл (смену)	Процент использования	Фактический расход	Цена единицы материала, руб	Суммарные затраты, руб
Итого:					$\sum C_{m_i}$

Затраты на проведение 1 м выработки по материалам равны:
при БВР

$$C_m = 1,05 \cdot \frac{\sum C_{m_i}}{l_{зах}}, \text{ руб/м}; \quad (9.9)$$

при комбайновой технологии

$$C_m = 1,05 \cdot \frac{\sum C_{m_i}}{V_{см}}, \text{ руб/м}. \quad (9.10)$$

Расчет затрат по эксплуатации машин и механизмов производят на цикл (при БВР) или на смену (при комбайновой технологии) в виде табл.9.2.

Таблица 9.2 – Затраты по эксплуатации машин и механизмов на цикл

Машины и механизмы	Кол-во машин и механизмов	Время использования, ч	Общий расход маш.-смен на цикл (смену)	Полная цена машиносмены, руб.	Суммарные затраты на проведение, руб.
Итого:					$\sum C_{м.с.г}$

Затраты на проведение 1 м по эксплуатации забойных машин и механизмов: при БВР

$$C_{м.с.} = 1,05 \cdot \frac{\sum C_{м.с.-i}}{l_{зак}}, \text{ руб/м;} \quad (9.11)$$

при комбайновой технологии

$$C_{м.с.} = 1,05 \cdot \frac{\sum C_{м.с.-i}}{V_{см}}, \text{ руб/м.} \quad (9.12)$$

Затем определяются затраты на проведение 1 м по общешахтным расходам:

$$C_{о.ш.} = K_{о.ш.} \cdot C_{пн}, \text{ руб/м,} \quad (9.13)$$

где $K_{о.ш.}$ - коэффициент, учитывающий общешахтные расходы, 0,5-0,8.

Далее определяются затраты на проведение 1 м выработки по накладным расходам:

$$C_{н.р.} = 0,273 \cdot (C_{п.н.} + C_{о.ш.}), \text{ руб./м.} \quad (9.14)$$

Полные затраты на проведение 1 м выработки с учетом плановых накоплений определяются по формуле:

$$C_{пол} = K_{пл} \cdot (C_{п.н.} + C_{о.ш.} + C_{н.р.}), \text{ руб/м,} \quad (9.15)$$

где $K_{пл}$ – коэффициент плановых накоплений, 1,06-1,15.

Затраты на проведение всей выработки:

$$C_{выр} = C_{пол} \cdot L_{выр}, \text{ руб.} \quad (9.16)$$

Продолжительность проведения выработки:

$$T_{выр} = L_{выр} / V_{мес}, \text{ мес,} \quad (9.17)$$

где $V_{мес}$ – месячная скорость проведения выработки, м/мес.

Опыт строительства полевых выработок по буровзрывной технологии

Нормативные скорости приведены ниже.

ОД, камеры сопряжения, м ³ /мес.	400
Квершлаг, полевые штреки, м/мес.	90
Штреки по полезному ископаемому и с подрывкой породы, м/мес.	140
Наклонные выработки, сверху вниз, м/мес.	
по полезному ископаемому и с подрывкой породы	120
полевые	70
Наклонные выработки, снизу вверх, м/мес.	
по полезному ископаемому и с подрывкой породы] 20
полевые	75
Капитальные рудоспуски и восстающие, м/мес.	45

При проведении горизонтальных и наклонных выработок по буровзрывной технологии без крепи скорость следует увеличить на 30%.

Допускается уменьшение нормативной скорости при суфлярном выделении метана, горных ударах, выбросах породы и угля, прорывах воды - на 30%, при проведении выработок с обратным сводом на 20%, и при возведении в горизонтальных и наклонных выработках монолитной, бетонной или железобетонной крепи на 10%.

Средние скорости в настоящее время ниже в 1,5-2 раза. $P_{ср} = 1,0-1,1$ м/выход.

Причинами этого являются:

- усложнение горно-геологических условий (повышение газоносности, выбросоопасности, температуры вмещающих пород);
- усложнение горно-геологических условий (увеличение площади сечения,

глубины горных работ, горного давления, объёма сооружаемых горных выработок);

- недостаточный учёт социальных характеристик бригад, снижение производственной дисциплины.

О наличии резервов свидетельствуют показатели, достигнутые передовыми проходческими коллективами.

На руднике Миргалимсай (Казахстан) достигнута скорость проведения полевой выработки $V_{\text{Мес}} = 1192$ м, а через год – 1237 м.

Условия проведения:

$S_{\text{св}} = 10 \text{ м}^2$; $f = 12-14$.

Выработку проводили без крепи.

Бурение шпуров - перфораторы на пневмоподдержках.

Тип ВВ - аммонит скальный №1.

Погрузка породы производилась машиной - ПНБ - 3д.

Забой проветривали по комбинированной схеме: всасывающие вентиляторы устанавливали на металлических трубопроводах через 100-120 м, а нагнетательный на машине.

Породу грузили через ленточный перегружатель в вагонетки.

В сутки работали 4 звена по 21 человеку.

Состав звена: 11 проходчиков, 3 электрослесаря, 4 транспортных и 2 путевых рабочих, 1 взрывник.

Число шпуров - 32-35.

$T_{\text{ц}} = 65$ мин (бурение шпуров - 25 мин, зарядание и взрывание 13 мин, проветривание - 5 мин, погрузка породы - 22 мин). $P_{\text{тр}} - 9,98 \text{ м}^3/\text{выход}$.

Вывод: - технология скоростного проведения выработки и ожидаемые ТЭП в целом и по процессам должны иметь высококачественное проектное обоснование,

- организацию проходческого цикла, суточный график проведения и график строительства выработки необходимо рассчитывать с учётом возможностей проходческой техники, численного, квалификационного состава бригады, её специализации, стабильности и возраста рабочих;

- выполнением наиболее трудоёмких процессов, связанных с выемкой горной массы и транспортировкой её из забоя должны заниматься квалифицированные шахтёры с большим опытом работы по данной технологии. Это позволяет добиться полного использования забойных машин и механизмов с минимальными простоями, во время которых выполняются вспомогательные операции рабочими более низкой квалификации;

- материально-техническое обеспечение забоя, транспорт, вентиляция, энергоснабжение, водоснабжение, доставка ВМ не должны лимитировать заданный режим и ритм работы.

Тема 3. Комбайновая технология строительства горизонтальных полевых выработок
Лекция 10: **Комбайновая технология строительства горизонтальных полевых выработок. Типы комбайнов.**

Принцип действия проходческих комбайнов основан на механическом способе отделения породы от массива.

По конструкции проходческие комбайны бывают (рис.10.1):

- избирательного действия с последовательным разрушением массива по площади забоя (ГПКС-1, 4ПП-2м, П-110, П-220, КСП-22, КСП-32, КСП-35);
- роторного типа с разрушением массива по всей площади забоя (КРТ, ПК -8м, «УРАЛ - 10КСА»).

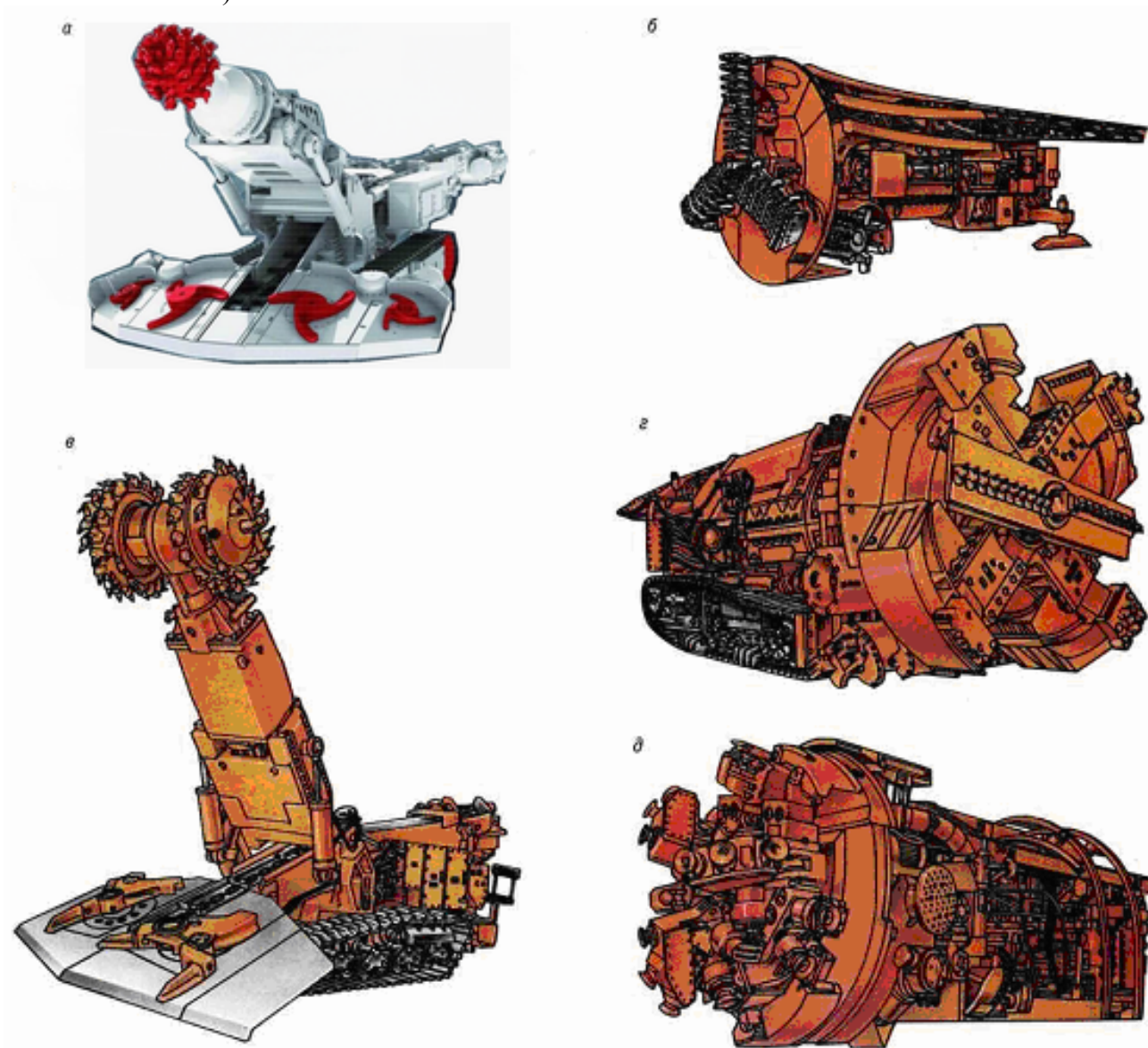


Рисунок 10.1- Проходческие комбайны: а) - со стреловидным исполнительным органом и одной резцовой коронкой (КПД); б) - с буровым исполнительным органом, образующим в массиве зарубные щели и скалывающим целики (ШБМ); в) - со стреловидным исполнительным органом и двумя боковыми резцовыми коронками (ГПКС); г) - с роторным резцовым исполнительным органом (ПК-8М); д) - с роторным шарошечным исполнительным органом (КРТ)

Для проведения выработок по мягким породам и углю применяются проходческие комбайны с широким буровым исполнительным органом (рис.10.2).

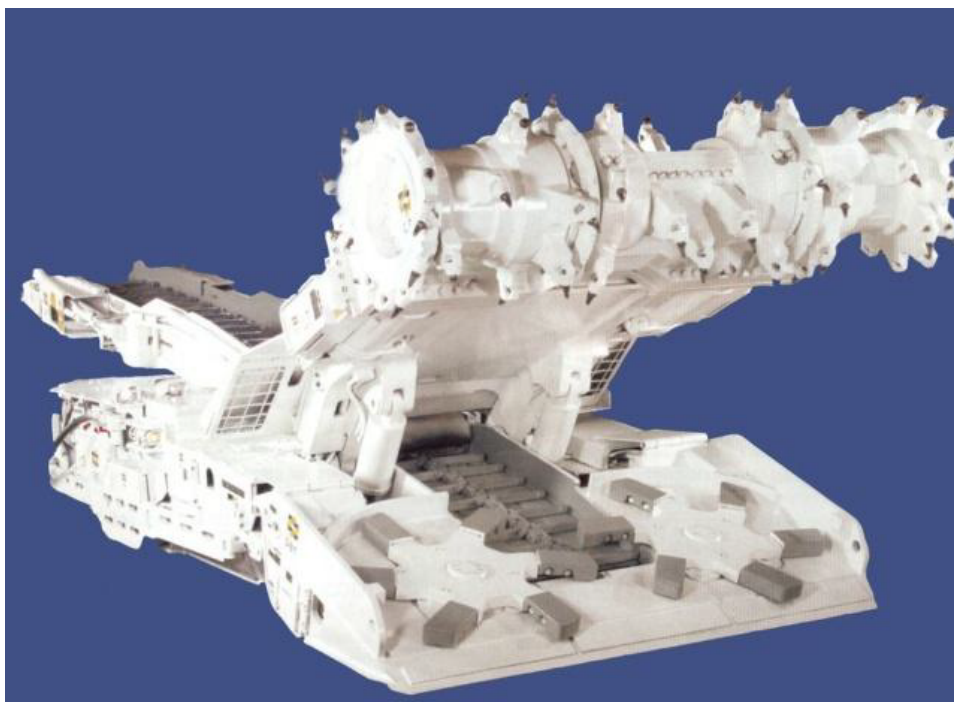


Рисунок 10.2 - Комбайн с широким буровым исполнительным органом

Ясиноватский машиностроительный завод выпускает комбайн избирательного действия 4ПП-2М. В процессе его эксплуатации были намечены следующие направления усовершенствования:

- повышение надежности гусеничного хода за счет применения узлов противотанковой техники;
 - обеспечение надежной работы в обводненных выработках за счет замены электродвигателей высокомоментными моторами на ходовой части;
 - улучшение узлов уплотнения нагребующих лап;
 - снижение высоты до 1,8 м;
 - увеличение устойчивости за счет опорного питателя вместо аутригеров.
- Они были учтены при проектировании проходческого комбайна КСП-32, у которого:
- уменьшена высота комбайна до 1,6 м;
 - увеличена в 1,3 раза производительность;
 - конструкцией предусмотрено подключение гайковетронов и гидромолотка.

Мягкую породу или уголь вынимают заходками, равными шагу крепи.

Достоинства комбайновой технологии:

- (1) процесс проведения носит непрерывный характер;
- (2) достигается высокий уровень механизации и безопасности работ;
- (3) обеспечивается большая устойчивость обнажения горных пород, не разрушается законтурный массив;
- (4) повышается в 2-10 раз средняя скорость проведения выработки по сравнению с БВР;
- (5) повышается в 2 - 6 раз производительность труда.

Наиболее высокие скорости и производительности труда достигаются при сочетании комбайна и телескопического ленточного конвейера типа 1ЛТП - 80. При отсутствии ленточного телескопического конвейера применяют комбинацию “комбайн-перегрузатель-ленточный конвейер”.

