

**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 НАКЛОННЫХ И КАМЕРНЫХ
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

Составители:

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

Формос Валерий Федорович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительство зданий, подземных сооружений и геомеханика»

Ш

Конспект лекций по дисциплине «Шахтное и подземное строительство. Строительство наклонных и камерных 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, В. Ф. Формос. – Электрон. дан. (1 файл: 4,3 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. <i>Особенности технологии строительства наклонных выработок</i>	
Лекция №1: Введение. Цель курса. Строительство наклонных выработок	4
Лекция №2: Классификация наклонных выработок по назначению. Требования ПБ.....	7
Тема 2. <i>Технология строительства уклонов</i>	
Лекция №3: Технология строительства уклонов	15
Лекция №4: Показатели технологии строительства уклонов. Требования ПБ	
Тема 3. <i>Технология строительства бремсбергов</i>	
Лекция №5: Технология строительства бремсбергов	20
Лекция №6: Показатели технологии строительства бремсбергов. Требования ПБ	
Тема 4. <i>Технология строительства печей и скатов</i>	26
Лекция №7: Технология строительства печей и скатов. Показатели. Требования ПБ.....	30
Лекция №8: Технология строительства восстающих. Показатели. Требования ПБ.....	
Тема 5. <i>Строительство наклонных стволов и штолен</i>	
Лекция №9: Технология строительства наклонных стволов и штолен. Показатели. Требования ПБ.	38
Лекция №10: Схемы углубки, область их применения.	43
Лекция № 11: Технология проходческих работ.....	
Тема 6. <i>Ремонт и реконструкция наклонных стволов</i>	
Лекция №12: Ремонт и погашение наклонных выработок.....	48