Технология строительства буровыми комбайнами

Буровые комбайны разрушают горный массив по всей площади забоя специальным инструментом: резцами, клиновыми катками, штыревыми и зубчатыми шарошками. Буровые комбайны обеспечивают проведение горных выработок со средней скоростью 15 м/сутки в породах прочностью до 160 МПа. Применение буровых проходческих комбайнов на горных предприятиях ограничивается их высокой стоимостью и значительной трудоемкостью спуска в шахту, монтажа и демонтажа комбайна, невозможностью проведения выработок с радиусом закругления менее 100 м, малой производительностью возведения крепи вслед за комбайном, необходимостью засыпки обратного свода выработки.

Отечественные буровые комбайны ПК-8М, ПК-8МА, ПКС-8М предназначены для проведения подготовительных выработок и очистных камер при подземной разработке калийных руд, «Союз-19У» – для проведения выработок по абразивным до 35 мг породам прочностью до 100 МПа.

Проходческие комбайны ПК-8М, ПК-8МА проводят выработки с углом наклона до 15° круглой и арочной форм поперечного сечения по малоабразивным породам прочностью до 40 МПа (рис. 10.3). Комбайн оснащен ручным и полуавтоматическим режимами работы. Полуавтоматический режим не требует постоянного присутствия машиниста. Исполнительный орган создает в массиве цилиндрическую полость. Арочное очертание выработке придают отрезные барабаны и бермовые фрезы, установленные по бокам комбайна. Разрушенная порода аккумулируется на почве выработки между забоем и щитом, отгораживающим призабойное пространство. С почвы порода четырьмя погрузочными ковшами на исполнительном органе перегружается на ленточный конвейер в верхней части комбайна и далее грузится в вагонетки.

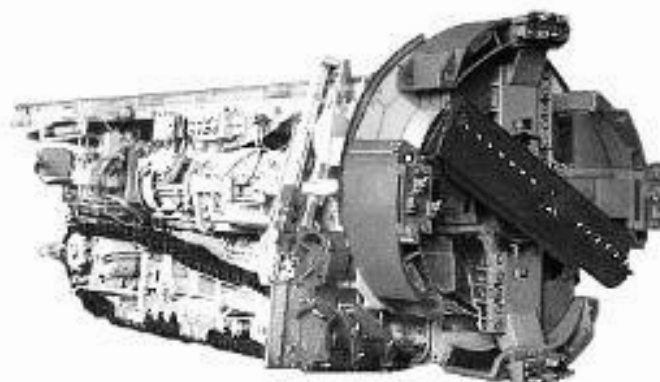


Рисунок 10.3 - Комбайн ПК-8МА

Комбайновый комплекс «Союз-19У» предназначен для проведения выработок в породах прочностью до 100 МПа (рис. 10.4). В состав комплекса входят ленточный перегружатель и телескопический ленточный конвейер ЛЛТ-80. Комбайн оборудован шарошечным исполнительным органом, лазерным указателем направления движения комбайна и телескопическим воздухопроводом. Процесс резания частично совмещается с возведением крепи. Распор в выработке, подача и маневрирование комбайна выполняется распорно-подающим устройством. «Союз-19У» обеспечил проведение выработ-

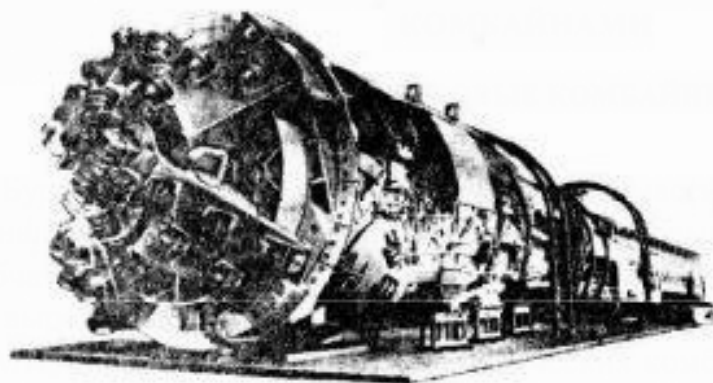


Рисунок 10.4 - Комбайновый комплекс «Союз-19У»

манья) доведены до высокого технического уровня и характеризуются большой массой (до 400 т), суммарной мощностью приводов до 1000 кВт, средней скоростью проведения 10-15 м/смену. Срок эксплуатации комбайна не менее 12-15 лет.

Существующая структура выработок на угольных шахтах не отвечает экономически эффективной области применения серийных буровых комбайнов. Для структуры горных выработок угольной шахты предпочтителен буровой комбайн для проведения выработок диаметром 5-6 м одним забоем протяженностью не менее 2 км с радиусом закругления до 50 м и с углом наклона до 18° в породах прочностью до 120 МПа. Такие выработки составля-

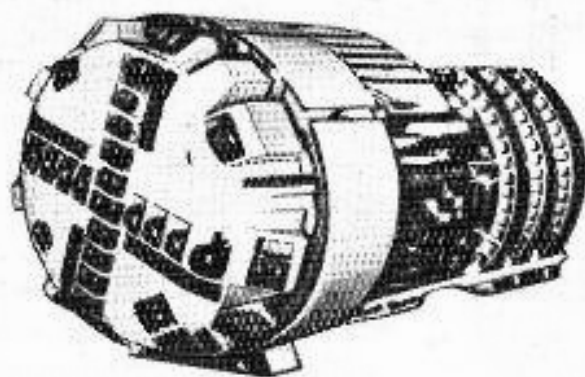


Рисунок 10.5 - Буровой комбайн

ют 80% общего объема ежегодно проводимых выработок. Фирма «Маннесман-Демаг» создала для угольной промышленности проходческий комбайн TVM50M с исполнительным органом диаметром 5,5 м, длиной 8 м, массой 180 т и мощностью приводов 740 кВт (рис. 10.5). Комбайн монтируется из модулей с максимальными размерами $1,5 \times 3 \times 8$ м при массе до 16 т, что облегчает монтаж и транспортировку в шахтных условиях. Крезь возводится с отставанием от забоя на 2 м с помощью крепеустановщика. Совмещение разрушения породного массива, транспортирование породы и частично крепления позволяет проводить выработки со скоростью 8,5-13,1 м/сутки при максимальных темпах 330-630 м/мес.

Строительство выработок с применением буровых комбайнов ведется в три этапа: подготовительные работы, механизированное проведение выработки и заключительные работы.

Первый этап включает работы по строительству монтажной и стартовой камер, организации проветривания и обеспечения энергией, доставке узлов и монтажу комбайна, проверке функционирования и заведению комбайна в стартовую камеру. Буровой комбайн монтируется в монтажной камере,

ки по песчанику со скоростью до 20 м/сутки. Экономически эффективной областью применения комплекса «Союз-19У» являются выработки протяженностью более 1 км.

Зарубежные буровые проходческие комбайны фирм «Атлас Копко», «Роббинс» (США), «Вирт», «Маннесман-Демаг» (Гер-

мания) доведены до высокого технического уровня и характеризуются большой массой (до 400 т), суммарной мощностью приводов до 1000 кВт, средней скоростью проведения 10-15 м/смену. Срок эксплуатации комбайна не менее 12-15 лет.

объем которой определяется габаритами комбайна (рис. 10.6). Обычно ширина и высота камеры составляют 7-8 м при длине 10-30 м. Например, для комбайна «Союз-19У» длина монтажной камеры равна 20 м при площади поперечного сечения в свету 20 м^2 . Крепь – монолитный бетон. Продолжительность монтажа комбайна «Союз-19У» – до 90 суток при трудоемкости работ 1400 чел.·смен. По окончании монтажа проверяется работоспособность комбайна.

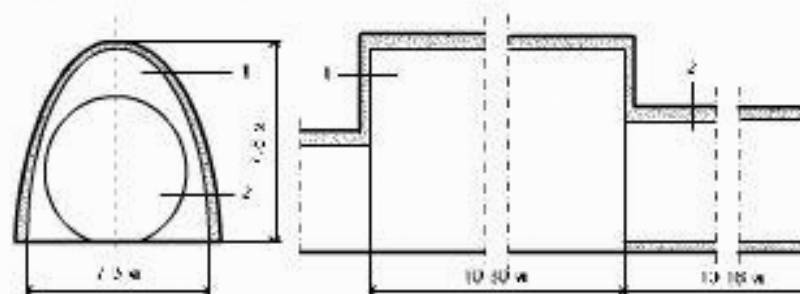


Рисунок 10.6 - Монтажная (1) и стартовая (2) камеры

Буровой комбайн заводится в стартовую камеру, откуда начинается проведение выработки. Вслед за комбайном перемещаются средства для транспортирования породы, насыпки балластного слоя, доставки и установки крепи, пылегашения и проветривания забоя, обеспечения проходческой системы энергией, приборы контроля направления проведения выработки, составом шахтной атмосферы и др. Длина проходческой системы с буровым комбайном составляет 150-200 м.

Высокие показатели проведения выработок имеют место при работе комбайна ПК-8МА в сочетании с бункер-перегрузателем БП-2 и самоходным вагоном 4ВС-10РВ. Для уменьшения простоев и повышения уровня механизации операции крепления комбайн «Союз-19У» оборудован крепемонтажным устройством и гидроподъемником.

Расчет сменной скорости проведения

Сменная скорость проведения зависит от типов проходческих комбайнов и средств транспортирования горной массы.

Расчет сменной скорости проведения горной выработки проходческим комбайном избирательного действия и конвейерном транспорте горной массы

$$V_{см} = \frac{T_{см} - t_{н-зак}}{\frac{S_{пр}}{3600 \cdot m \cdot b \cdot V_{н.макс} \cdot K_э} + \frac{T_{см}}{l_p \cdot H_p \cdot n_p} + \frac{\kappa_n \cdot T_{см}}{L \cdot H_{кр} \cdot \kappa_m \cdot n_{кр}}}, \text{ м/смену, (11.1)}$$

где $T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, 6 ч;
 $t_{н-зак}$ – продолжительность подготовительно-заключительных операций, 0,5 ч;
 $S_{пр}$ – площадь сечения выработки в проходке, м²;
 m – толщина вынимаемого слоя (зависит от диаметра исполнительного органа комбайна), м;
 b – величина заглубления исполнительного органа комбайна в массив, м;
 $V_{н.макс}$ – максимальная скорость перемещения исполнительного органа комбайна по забою выработки, 0,14-0,28 м/с;
 $K_э$ – коэффициент использования комбайна в течение смены, 0,3-0,7;
 l_p – длина рештака, м;
 H_p – норма выработки по наращиванию скребкового конвейера (определяется по ЕНиР-36 [8]);
 n_p – количество работников, занятых на наращивании скребкового конвейера, 3-4 чел.;
 κ_n – коэффициент несомещенного крепления, 0,1-0,3;
 L – расстояние между рамами крепи, м;
 $H_{кр}$ – норма выработки на крепление (определяется по ЕНиР-36 [8]);
 κ_m – коэффициент механизации крепления; при использовании механических средств для возведения крепи равен 1,05-1,15;
 $n_{кр}$ – количество проходчиков, занятых на креплении, чел.

Расчет сменной скорости проведения горной выработки проходческим комбайном избирательного действия и рельсовом транспорте горной массы

$$V_{см} = \frac{T_{см} - t_{н-зак}}{\frac{S_{пр}}{3600 \cdot m \cdot b \cdot V_{н.макс} \cdot K_э} + \frac{S_{пр} \cdot k_p \cdot \left(\frac{l}{V_{зп}} + \frac{l}{V_{нор}} + \Theta \right)}{3600 \cdot V_{сост}} + \frac{\kappa_n \cdot T_{см}}{L \cdot H_{кр} \cdot \kappa_m \cdot n_{кр}}}, \text{ м/смену. (11.2)}$$

где k_p – коэффициент разрыхления породы;
 l – длина откатки состава до разминки, 50-100 м;
 $V_{зп}$ – скорость передвижения груженого состава, 1 м/с;
 $V_{нор}$ – скорость передвижения порожнего состава, 1,5 м/с;
 Θ – продолжительность концевых операций, 180-200 с;
 $V_{сост}$ – емкость состава вагонеток под перегружателем, м³,

$$V_{сост} = \Psi \cdot n_{ваг} \cdot V_{ваг}, \text{ м}^3, \quad (11.3)$$

где Ψ – коэффициент загрузки вагонетки, 0,9;
 $n_{ваг}$ – количество вагонеток под перегружателем, шт.;
 $V_{ваг}$ – емкость вагонетки, м³.

Примеры расчета сменной скорости проведения горной выработки приведены в ПЗ№6. Сравнение технической, нормативной и фактической скоростей позволяет выявить резервы повышения скорости.

Организация работ

Предусматривается:

3 - смены по проведению выработки,

1 ремонтно-подготовительная.

В ремонтно-подготовительную смену заполняют накопитель крепеукладчика верхняками и заряжают кассеты рулонами с сетчатой или стекловолоконистой затяжкой. В забой доставляют элементы крепи, резцы, рештаки, трубы и прочие материалы, проверяют техническое состояние комплекса, устраняют неполадки, наращивают трубы, конвейеры, рельсовые пути и перемещают к забою рельсовые коммуникации.

Особенностью графика организации работ при выемке горной массы комбайном избирательного действия является его ступенчатая форма. Она обусловлена необходимостью остановки комбайна после выемки горной массы на шаг крепи и установкой арки постоянной крепи.

Количество перерывов в работе комбайна избирательного действия равно числу установленных рам. Продолжительность выемки горной массы на шаг крепи определяется:

$$t_b^{1P} = t_g / n_{nep}, \text{ мин,} \quad (11.4)$$

где n_{nep} – количество перерывов в работе комбайна.

Продолжительность остальных видов работ определяется так же, как и при буровзрывной технологии проведения.

График организации работ на смену при применении комбайна КСП-32 и транспортировании горной массы в вагонетках приведен на рис.11.1.

Операция, процесс	Кол-во шт	Время		1 смена, ч							
		Час	мин	8	9	10	11	12	13		
Прием, сдача смены	6	-	12	6							6
Работа комбайна	4	2	37	4	4	4	4	4			
Крепление штрека	2-6-4	5	43	2 6	2 6	2 6	2 6	2 6	4 4		
Настилка рельсового пути	2	-	55						2		
Крепление водосточной канавки	2	-	17							2	
Резервное время	6	-	5								6

Рисунок 11.1 – График организации работ при комбайновой технологии проведения
Проверка правильности построения выполняется по трудоемкости крепления.

Организация работ для комбайнов роторного типа

Рассмотрена на примере проведения выработки проходческим комплексом «Союз-19У». Их действие основано на принципе раздавливания, скалывания или резания горного массива. «Союз 19У» проводят выработку с $S_{вч} = 19 \text{ м}^2$, $f < 8(10)$.

Механизм передвижение - распорно - шагающий. Масса 280т. Мощность 900кВт. Производительность - до 10 м/смену. Состав: комбайн, перегружатель и крепемонтажное устройство.

Длина - 50 м. Для монтажа сооружают технологическую часть (стартовую выработку). $S_{св} = 25 \text{ м}^2$. В ней монтируют подъёмное устройство, передвигающееся по монорельсу $t_{монтажа} = 250$ смен (без учёта времени сооружения технологической части). Комплекс оснащён аппаратурой автоматики, обеспечивающей контроль положения комбайна в выработке и автоматическое обеспечение скорости подачи.

Исполнительный орган - торовый с тангенциальными шарошками конической формы. Центральная часть забоя разрушается лобовым забурником методом раздавливания, а остальная часть методом скалывания. Вначале выбурируется круглая выработка диаметром 5 м. Затем бермовыми фрезами ей придаётся арочная форма. Ковшами, установленными на главном исполнительном органе, разрушенная порода выдаётся из забоя на ленточный конвейер комбайна и подаётся перегружателем на другие транспортные средства. Шаг передвижки-1м. Имеются система орошения и пылеотсасывающая установка. Комплекс экономически целесообразно использовать при длине выработки 1,5 км.

Комбайном управляют машинист и два его помощника. Разрушенная порода грузится ковшами, транспортируется ленточным конвейером и удлиняющимся вслед за комбайном ленточным конвейером 1ЛТ-80 до погрузочного пункта, где непрерывно загружается в состав вагонеток. Работы по разрушению массива и уборке породы частично совмещаются с установкой крепи. Крепемонтажным устройством верхняк подается к забою и поджимается к кровле выработки. При подвигании забоя на величину шага установки рам крепи, комбайн останавливается, и за предохранительным щитом устанавливаются и соединяют стойки с верхняком крепи, укладывают затяжку, забутовывают закрепное пространство.

Во время работы комбайна выработку крепят пять проходчиков. После остановки комбайна к ним присоединяется машинист, а к двум проходчикам, производящим засыпку обратного свода выработки при работе комбайна, два помощника машиниста. Далее цикл работ повторяется.

В ремонтно-подготовительную смену выполняется профилактика проходческой системы, наращивание трубопроводов, доставка материалов, magazинирование элементов крепи. При заходке 1 м скорость проведения выработки 8 м/смену при производительности труда 0,8 м/(чел.·смену), 10,08 м³/(чел.·смену).

После проведения выработки оборудование демонтируется и перемещается на новое место. Проходческий комбайн демонтируют в демонтажной камере за 30-40 суток при трудоемкости работ 400-600 чел.·смен.

График организации работ приведен на рис.11.2.

Работы	Кол-во проходч.	Продолж. мин	Часы смены						
			1	2	3	4	5	6	
Подготовка оборудования к работе	10	20							
Работа комбайна	3	160							
Перемещение комбайна на величину захода	3	80							
Возведение крепи КМП-А3	5, 6	320							
Засыпка обратного свода, балластировка	2, 4	320							
Отдых	10	20							

Рисунок 11.2 - График организации работ при проведении выработки проходческим комплексом «Союз-19У»

Испытания проводились на ш. им. Стаханова ПО Красноармейскуголь по выбросоопасным песчаникам с $f=7-9$. Бурили опережающие скважины диаметром 100 мм длиной 30-40 м для дегазации и прогноза. За год пройдено 950 м.

Показатели:

$$V_{\text{техн}} = 2,5-3 \text{ м/ч};$$

$$V_{\text{мес}} = 140 \text{ м}; P_{\text{тр}} = 2,63 \text{ м}^3/\text{выход.}$$

Время работы составило - 6,5%.

$$N_{\text{яв}} = 4 \text{ смены по } 10 \text{ чел.}$$

КРТ - комбайн роторный торový.

Диаметр проводимой выработки 4,5 м; $S_{\text{СВ}} = 16,5 \text{ м}^2$, $V_{\text{МЕС}} = 100-130 \text{ м/мес.}$

Имеет гусеничную ходовую часть.

Высокие показатели проведения выработок достигнуты при работе комбайна ПК-8МА в сочетании с бункер-перегрузателем БП-2 и самоходным вагоном.

Роторный комбайн фирмы «Роббинс» (США) стоит – 5 млн. долларов.

Он применялся при строительстве Северо-Муйского тоннеля на БАМе. Попал в сложные горно-геологические условия. За год пройдено около 80 м.

Фирмы «VIRT», «DEMAG» (Германия) производят роторные комбайны, предназначенные для бурения транспортных туннелей, коллекторов, горных выработок круглой формы и различных диаметров.

Анализ технологических схем проведения выработок

Цель анализа - выявить резервы времени по процессам и в целом.

Грузопотоки:

$$P_{\text{max}} = n_m P_n, \text{ м}^3 / \text{ч},$$

$$P^1 = k_5 n_m P_n, \text{ м}^3 / \text{ч},$$

$$P_{\text{ср}} = \frac{V_{\phi} S_{\text{n.p.}} k_p}{m t_c}, \text{ м}^3 / \text{ч}, \quad (11.5)$$

где n_m - число комбайнов или погрузочных машин, работающих непосредственно в забое;

P_n - техническая производительность проходческого комбайна по погрузке или погрузочной машины, $\text{м}^3/\text{ч}$, горной массы в разрыхленном состоянии;

k_5 - коэффициент отношения времени погрузки к продолжительности смены;

V_{ϕ} - фактическая среднемесячная скорость проведения выработки, м/мес;

m - среднее число рабочих дней в месяце, 25,6.

Разница ($P_{max} - P^I$) показывает резерв наращивания грузопотока в течение смены за счет сокращения времени на все процессы и операции.

Разница ($P^I - P_{cp}$) - резерв для наращивания грузопотока в течение месяца путем снижения простоев и других непроизводительных затрат времени.

Расчетные и достигнутые скорости проведения штреков по комбайновой технологии подтверждают эффективность применения современного серийного оборудования, позволяющего достичь без дополнительных материальных затрат $V_{cp}=500$ м/мес, что в 3-4 раза выше, чем в настоящее время.

1. Для машинистов проходческих комбайнов и их помощников рекомендуется ввести квалификационную классность (I, II, III класс), с учетом которой оплачивать труд рабочих.

Классность должна зависеть от знания техники, накопленного опыта, высоких показателей труда и овладения смежными профессиями.

2. Необходимо стремиться к полной конвейеризации транспортировки породы от забоя до ствола.

3. Если предусматривается перегрузка горной массы с конвейера в вагонетки, то на ее месте следует устанавливать аккумулирующий бункер.

4. Материалы в забой доставлять по монорельсовой дороге (4ДМК, 6ДМК);

5. Металлическую арочную крепь возводить с помощью крепеукладчиков КПМ или СКУ.

6. В соответствующих горно-геологических условиях применять более технологичные виды крепи: анкерную, комбинированную.

7. Применять эффективные средства проветривания и охлаждения воздуха.

8. Специализировать проходческие бригады только по буровзрывной или комбайновой технологии. При этом ТЭП улучшаются на 15-20%.

9. Учитывать социальные факторы, характеризующие бригаду.

Тема 3. Комбайновая технология строительства горизонтальных полевых выработок
Лекция 12: Комбайновая технология строительства штреков по тонким пластам угля узким забоем. Область применения. Показатели и передовой опыт.

При проведении штреков по тонким пластам угля узким забоем при прочности пород не более 60 МПа целесообразно применять проходческие комбайны избирательного действия. Это позволяет осуществить раздельную выемку угля и породы, а также разделить грузопотоки непосредственно в проходческом забое.

На рис. 12.1 приведены рациональные схемы разрушения исполнительным органом комбайна избирательного действия, которые охватывают широкий диапазон прочностных свойств пород.

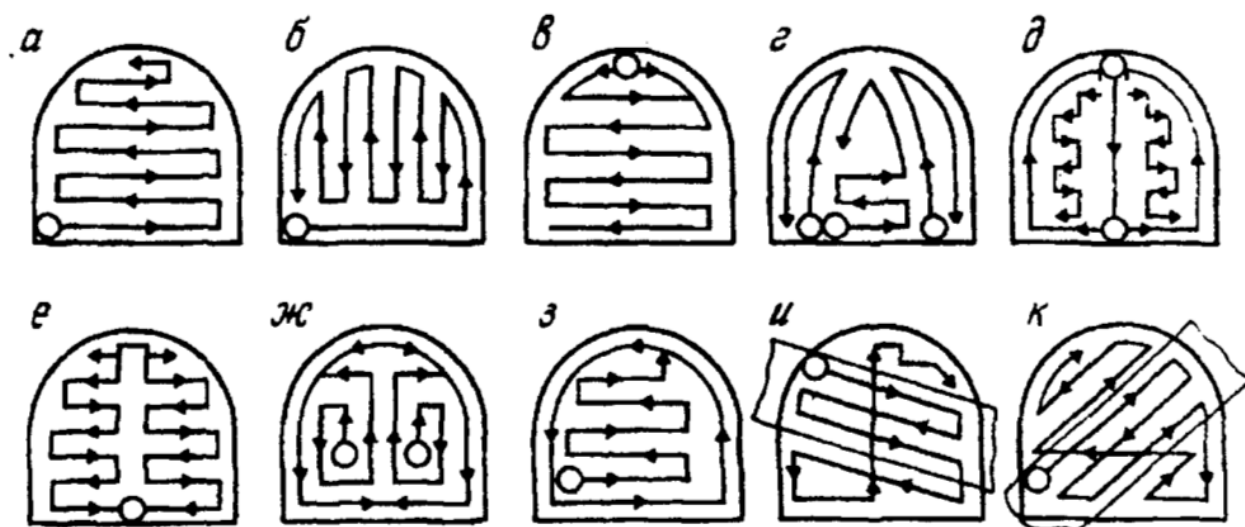


Рисунок 12.1 - Технологические схемы разрушения забоя выработки исполнительным органом комбайна при различных структурах массива

В однородных породах режущую коронку перемещают к направлению трещиноватости (рис. 12.1, а, б). При слабых породах кровли выработки разрушение забоя производят сверху вниз или сначала вынимают центральную зону, а затем боковые части (рис. 12.1, в, г). При больших сечениях выработки в слабых и слоистых породах сначала оконтуривают выработку, затем делают вертикальный врез и в последнюю очередь разрабатывают ядро забоя (рис. 12.1, д). Если площадь сечения выработки больше зоны действия с одной стоянки комбайна, то сначала обрабатывают одну, а затем оставшуюся часть забоя (рис. 12.1, е). По породам с $f < 6$ применяют схему с двумя врезами в центральной части забоя (рис. 12.1, ж). Для точного оконтуривания сечения выработки при обработке забоя вертикальными и горизонтальными резцами по периметру ее оставляют целик толщиной около двух третей диаметра коронки, который разрушают последним (рис. 12.1, з). При проведении выработок по смешанному забою направление перемещения режущей коронки совпадает с направлением слоистости пород, выбирая при этом сначала слабый слой, а затем разрушают оставшуюся часть забоя (рис. 12.1, и, к).

Максимальная глубина вреза режущей коронки в забой равна 0,5-0,7 ее длины. Ширина вреза изменяется от нескольких сантиметров до диаметра коронки. Величину заходки принимают равной шагу установки крепи. При устойчивой кровле выработки заходка может быть больше шага установки крепи, но не более 2 м.

Часто встречаются выбросопасные пласты угля. В этом случае используется проходческий комбайн 4ПП-2Щ. 4ПП-2Щ Ясиноватского машиностроительного завода предназначен для механизированного проведения подготовительных выработок по выбросоопасным угольным пластам малой и средней мощности (до 1,2 м) с горизонтальным, пологим и крутым залеганием.

Наличие специальной удлиненной коронки дает возможность получать разгрузочную полость в породной части забоя. Имеются средства повышения устойчивости комбайна. Встроенная система орошения с подачей воды под резцы и пылесос значительно уменьшают запыленность воздуха на рабочих местах и по всей выработке. Испытания и опыт эксплуатации комбайна 4ПП-2Щ показали эффективность комбайнового способа проходки с образованием разгрузочных полостей.

Для транспортировки горной массы и разделения грузопотоков угля и породы применяют перегружатели.

Ферма 2 перегружателей УПЛ-2, УПЛ-2М опирается на переднюю тележку 1 и заднюю тележку-портал 3 (рис. 12.2). Опоры портала поворачиваются относительно вертикальной своей оси на 180° . В рабочем положении опоры портала перемещаются по дополнительному рельсовому пути по бокам основного пути и переносятся вслед за продвижением забоя. Для перевода перегружателя в транспортное положение с помощью двух ручных гидравлических домкратов 4, закрепляемых на последней секции фермы перегружателя, приподнимается ферма 2, опоры портала поворачиваются относительно своих осей и опускаются на основной рельсовый путь.

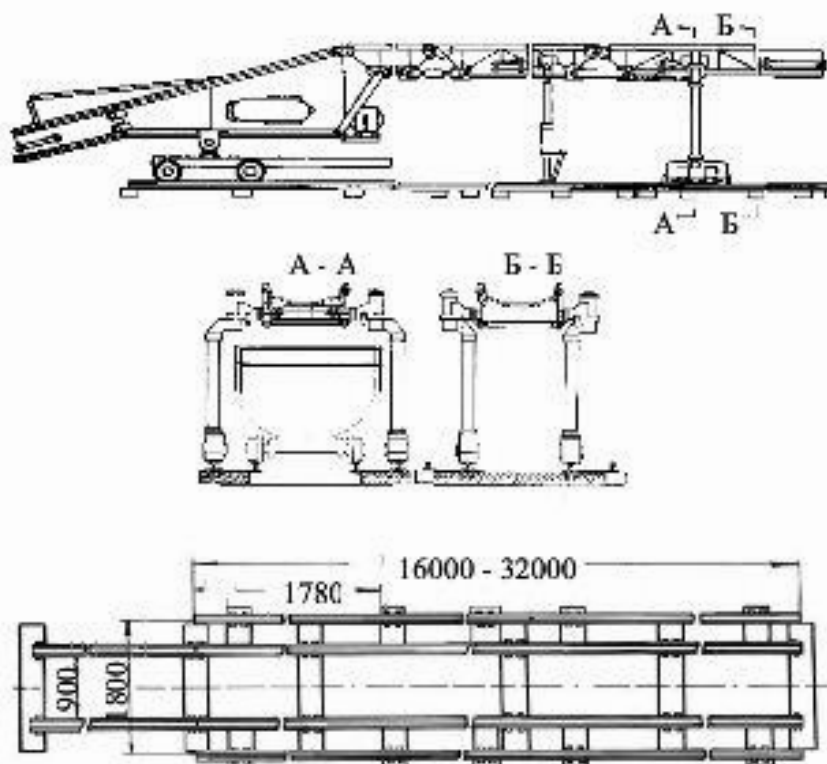


Рисунок 12.2 - Перегружатель УПЛ-2М и схема расположения основной (900 мм) и дополнительной (1800 мм) колеи рельсового пути

ПСК-1 является самоходным перегружателем. Колесно-рельсовая тележка 4 с бункером 1 перемещается пневмоприводом 5. От опрокидывания консольная стрела 2 удерживается противовесом 6. Высота разгрузки регулируется гидроцилиндром 3. Порода загружается в приемную воронку и далее конвейером в партию вагонеток 7 (рис. 12.3).

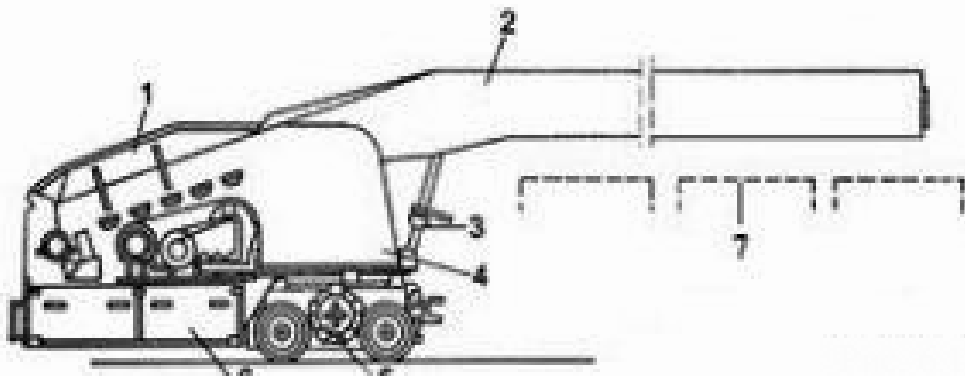


Рисунок 12.3 - Перегрузатель ПСК-1

Переносные разборные скребковые конвейеры С53А, С53МУ, С50 и СР70М применяются при проведении выработок в основном по углю, смешанному или породному забоям с коэффициентом крепости пород $f \leq 5$. Длина конвейера определяется углом наклона выработки, мощностью привода и в горизонтальных выработках обычно не превышает 60 м из-за значительного снижения надежности с увеличением его длины.

Ленточные конвейеры эффективны в высокопроизводительных проходческих забоях. Например, при комбайновой технологии проведения выработок. Целесообразность применения ленточного конвейера обосновывается технико-экономическим расчетом. Как правило, это возможно, если конвейер используется и при эксплуатации выработки.

Транспортировка горной массы и доставка материалов осуществляется при помощи аккумуляторных электровозов (рис.12.4, табл.12.1).

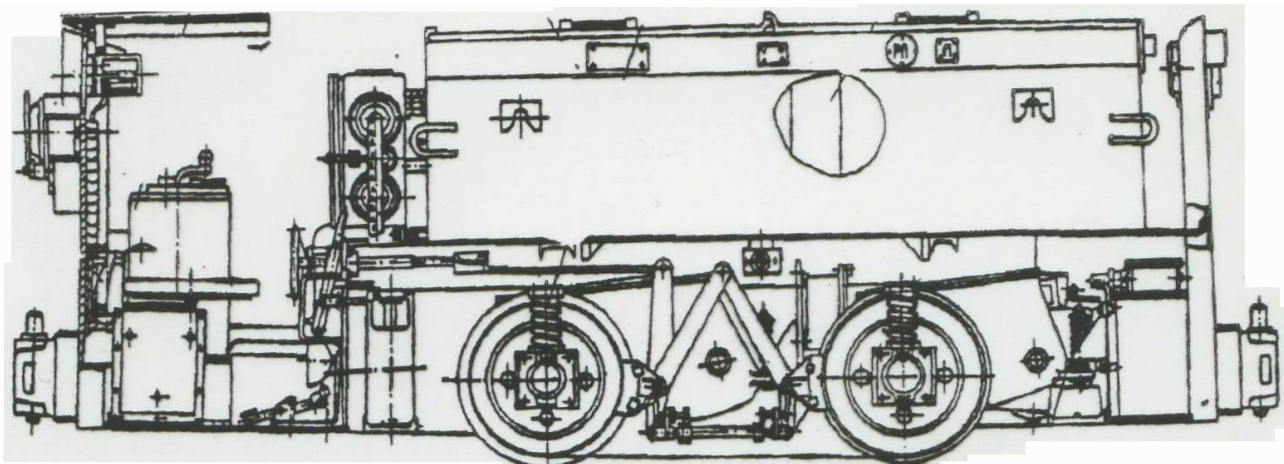


Рисунок 12.4 – Аккумуляторный электровоз А 5,5

Таблица 12.1 – Технические характеристики электровозов А 5,5

№ п/п	Наименование параметров	А5,5-550У5 А5,5-575У5 А5,5-600У5	А 5,5-750У5 А 5,5-900У5
1	Масса, т	5,5	5,5
2	Сила тяги, кН	9,0	9,5
3	Скорость часовая, км/ч	7,2	8,1
4	Мощность эл двигателей часовая, кВт	20	20
5	Размер колеи, мм	550, 575, 600	750, 900
6	Жесткая база, мм	1000	1000
7	Клиренс (не менее), мм	80	80
8	Длина по буферам (не более), мм	3800	3800
9	Ширина (не более), мм	1050	1350
10	Высота (не болсе), мм	1330	1330
11	Тип аккумуляторной батареи	84ТНЖЩ-400 У5 84ТНК-400У5	96ТНЖЩ-400У5 96ТНК-400У5
12	Энергия аккумуляторной батареи, кВт	39,2	44,8

На рудниках для транспорта горной массы применяют шахтные автосамосвалы и пневмоколесные самоходные вагоны типа ВС (рис.12.5). Они технологически совместимы с погрузочными машинами и проходческими комбайнами, имеют дизель-электрический (ВС-20Э), электрический (ВС-5, ВС-10, ВС-30, В-15К, 10ВС-15, 5ВС-15М) и дизельный (ВС-12Д, ВС-20Д) приводы.



Рисунок 12.5 – Самоходный вагон ВС5Э

Шахтные автосамосвалы типа МоАЗ, по сравнению с самоходными вагонами, имеют большую грузоподъемность, скорость движения, дальность откатки и меньшую продолжительность разгрузки. Из зарубежных наиболее известны подземные автосамосвалы фирм «ГХХ Штеркраде», «ДЖБ Инжиниринг Лтд», «Блоу Нокс», «Джарвис Кларк», «Атлас Копко Вагнер». Фирма «Кируна Трак» также производит автосамосвалы с электрическим приводом.

По способу разгрузки различают подземные автосамосвалы с опрокидным и плунжерным (выталкивание горной массы выдвиганием торцевой стенки с помощью телескопического устройства) кузовами. Имеются модели с донным конвейером. Для угольных шахт фирма «Атлас Копко Вагнер» производит шахтные самосвалы МТ-415S (грузоподъемность 13,6 т), LMTT-414S (грузоподъемность 12,7 т). По данным зарубежной практики автосамосвалы с дизельным приводом эффективны при дальности откатки более 500 м, а по наклонным съездам – до глубины 300 м.

При строительстве и реконструкции горных предприятий применяются грузовые вагонетки с жестко закрепленным на раме вагонетки кузовом; с кузовом, снабженным откидными днищами; с кузовом, шарнирно закрепленным на раме; с глухим опрокидным кузовом.

Проходческие бункер-вагоны – для транспортирования горной породы кусковатостью до 400 мм и прочностью до 160 МПа.

Ленточные перегружатели на колесно-рельсовом ходу работают в сочетании с погрузочными машинами непрерывного или периодического действия.

Скребокковые конвейеры применяются для транспортирования породы крепостью $f \leq 5$. Длина конвейера в горизонтальных выработках обычно не превышает 60 м.

Пневмоколесные самоходные вагоны типа ВС технологически совместимы с погрузочными машинами и проходческими комбайнами и предназначены для доставки горной массы, материалов и оборудования. Длина откатки вагона с электрическим приводом ограничивается вместимостью кабельного барабана.

Шахтные автосамосвалы имеют большую грузоподъемность, дальность откатки и меньшую продолжительность разгрузки. Различают подземные автосамосвалы с опрокидным и плунжерным кузовами.

Значительно сокращает затраты труда и времени применение анкерной крепи. Для ее установки применяют машину МАП-1 (рис.12.6). Техническая характеристика МАП-1:

Бурильная машина

Высота выработки, обслуживаемой машиной, м.....	от 1,8 до 2,5
Напряжение в электросети, в.....	380 или 660
Исполнение электрооборудования.....	РВ
Скорость вращения инструмента, об/мин.....	176 и 320
Мощность электродвигателя, кВт.....	3,5
Глубина бурения /с заменой штанги/, м.....	1,8
Ход подачи, мм.....	850
Усилие подачи, кг.....	до 1600
Скорость подачи, м/мин:	
Вперед.....	до 1,4
Назад.....	2,3
Усилие распора, кг.....	до 2000
Габариты в транспортном положении, мм:	
Ширина.....	660
Высота.....	820
Длина.....	1816
Вес, кг.....	210

Гайковерт

Напряжение в электросети, в.....	127
Исполнение электрооборудования.....	РВ
Крутящий момент, кгм.....	25-30
Вес, кг.....	25,4

Бурильный инструмент

Забурник: длина – 1165 мм; вес- 6,5 кг
 Штанга: длина – 2035 мм; вес- 11,5 кг

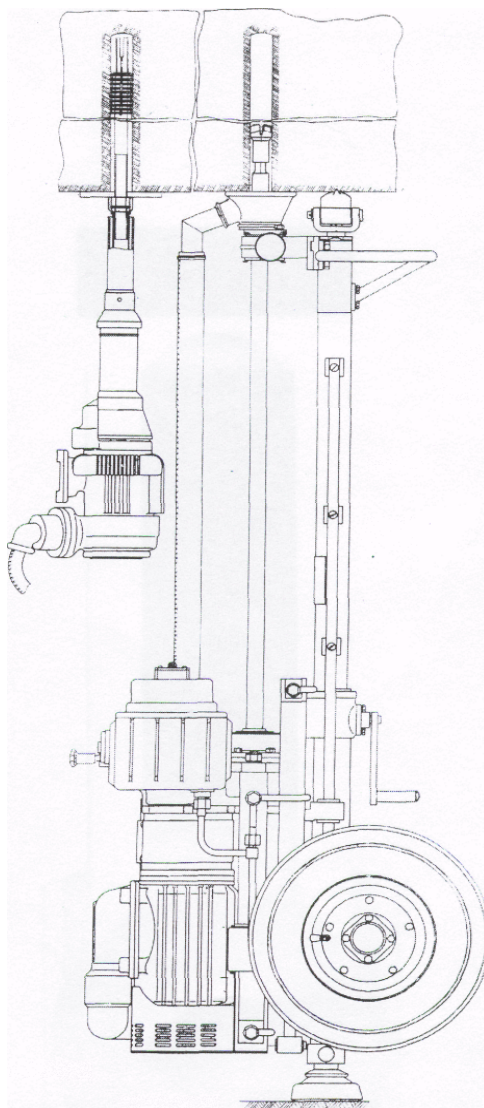


Рисунок 12.6 - Передвижная машина для анкерования МАИ-1

Самозабуривающиеся анкера устанавливают за одну операцию. Его конструкция включает: буровую коронку 1; стальной стержень 2,3; опорную плитку 4; гайку 5 и соединительную муфту 6 (рис.12.7).

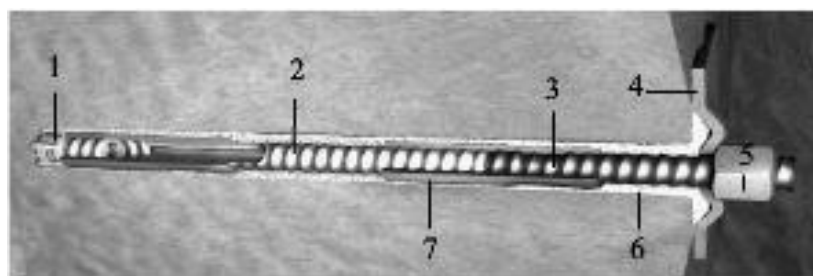


Рисунок 12.7 – Самозабуривающийся анкер

Контроль правильности направления проведения производят при помощи лазерного указателя направления ЛУН-1. Технические данные: угол дивергенции - 25° ; ток нагрузки, в пределах 5 – 30 мА; потребляемая мощность, не более 65 Вт; напряжение сети питания, при 50 Гц – 127В; масса прибора - 38 кг; габариты – 530 x 210 x 300 мм.

На ш. им. Абакумова (ДУЭК) достигнута месячная скорость проведения откаточного штрека 1540 м/мес.

Тема 4. Буровзрывная технология строительства штреков по тонким пластам угля узким забоем

Лекция 13: Буровзрывная технология строительства штреков по тонким пластам угля узким забоем. Достоинства, недостатки. Показатели и передовой опыт

Достоинства - простая организация труда;

- меньшая трудоемкость работ по сравнению с проведением широким забоем.

Недостатки - выдача породы на поверхность, что загружает транспорт и подъем.

В Донбассе выдачей породы занято около 35 % шахтного парка электровозов и вагонеток.

Область применения: БВР при $f > 6(7)$.

При $m_y < 0,5$ м выемку угля и породы ведут одновременно. При большей - раздельно.

Существует 3 технологические схемы проведения штреков узким забоем:

- 1) с раздельной выемкой угля и породы при совмещении этих работ во времени;
- 2) с раздельной последовательной выемкой угля и породы;
- 3) с совместной выемкой угля и породы.

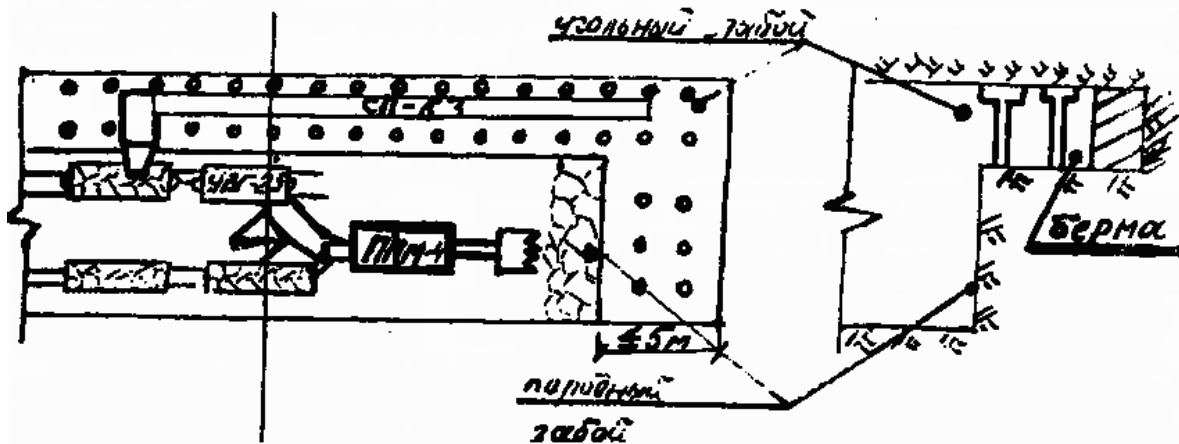


Рисунок 13.1-Технологическая схема проведения штреков узким забоем с нижней подрывкой и раздельной выемкой угля и породы при совмещении этих работ во времени

Уголь из забоя к месту погрузки в вагонетки доставляется скребковым конвейером, установленным на берме, а породу грузят породопогрузочной машиной. Грузенные вагонетки обменивают на порожние при помощи стрелочных переводов. Схема позволяет полностью совмещать во времени проходческие процессы в угольном и породном забоях.

При верхней подрывке создаются благоприятные условия для закладки породы в выработанное пространство лавы с помощью скреперной установки (рис.13.2).

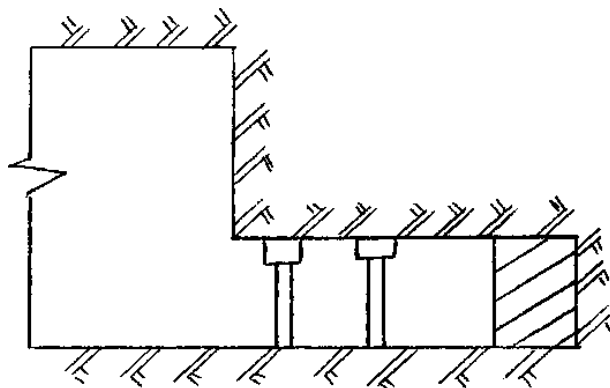


Рисунок 13.2-Технологическая схема проведения штреков узким забоем с верхней подрывкой и раздельной выемкой угля и породы при совмещении этих работ во времени

Угольный забой опережает породный на 0,5-2м. Недостаток - большое количество трудоемких производственных процессов, что усложняет организацию работ.

Схема 3 обеспечивает более простую организацию работ, достаточную скорость.

Бурение по углю. Применяют:

- ручные электросверла СЭР-19м, ЭР-14, ЭР-18Д;
- пневматические СР - 3м (в шахтах опасных по газу и пыли);
- гидравлические СГР - 4м.

Если взрывные работы по углю запрещены, выемку ведут выбуриванием или нарезными комбайнами. Выбуривают установками БУЭ-1; БУЭ-3 (диаметр скважины 300-400 мм).

Бурение по породе.

При $f = 4-10$ применяют колонковые электросверла СЭК-1 и ЭБГП-1м, устанавливаемые на манипуляторах. В первую очередь производят выемку полезного ископаемого на $l_{зак}$, а затем подрывают боковые породы. Если боковые породы устойчивы, то применяют технологическую схему, включающую две заходки по углю на 1,5-2 м каждая и один цикл по породе длиной 3 – 4 м.

Особенности БВР - у породного забоя две обнаженные поверхности.

Удельный расход ВВ определяют по формуле:

$$q_n = 0,15 \cdot \sqrt{f_n} \cdot \left(\sqrt{0,2 \cdot f} + \frac{1}{B} \right) \cdot e^{-1} \cdot k, \text{ кг/м}^3.$$

В шахтах III категории и сверхкатегорийных взрывные работы по углю и породе допускаются только с разрешения главного инженера вышестоящей организации. В шахтах опасных по внезапным выбросам угля и газа при вскрытии пластов допускается только сотрясательное взрывание.

СВ (СИ) - ЭДКЗ-ОП, ЭДКЗ-ПМ. Максимальное время замедления не более 135 мс.

Применяют врубы: по углю - прямые, веерные. При $m_y < 1$ м шпурсы располагаются в один ряд, а при $m_y > 1$ м в шахматном порядке.

Для повышения КИШ, η_y , вместо вруба можно выбуривать скважины диаметром 0,2-0,5 м для создания второй обнаженной поверхности.

В породных забоях шпурсы располагаются равномерно рядами параллельно открытой поверхности.

Проветривание - за счет ВМП. При сплошных системах разработки участок от забоя штрека до лавы проветривают за счет ВМП. Остальную часть выработки - за счет общешахтной депрессии.

Погрузка:

- машинами ковшевого типа (прямой и ступенчатой погрузки);
- машинами непрерывной погрузки.

Крепь:

- металлическая арочная податливая;
- смешанная;
- штанговая.

Отставание постоянной крепи от забоя не более 3 метров. Целесообразно при возведении использовать манипуляторы буровых установок.

Между забоем и постоянной крепью устанавливают предохранительную временную крепь.

Скорость проведения $V_{мес} = 70-90$ м/мес.

Тема 5. *Технология проведения штреков широким забоем с закладкой породы*
 Лекция 14: **Технология проведения штреков широким забоем. Комплексы „Титан-1”, КШХ-1, БЗК-2, КСВ. Охрана окружающей среды. Техничко-экономические показатели. Требования ПБ**

В настоящее время на территории Донбасса существует более 1200 породных отвалов, занимающих большие площади пахотной земли. В Донецке больше 100 терриконов. Ежегодно на гора выдается приблизительно 0,5 - 0,7 т породы на 1 т угля.

Около 70% отвалов горят и загрязняют атмосферу. Значительны затраты по выдаче породы.

подавляющее большинство выработок проводят узким забоем с выдачей породы на поверхность, что является экологически вредным.

Область применения – проведение выработок широким забоем с закладкой породы. Проводят, как правило, штреки на пологих пластах при $m_y = 0,6 - 1,5$ м при наличии устойчивых пород кровли.

Раскоска – вынимаемая часть пласта, в которую закладывается порода.

Раскоска может быть верхняя, двусторонняя, нижняя.

Длина раскоски

$$L = (S_{\text{пор}} \cdot K_p / m_y) \cdot 1,1, \text{ м.}$$

С учетом длины косовичника, равной a , длина раскоски:

$$L^p = L_p + a, \text{ м.}$$

Существует 4 технологические схемы проведения выработок широким забоем:

- впереди лавы;
- вслед за очистными работами;
- спаренными выработками (при выемке обратным ходом);
- при надработке основных полевых выработок.

Схема 1 обеспечивает попутную добычу угля, независимость работ в забоях штрека и лавы. Можно вести дополнительную разведку угольного месторождения (рис.14.1).

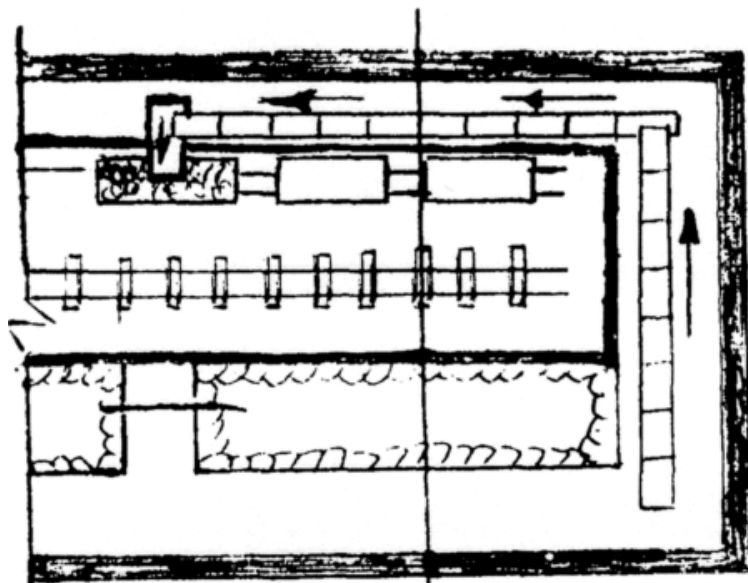


Рисунок 14.1- Технологическая схема проведения штрека широким забоем с опережением угольным забоем породного

Схема 2 (лава – штрек) - создает благоприятные условия для поддержания выработки, т.к. она находится вне зоны влияния опорного давления.

Недостатки:

- усложняется схема транспортирования угля из лавы;
- скорость проведения штрека ограничена скоростью проведения лавы.

Схема 3 - спаренные штреки. Их строительство вызвано переходом на столбовые системы разработки, при которых увеличивается объем проведения штреков большой длины тупиковыми забоями.

Для облегчения проветривания и уменьшения объема выдаваемой породы столбы нарезают с помощью спаренных штреков.

Спаренными называются два параллельных штрека с общим угольным забоем и раскоской, в которую закладывают всю породу, подрываемую в забоях,

Угольный забой располагают по падению пласта (длина 20 -50 м) или диагонально под углом 45-60°.

Проведение штреков широким забоем включает:

- работы по выемке угля;
- работы по возведению крепи в угольном забое;
- отбойку породы и закладку ее в выработанное пространство;
- возведение крепи в штреке;
- устройство канавки, наращивание коммуникаций.

Выемка угля производится по БВР или бурошнековой установкой БУГ -3 (без присутствия людей в угольном забое).

Выдача угля:

- при ширине раскоски до 5 м - вручную;
- при 5-10 м - скреперными установками;
- свыше 10 м - конвейерами.

Существует 2 схемы транспортирования угля из раскоски в штрек (при $\alpha < 18^\circ$, $\alpha > 18^\circ$ - в этом случае укладывают дополнительно третий конвейер по диагонали через раскоску.)

Способы закладки породы в выработанное пространство: пневматический; гидравлический; механический; самотечный; ручной.

Самотечный – применяют на наклонных и крутых пластах. Порода поступает самотеком. Самоподбучивается. Предварительно ставят ограждающий органый ряд.

Достоинства

- низкая стоимость;
- не надо спецоборудования;
- любой закладочный материал.

Недостатки - невысокая плотность массива.

Ручной - применяют там, где другие способы не применимы.

Для закладки породы применяют комплексную механизацию.

Комплекс «Титан -1» предназначен для механизации закладочных работ при:

- $f \leq 8$, $m_y \leq 1,5$ м; $S_{св} = 7 - 15$ м²;
- углы по падению $\alpha = -25^\circ$, по восстанию – до 8° ;
- дальность транспортирования породы, L_{max} , до 80 м;
- производительность закладки, $P = 60$ м³/ч.

Состав комплекса: 1ППН-5, дробильная установка «Титан», закладочных трубопровод, воздуходувка ВП-70 и распределительный пункт.

Технологическая схема закладочных работ при применении комплекса «Титан-1» приведена на рис.14.2.

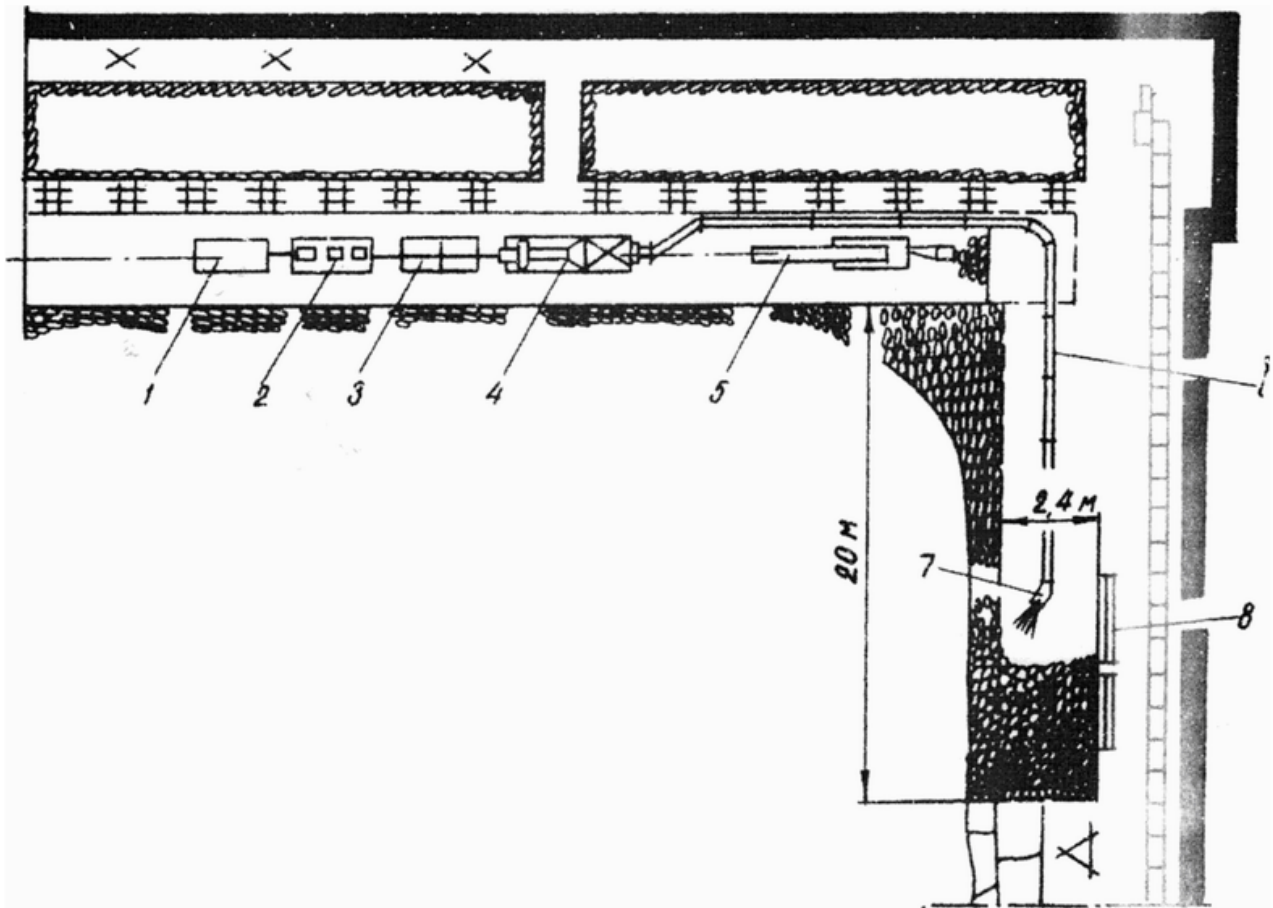


Рисунок 14.2 - Технологическая схема закладочных работ при применении комплекса «Титан-4»: 1 – передвижная трансформаторная электроподстанция; 2 - передвижной распределительный пункт; 3 - воздуходувка ВП-70; 4 - дробильно-закладочная машина; 5-породопогрузочная машина ППМ - 4м; 6 - закладочный трубопровод; 7 - отклоняющий патрубок; 8 - ограждающая станка

Бурозакладочный комплекс БЗК-2 - предназначен для проведения штреков на тонких пологих пластах с $\alpha \leq 15$; $m_y = 0,55-1,1$ м.

Состав: 1ППН-5, «Титан», бурошнековая установка БУГ-3, маневровая лебедка и электрооборудование.

Штрек проводят узким забоем. Работы по закладке породы ведут на расстоянии 50 - 60 м от забоя штрека. Для этого БУГ-3 выбуривает скважины длиной равной длине раскоски, L_p . Выбуренный уголь транспортируют скребковым конвейером. По нему же транспортируют вынимаемый в забое уголь.

Порода грузится машиной 1 ППН-5 в дробильную установку «Титан» и далее сжатым воздухом по трубопроводу в пробуренную скважину.

ДонУГИ разработана технология закладки породы шнеками БУГ-3 на реверсе.

Комплекс спаренных выработок КСВ-1 предназначен для проведения спаренных штреков арочной формы, $f \leq 6$; $\alpha \leq 9^\circ$; $S_{св} = 15-20$ м².

Состав: узкозахватный выемочный комбайн В 1М; двухстоечная передвижная крепь 2 МКСВ; угловой двухцепной забойный конвейер СПУ-62; два комбайна 4ПП-2 с перегружателями ППЛ-1к; два установщика арочной крепи КПМ-8; дробильно-закладочная установка «Титан».

Тема 6. Строительство штреков в мощных пластах угля

Лекция 15: Строительство штреков в мощных пластах угля. Проведение выработок комбайнами роторного типа (ПК-8, ПКГ-3, „Урал-10КС”) и избирательного действия (КСП, П-110, П-220 и иностранные). Особенности БВР. Показатели. Требования ПБ

Строительство штреков в мощных пластах угля и по мягким породам производят комбайнами роторного типа ПК-8, ПКГ-3, «Урал-10А», «Урал-10КС»; комбайнами избирательного действия ГПК-1, КСП, П-110, П-220; с применением БВР и отбойных молотков.

Строительство выработок комбайнами роторного типа

Комбайн роторный проходческо-очистной «Урал-10А» (рис.15.1) предназначен для применения на очистных работах в камерах и проходки выработок овально-арочной формы по пластам калийных руд мощностью 2,2-2,6 м/с сопротивляемостью пород резанию до $A_p=450$ Н/м, при углах падения $\pm 12^\circ$.

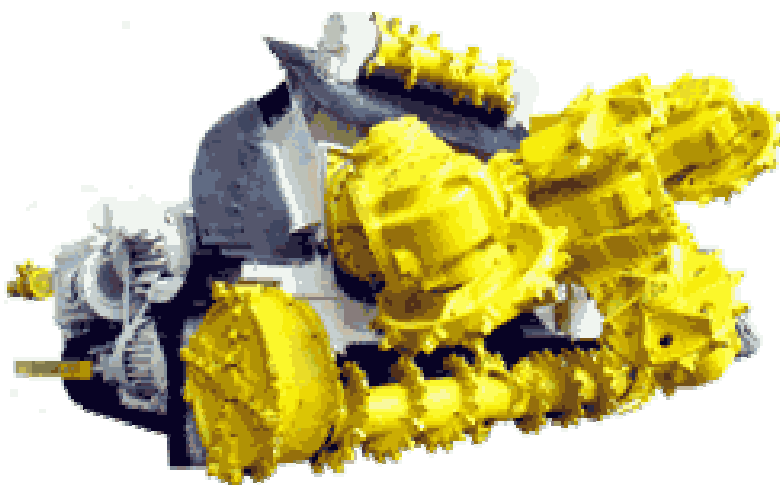


Рисунок 15.1 – Комбайн роторный проходческо-очистной «Урал-10А»

Комбайн предназначен для эксплуатации в макроклиматических районах с умеренным климатом и выпускается в соответствии ГОСТ 15150-69 в исполнении У категории 5 для диапазонов температур окружающей среды от +5 до +35°C.

Комбайн применяется для проведения выработок площадью сечения 8,3; 9,4; 10,5 м², на напряжение 660 В с частотой тока 50 Гц.

Расчет сменной скорости проведения горной выработки проходческим комбайном роторного типа и конвейерном транспорте горной массы

$$V_{см} = \frac{T_{см} - t_{n-зак}}{\frac{1}{60 \cdot V_{max} \cdot k_m} + \frac{T_{см}}{l_p \cdot H_p \cdot n_p} + \frac{\kappa_n \cdot T_{см}}{L \cdot H_{кр} \cdot \kappa_m \cdot n_{кр}}}, \text{ м/смену}, \quad (15.1)$$

где $T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, 6 ч;

$t_{n-зак}$ – продолжительность подготовительно-заключительных операций, 0,5 ч;

V_{max} – максимальная скорость подачи исполнительного органа комбайна на забой выработки, 0,03-0,10 м/мин;

k_m – коэффициент использования комбайна в течение смены, 0,1-0,8;

l_p – длина решета, м;

H_p – норма выработки по наращиванию скребкового конвейера (определяется по ЕНиР-36 [8]);

n_p – количество работников, занятых на наращивании скребкового конвейера, 3-4 чел.;

κ_n – коэффициент несовмещенного крепления, 0,1-0,3;
 L – расстояние между рамами крепи, м;
 $H_{кр}$ – норма выработки на крепление (определяется по ЕНиР-36 [8]);
 κ_m – коэффициент механизации крепления; при использовании механических средств для возведения крепи равен 1,05-1,15;
 $n_{кр}$ – количество проходчиков, занятых на креплении, чел.

Расчет сменной скорости проведения горной выработки проходческим комбайном роторного типа и рельсовом транспорте горной массы

$$V_{см} = \frac{T_{см} - t_{n-зак}}{\frac{1}{60 \cdot V_{max} \cdot \kappa_m} + \frac{S_{np} \cdot \kappa_p \cdot \left(\frac{l}{V_{гр}} + \frac{l}{V_{нор}} + \Theta \right)}{3600 \cdot V_{сост}} + \frac{\kappa_n \cdot T_{см}}{L \cdot H_{кр} \cdot \kappa_m \cdot n_{кр}}}, \text{ м/смену,} \quad (15.2)$$

где S_{np} – площадь сечения выработки в проходке, м²;
 κ_p – коэффициент разрыхления породы;
 l – длина откатки состава до разминовки, 50-100 м;
 $V_{гр}$ – скорость передвижения груженого состава, 1 м/с;
 $V_{нор}$ – скорость передвижения порожнего состава, 1,5 м/с;
 Θ – продолжительность концевых операций, 180-200 с;
 $V_{сост}$ – емкость состава вагонеток под перегружателем, м³,

$$V_{сост} = \Psi \cdot n_{ваг} \cdot V_{ваг}, \text{ м}^3, \quad (15.3)$$

где Ψ – коэффициент загрузки вагонетки, 0,9;
 $n_{ваг}$ – количество вагонеток под перегружателем, шт.;
 $V_{ваг}$ – емкость вагонетки, м³.

Строительство выработок комбайнами избирательного действия

Целесообразно также применение легких и средних комбайнов избирательного действия типа ГПК-1, КСП-32, КСП-35 (рис.15.2), П-110, П-220.



Рисунок 15.2 – Комбайн проходческий КСП-35

Комбайн проходческий КСП-35 предназначен для механизированного разрушения забоя и погрузки горной массы при проведении горизонтальных и наклонных до ±12° горных

выработок сечением от 10,5 до 35 м² по смешанному забою с пределом прочности разрушаемых пород до 100 МПа и абразивностью до 15 мг в шахтах опасных по газу (метану) и угольной пыли.

Конструктивные особенности по сравнению с КСП-32(33)

Уменьшена минимальная высота проводимых выработок с 2,6 до 2,4 м за счет снижения высоты комбайна на 200 мм.

Снижено среднее давление на почву до 0,13 МПа (и это при увеличении массы машины с 45 до 50 т) за счёт увеличения ширины траков с 550 мм до 740 мм.

Увеличены скорости движения комбайна: рабочая с 1,0 до 1,5 м/мин., маневровая с 5,0 до 6,0 м/мин. при одновременном увеличении максимального тягового усилия на гусенице с 250 кН до 290 кН.

Повысилась производительность погрузки разрушенной горной массы, и снизилось время простоев, связанных с пропуском негабаритов через проходное окно, за счет увеличения ширины става скребкового конвейера с 534 мм до 670 мм и увеличения скорости движения цепи с 0,9 до 1,1 м/с.

Повысилась надёжность гидросистемы за счет перехода с шестеренных насосов на аксиально-плунжерные насосы, хорошо зарекомендовавшие себя на комбайне КСП-42.

Обеспечена возможность работы на уровнях напряжения 1140 или 660В путем переключения в устройстве управления.

Имеется дистанционное управление с индикацией подаваемых команд и отказов схемы управления. Автоматическая система управления, оборудованная системой диагностики поломок с записью в «черный ящик».

Среднемесячная скорость проведения выработок комбайнами с присечкой боковых пород составляет 300-400 м/мес.

Комбайн проходческий КП-25 (рис.15.3) предназначен для механизации отбойки и погрузки горной массы при проведении горизонтальных и наклонных $\pm 12^\circ$ горных выработок площадью сечения от 7 до 30 м² с пределом прочности присекаемых пород на одноосное сжатие 85 МПа и показателем абразивности до 15 мг в забоях неопасных по внезапным выбросам угля, пород и газа. Комбайн может проходить выработки арочной, трапецевидной и прямоугольной форм размерами 2,0 - 5,2 м по высоте и 3,5 - 6,5 м по ширине нижнего основания. Для механизации возведения металлической арочной крепи на стреле комбайна монтируется крепеустановщик.



Рисунок 15.2 – Комбайн проходческий КП-25

Организация работ:

- прием - сдача смены на рабочих местах;
- проверка состояния машин и механизмов, энергопитания, связи, оросительных, противопожарных и других систем, направления выработки, наличия элементов крепи и т.д.,
- замена зубков на режущей головке, заливка масла;
- выемка горной массы на шаг крепи;
- остальные члены бригады обслуживают транспортную цепочку, подготавливают элементы крепи, оборудуют канавку;
- при остановке комбайна возводят крепь с затяжкой кровли, а машинист комбайна и его помощник занимаются профилактикой.

При 30 - часовой рабочей неделе и 6 - часовой рабочей смене, рационально планировать три рабочие смены и одну ремонтно-подготовительную.

Специализированная бригада наращивает транспортные сети, коммуникации.

Строительство выработок с применением БВР

Буровзрывная технология применяется в Кузбассе, Мосбассе на шахтах, не опасных по газовыделению и пыли. Используют когда невозможно или экономически невыгодно применение механической технологии.

Особенности: шпуров бурят ручными электросверлами СЭР-19м, ЭР- 14; 18;

- в качестве ВВ используют аммонит Т-19, угленит Э-6, средства беспламенного взрывания;

- $L_{ш} = 2-3$ м;

- врубы – прямые и веерные;

- уголь грузят породопогрузочными машинами легкого типа (1 ПНБ-2);

- продолжительность проходческих процессов относительно мала.

Имели место случаи выполнения до 5 циклов в течение смены,

$V_{мес} = 160$ м³/мес, $P_{тр} = 2,3$ м³/выход.

Проведение штреков отбойными молотками

Применяют в исключительных случаях, когда ни одну из рассмотренных ранее технологий применить невозможно (при малой площади сечения на пластах с повышенной газодинамической активностью). Применяется также при слабых и свободных боковых породах, когда по кровле и почве штрека оставляют целики толщиной 0,5м и выше.

Проведению штрека с помощью МО предшествует выбор способа предотвращения внезапных выбросов угля и газа: бурение опережающих скважин, увлажнение пласта в массиве, гидроотжим или гидровывыв опережающих полостей.

Гидровывыв производят с помощью ствола из металлической трубы диаметром 19 мм, имеющего насадку с отверстиями 1-1,3 мм. Давление воды в стволе 15 МПа. Воду к стволам подводят по высоконапорным трубам и шлангам от насоса УН - 35 (напор 30 МПа, производительность 35 м³/мин). Всего вымывают четыре полости по почве забоя на глубину 10-12м. Затем приступают к выемке угля отбойными молотками в направлении от кровли к почве.

Вначале по кровле готовят вруб на глубину 0,7-0,9м (расстояние между рамами крепи), затем выдвигают под забой временную предохранительную крепь с прочным перекрытием и под ее защитой расширяют вруб сверху вниз. После установки рамы крепи цикл повторяется. Погрузка угля - ручная.

В передовых бригадах (Кузбасс) $V_{мес} = 300-400$ м³; $P_{тр} = 4,6$ м³/вых.

Тема 6. *Строительство штреков в мощных пластах угля*
Лекция 16: **Гидравлическая и гидромеханическая технологии. Оборудование, организация работ, показатели**

Гидравлическую технологию применяют для проведения штреков как на гидрошахтах, так и на шахтах с обычной технологией добычи угля.

На расстоянии до 1 м от забоя устанавливают гидромониторы с ручным или дистанционным управлением.

Гидромонитор с дистанционным управлением ГМДЦ-4 (рис.16.1) предназначен для выемки угля струями воды под давлением в подготовительных забоях гидрошахт при отработке пластов мощностью от 0,8 м при углах падения от 6° до 90°.

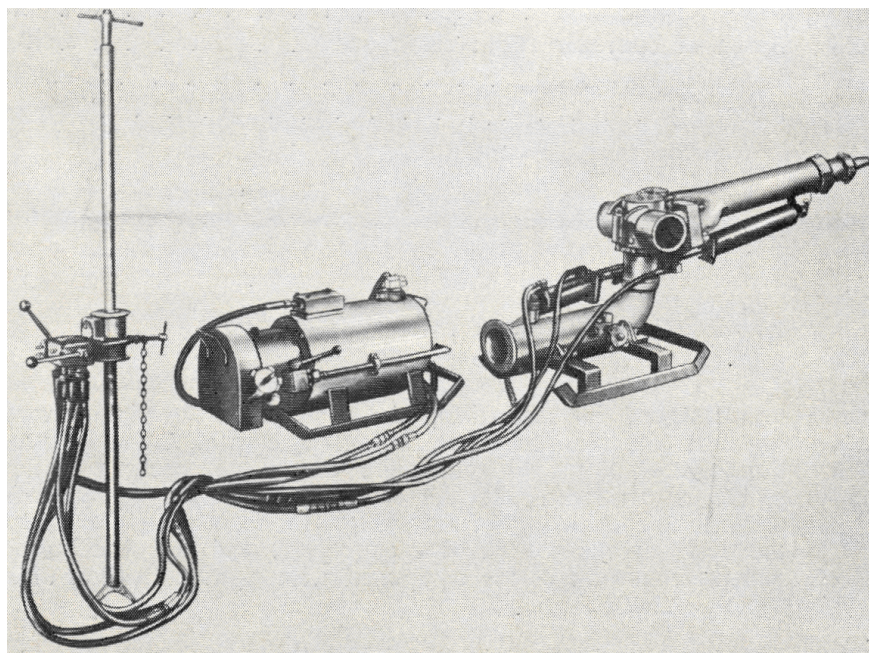


Рисунок 16.1 - Гидромонитор с дистанционным управлением ГМДЦ-4

Техническая характеристика:

Рабочее давление струи - до 5 МПа;

Расход воды - 150 м³/ч;

Прочность угля - до 10 МПа;

Диаметр насадок - 15-25 мм.

Самоходный гидромонитор 12ГП-2 с дистанционно-изменяемой программой (рис.16.2) предназначен для полуавтоматической выемки угля в забое при отработке пластов средней мощности и мощных с углом падения свыше 6°.

Техническая характеристика:

Рабочее давление струи - до 12 МПа;

Расход воды – до 0,11 м³/с;

Прочность угля - до 10 МПа;

Диаметр насадок - 25-30 мм;

Скорость передвижения – 2,5 м/мин;

Габаритные размеры – 4100 x 1250 x 1100 мм;

Масса – 3200 кг.

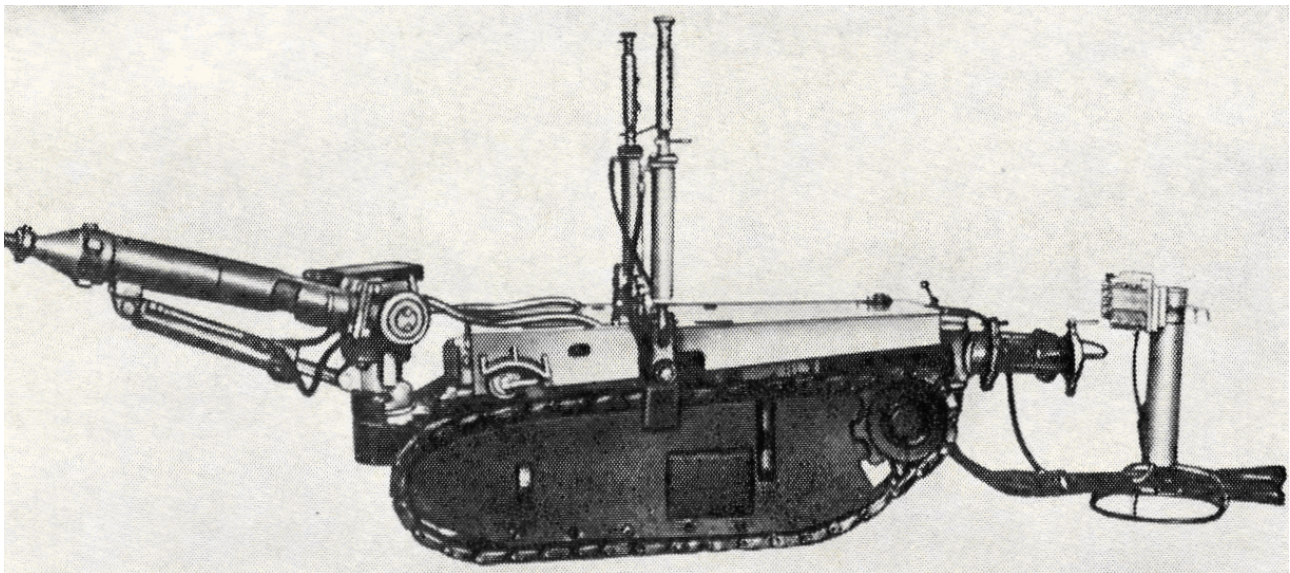


Рисунок 16.2 – Самоходный гидромонитор 12ГП-2 с дистанционно-изменяемой программой

Отбитый уголь смывается в желоб, проложенный по штреку. Пульпа (смесь воды с углем в соотношении 4:1) самотеком поступает в пульпосборник. Для этого выработкам придается уклон не менее 0,05-0,07.

Применение гидромониторов (ГМДЦ-4) целесообразно на выбросоопасных пластах. При этом управление дистанционное. Гидромонитором образуют щель глубиной несколько метров для дегазации забоя. Пульпу откачивают на поверхность эрлифтами.

Выработки проводят многозабойным методом. В первом забое на всю ширину по почве разрабатывают струей воды вруб. Затем отбивают полосу угля снизу вверх. Забой подвигают на 4—8 метров. После этого гидромониторщик с помощником переходят во второй забой. В первом забое 3-4 проходчика возводят крепь, передвигают гидромонитор, наращивают трубы водовода, желоб для стока пульпы, налаживают освещение и связь.

Продолжительность цикла равна времени между передвижками гидромонитора.

При проведении штрека по пласту угля мощностью 1,6 м за месяц бригадой из 35 человек пройдено 797 м. Обработывалось 5 забоев. $S_{пр} = 3,8 \text{ м}^2$; крепь деревянная с затяжкой кровли и боков.

Гидромеханическая технология

Конструкторами института Донгипроуглемаша разработан импульсный водомет типа ИВЦ. Устанавливается на породопогрузочную машину ПНБ2 (рис.16.3) либо на исполнительный орган проходческого комбайна 4ПП-2м.

Применяется при проведении выработок в угольных пластах прочностью от 60 до 100 МПа, при разрушении негабаритов крепких горных пород. Для создания струй используется кинетическая энергия ударного поршня, ускоренного сжатым газом, энергия взрыва или электрического разряда в жидкости. По принципу действия различают ударные, инерционные и кумулятивные. В ударных импульсных водометах вытеснение жидкости через сопло происходит в результате ударного сжатия рабочего объема жидкости поршнем. При этом струи диаметром 3— 10 мм истекают со скоростью 1,2— 1,5 км/с. Инерционные импульсные водометы отличаются тем, что рабочий объем жидкости ускоряется в стволе вместе с поршнем.

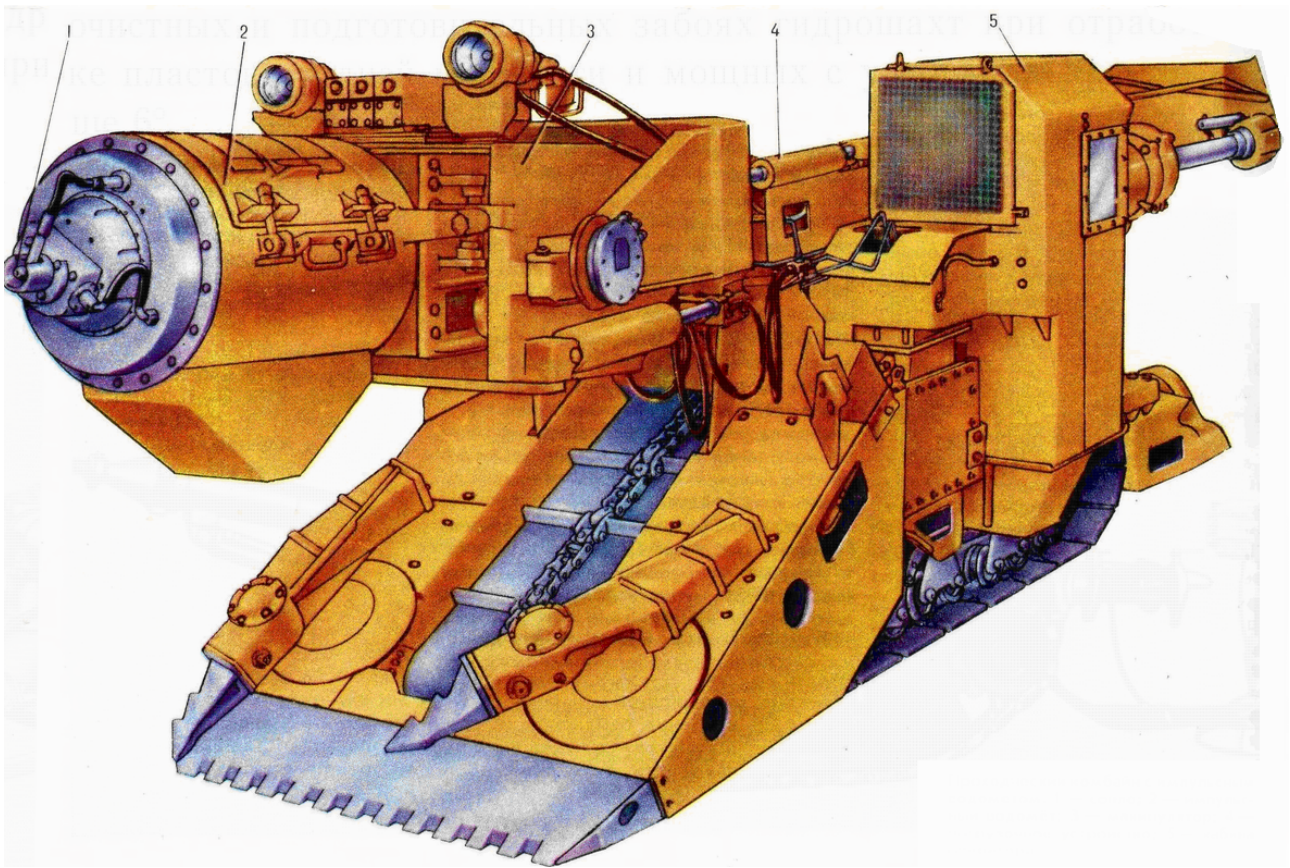


Рисунок 16.3 – Импульсный водомет цилиндрический на базе машины ПНБ-2: 1 – сопло; 2- импульсный водомет; 3 – манипулятор; 4 – погрузочное устройство; 5 – кабина машиниста

Экспериментальный образец гидромеханического проходческого комбайна ГМПК, выполненного на базе 4ПП - 2м с исполнительным органом, на стреле которого установлены резцовая коронка и импульсный водомет, был изготовлен опытно экспериментальным заводом Донгипроуглемаша. Предназначен для отбойки и погрузки горной массы при $\alpha \leq \pm 10^\circ$, $f \leq 8$ в шахтах, опасных по газу и пыли.

Испытания комбайна проводились на шахте «Комсомолец Донбасса». Было пройдено 16м по породам с $f = 7-10$. Расход воды - 1-1,2 $\text{дм}^3/\text{выстрел}$, шаг разрушения - 120-150мм, глубина вруба - 25-30мм за выстрел. Для обработки породной части забоя на глубину 1м необходимо 5ч непрерывной работы.

Производительность - 0,66 $\text{м}^3/\text{ч}$. Для ее повышения необходимо увеличивать энергию выстрела.

Тема 7. *Технология строительства выработок околоствольных дворов*
Лекция 17: **Строительство выработок околоствольных дворов. Технология строительства протяженных выработок. Сечения, типы крепи, организация работ. Показатели**

Околоствольный двор (ОД) - совокупность выработок и камер, примыкающих к стволам шахта.

Объем ОД современной шахты 25-50 тыс.м³ в свету.

Предпринимались попытки строить ОД с одной или двумя прямолинейными многопутевыми выработками, $S = 40-60 \text{ м}^2$ - с целью сокращения длины выработок и числа сопряжений.

Практического применения не получили ввиду сложности сооружения и поддержания. Пример-2-х этажный ОД.

ОД располагают в устойчивых породах.

Срок службы ОД равен сроку службы горизонта либо шахты в целом.

Сечения выработок - сводчатые. При пучащих породах - с обратным сводом.

Крепь - бетон, металлобетон. Протяженные выработки крепят арками и ЖБ затяжками.

Есть примеры применения НБК. В горнорудной промышленности используют анкерные крепи с сеткой и НБК.

Фактически $t_{\text{од}} = 60 \% T_{\text{шахты}}$

Технология строительства протяженных выработок ОД аналогична технологии строительства квершлагов, штреков, уклонов, но более трудоемка из-за сложности конфигураций и сопряжении.

При буровзрывной технологии используют электрическое или пневматическое проходческое оборудование.

Бурение - перфораторами на пневмоподдержках, бурильными установками, навесным бурильным оборудованием.

$l_{\text{ш}} = 1,8-2,5 \text{ м}$, $N_{\text{ш}} = 2,8-3,4$ на 1 м^2 площади забоя; $\eta \geq 0,8$.

ВВ - аммонит скальный №1, аммонит АП-5ЖВ, аммонит Т-19.

СИ - ЭДКЗ - ОП; ЭДКЗ - ЭМ, ЭДЗД.

Применяют контурное взрывание.

Проветривание — ВМП и прорезиненные вентиляционные трубы.

Погрузка - породопогрузочными машинами периодического или непрерывного действия (ППМ-4Ээ; ППМ-4п, ППН-1с, 2ПНБ-2, ПНБ-3Д и др.).

В широких выработках применяют одновременно две машины.

Опыт - для транспорта горной массы применяют вагонетки ВГ, ВД, ВС.

Для сокращения затрат времени на обмен вагонеток применяют перегружатели.

Обмен составов - маневровыми лебедками (ЛП-1, ЛВД-24), электровозами, гидровозами.

Установка крепи

Крепь - постоянные бетонные и тубинговые крепи возводят с отставанием от забоя, необходимых для установления горного давления.

Временная крепь - металлические арки.

Опалубка - деревянные или металлические щиты и кружала из СВП или инвентарные опалубки.

Для подачи бетонной смеси за опалубку предназначены пневматические бетоноукладчики и бетононасосы. Простота конструкции и эксплуатации обусловили широкое применение пневмобетоноукладчиков (ПБУ). Принцип действия ПБУ заключается в выдавливании сжатым воздухом из герметичной рабочей камеры бетонной смеси и ее перемещении по бетонопроводу (бетонопроводу) за опалубку. Производительность ПБУ составляет 5-16 м³/ч при подаче по горизонтали на 100-300 м, по вертикали на 10-40 м. ПБУ обслуживают двое рабочих: один управляет работой механизма, второй контролирует процесс укладки бетонной смеси за опалубку и состояние бетонопровода.

Бетонопровод ДУ-150 монтируется из прямолинейных и криволинейных звеньев труб диаметром 150 мм длиной 0,5; 1,0; и 3 м с помощью быстро-разъемных соединений (рис. 17.1). Конец бетонопровода выполнен в виде гибкого рукава, армированного металлом. В зависимости от длины бетонопровода для транспортирования бетонной смеси требуется от 2 до 50 м³/мин воздуха при давлении 0,25-0,5 МПа.

Перед первой загрузкой рабочей камеры через ПБУ пропускают 0,2 м³ песчано-цементного раствора или бетонной смеси с увеличенным расходом цемента и осадкой конуса 14-15 см. Рабочую камеру загружают бетонной смесью, герметично закрывают крышкой и создают избыточное давление. По окончании или длительных перерывах в подаче бетонной смеси ПБУ промывают водой.

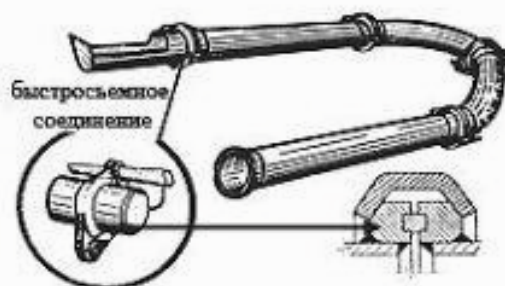


Рисунок 17.1 - Бетонопровод ДУ-150

Бетононасосы БН-1, БНТ-20 изменяют производительность от 5 до 20 м³/ч и обеспечивают равномерное перемещение бетонной смеси по бетонопроводу. Бетононасос БН-1 подает бетонную смесь по горизонтали до 300 м, по вертикали – до 60 м.

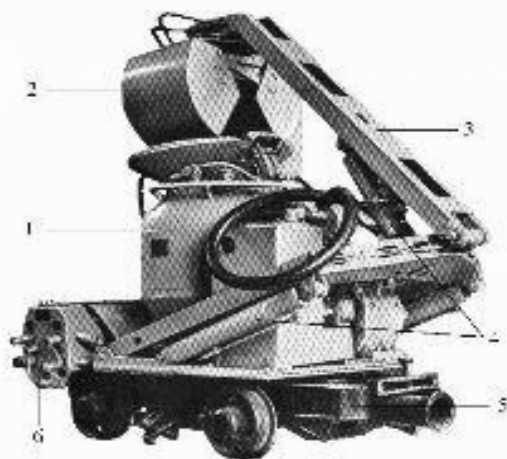


Рисунок 17.2 - Бетоноукладочный комплекс БУК-3

- 1 – камера; 2 – двухчелюстной грейфер;
- 3 – стрела грейфера; 4 – гидроцилиндр;
- 5 – ходовая тележка; 6 – пульт управления

Бетоноукладочные комплексы БУК-1, БУК-2М, БУК-3, «Монолит-2», УБМЗ механизмируют подачу бетонной смеси за опалубку, уменьшая трудоемкость работ. БУК-2М, БУК-3 состоят из колесно-рельсовой тележки, на которой смонтированы пневмобетоноукладчик и загрузочное устройство грейферного типа вместимостью 0,08 м³ (рис. 17.2). Бетонная смесь из вагонеток разгружается грейфером с одного или с параллельного рельсового пути.

Комплекс «Монолит-2» состоит из загрузчика-дозатора 1, цементовоза 2, материалопровода 3, манипулятора 4, которым бетонная смесь подается за опалубку 5 (рис. 17.3). Компоненты бетонной смеси смешиваются при движении по материалопроводу и смесь затворяется водой в камере смешения укладчика-манипулятора. Комплекс обслуживают три проходчика.

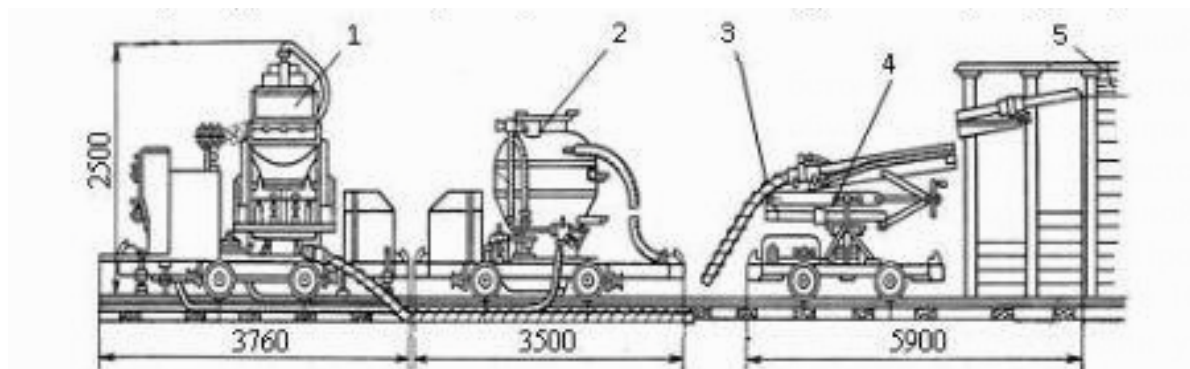


Рисунок 17.3 - Бетоноукладочный комплекс «Монолит-2»

В первой камере установки СУБ (смеситель – укладчик бетона) смесительно-подающий вал с лопастями перемещает сухую бетонную смесь к форсунке, где она затворяется водой (рис. 17.4). Из второй камеры бетонная смесь сжатым воздухом перемещается по бетоноводу за опалубку.

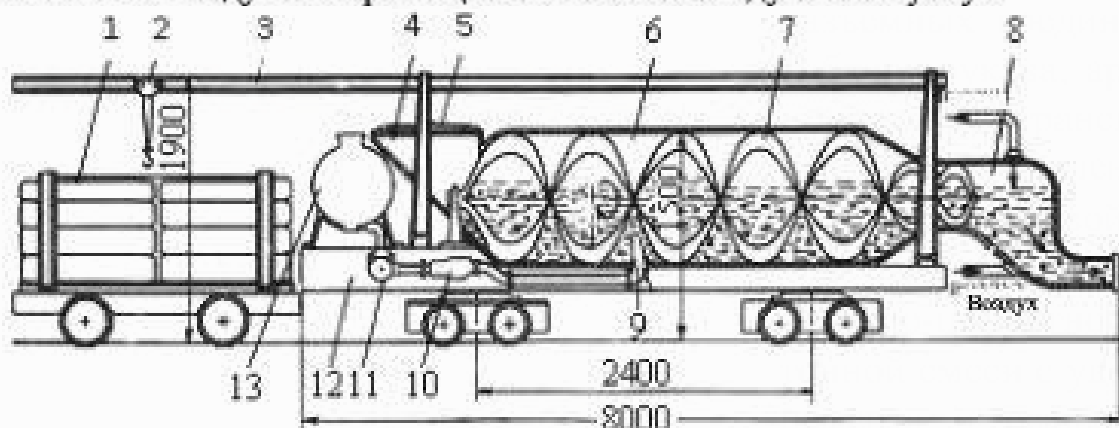


Рисунок 17.4 - Установка СУБ

1 – мешки с сухой смесью; 2 – таль; 3 – монорельс выдвижной; 4 – воронка приемная; 5 – нож разрезной; 6 – смесительная камера; 7 – смесительно-подающий вал; 8 – пневмокамера; 9 – форсунка; 10 – дозатор воды; 11 – насос; 12 – рама; 13 – бак

Конструкции опалубок

Опалубки ОГУ и ОГВ

Бетонная смесь укладывается за разборно-переставные (инвентарные) и передвижные (механизированные) опалубки. Комплект инвентарной опалубки ОГУ используется для крепления выработок с площадью сечения от 4,9 до 14,5 м². Опалубка состоит из 11 арок, установленных через 1 м, и 380-480 затяжек шириной 250 мм из листовой стали толщиной 2,5 мм (рис. 17.5).

Арки монтируются из внутренних 2 и наружных 1 стоек, полукружал 3, 4, верхней 6 и нижней 7 распорок. В направлении от почвы к своду выработки с помощью быстроразъемных пружинных замков устанавливаются затяжки 5. Высота опалубки изменяется взаимным перемещением внутренних и наружных стоек.

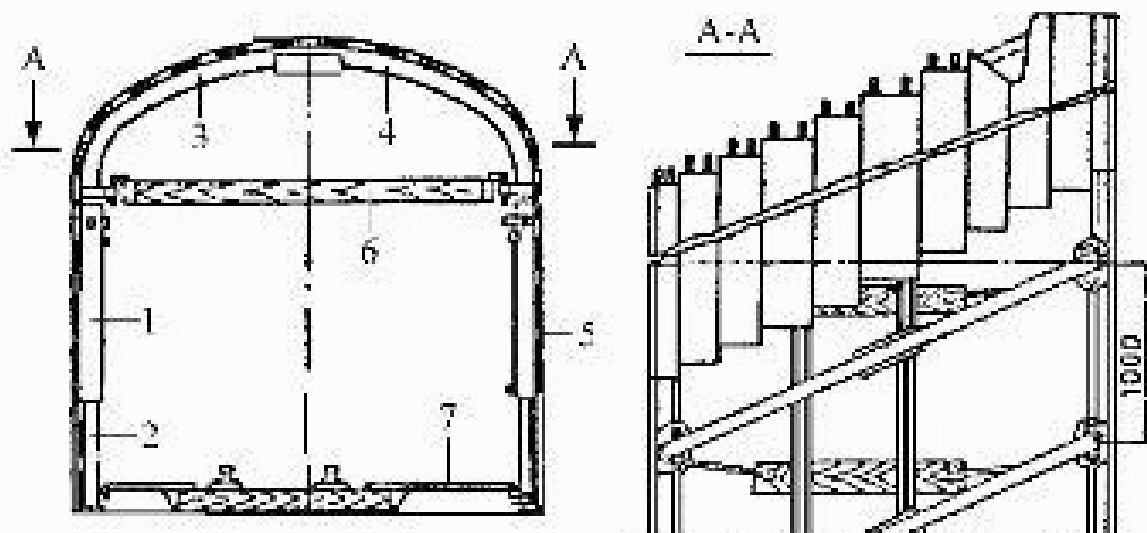


Рисунок 17.5 - Опалубка ОГУ

Опалубка ОГВ-1М применяется в однопутевых выработках с площадью сечения в свету 9-10,3 м². Площадь сечения изменяется за счет взаимного смещения полукружал по ширине на 400 мм и по высоте на 200 мм.

Передвижные опалубки ОПП и ОМП

Конструкции передвижных опалубок, отличаясь очертанием, габаритами, способами отрыва от бетона и перемещения по выработке, имеют одну кинематику: уменьшение габаритов опалубки после отрыва от бетона, перемещение по выработке и восстановление проектных габаритов опалубки для бетонирования следующей заходки.

Передвижная порталная опалубка перемещается вдоль выработки по специальному рельсовому пути (рис. 17.6). Четыре опалубочных щита из листовой стали соединены с порталной рамой в единую конструкцию с помощью винтовых домкратов.

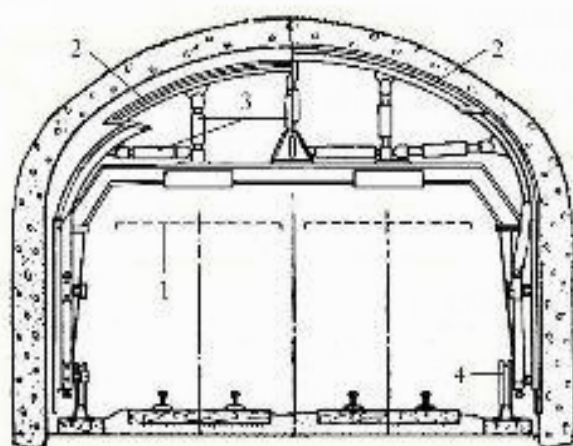


Рисунок 17.6 - Передвижная порталная опалубка

- 1 – проходческое оборудование;
- 2 – опалубочный щит;
- 3 – винтовые домкраты; 4 – опорные колеса

Передвижная металлическая опалубка ОМП применяется в горизонтальных и наклонных (до 18°) выработках с площадью сечения в свету 7-25 м² (рис. 17.7). Секция опалубки длиной 1 м и массой 0,5-1,8 т выполнена в виде четырехшарнирной арки. Сводчатая, боковые и откидные части имеют шарнирное соединение, а фундаментные подставки крепятся к откидным частям болтовым соединением. Несущие элементы секции из спецпрофиля СВП, а обшивка – из листовой стали толщиной 4 мм. Для

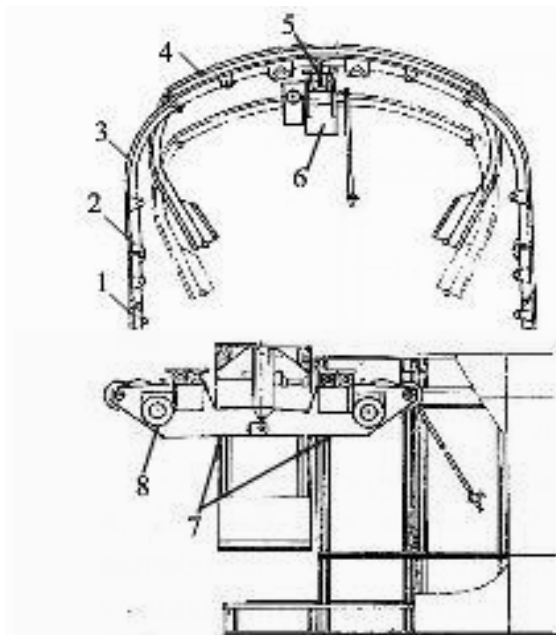


Рисунок 17.7 - Опалубка ОМП

- 1 – фундаментная подставка; 2 – откидная часть секции; 3 – боковая часть секции; 4 – сводчатая часть секции; 5 – монорельс-двутавр; 6 – транспортная тележка; 7 – каретки; 8 – привод

стыковки секций при монтаже служат упоры и направляющие. На торцевой стороне арки секции шарнирно крепятся скобы для установки предохранительной крепи и рабочего полка. На сводчатой части секции жестко закреплена двутавровая балка. Двутавры секций при стыковке образуют монорельсовый путь, по которому перемещается транспортная тележка. Транспортная тележка имеет стопора, предотвращающие ее скатывание с монорельса.

Секции опалубки доставляют к месту производства работ на специальной платформе. Первые 5-6 секций опалубки монтируют на почве в выработке и устанавливают в проектное положение с помощью лебедки.

Механизация - бетоноукладчики БМ-60, БМ-68, БУК-1 (2), «Монолит». Трудоемким является процесс загрузки бетонной смеси.

Прочие работы - не механизированы и трудоемки.

Ходки – $S = 6-8 \text{ м}^2$. Примыкают под прямым углом к другим выработкам.

Целесообразно использовать скреперы или ПДВ-2.

Скорость проведения при этом (и на заездах) снижается на 15-20 %.

Очередность строительства выработок:

- (1)- сопряжения стволов с ОД;
- (2)- сбойка между стволами;
- (3)- выработки для размещения временного водоотлива электроподстанции;
- (4) - магистральные выработки.

Электровозная откатка вводится после строительства грузовой и порожняковой ветвей клетового ствола и укладки стрелок.

Режим работы - 4-х сменный. ОД строят 4-6 проходческих бригад из 30-70 человек.

Пример - при разделке ОД на «Шахтерской-глубокой» $V_{\text{мес}} = 5014 \text{ м}^3$.

$P_{\text{ср}} = 0,73-1,04 \text{ м}^3/\text{выход}$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Протосеня, А. Г. Строительство горных предприятий и подземных сооружений : Учебник / А. Г. Протосеня, И. Е. Долгий, В. И. Очкуров; Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». – СПб, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. – URL: <http://ea.domntu.org/handle/123456789/34454>
2. Шахтное и подземное строительство. Технология строительства горных выработок: Учеб. пособие/ В.А. Ткачев, А.Ю. Прокопов, Е.В. Кочетов. - Шахтинский ин-т ЮРГТУ. Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2008. - 244 с.
3. Правила безопасности в угольных шахтах (утверждены совместным приказом Государственного Комитета горного и технического надзора ДНР и Министерства угля и энергетики ДНР от 18 апреля 2016 г. № 36/208). – Донецк, 2016. – 164 с.
4. Временные единые правила безопасности при обращении со взрывчатыми материалами промышленного назначения: утв. приказом Государственного комитета гортехнадзора ДНР от 17 июля 2018 г., № 300. – Донецк, 2018. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. – URL: <http://ea.domntu.org/handle/123456789/34456>
5. Методические указания к практическим занятиям по дисциплинам «Сооружение горизонтальных и наклонных выработок», «Технология сооружения горных выработок», «Основы горного дела. Строительная геотехнология», «Геотехнология. Строительная» / сост.: А.Н. Шкуматов, В.Ф. Формос. – Донецк: ДОННТУ, 2017. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. – URL: <http://ea.domntu.org/handle/123456789/34672>
6. Методические указания к организации самостоятельной работы студентов и выполнению контрольной работы по дисциплинам «Сооружение горизонтальных и наклонных выработок», «Основы горного дела. Строительная геотехнология», «Геотехнология. Строительная» (для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» специализаций «Шахтное и подземное строительство», «Обогащение полезных ископаемых», «Горные машины и оборудование» всех форм обучения) / сост. А.Н. Шкуматов. – Донецк: ДОННТУ, 2017. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. – URL: <http://ea.domntu.org/handle/123456789/34674>
7. Половов, Б. Д. Основы горного дела [Электронный ресурс] : общие сведения и понятия горного дела. Подземная, открытая и строительная геотехнологии. / Б. Д. Половов, А. А. Химич, Н. Г. Валиев. – 17,86 Мб. – Екатеринбург: УГГУ, 2012. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. - URL: <http://ea.domntu.org/handle/123456789/34673>
8. Сборник Е36: Единые нормы и расценки. Горнопроходческие работы. – М.: Стройиздат, 1988. - Вып.1. – 206 с.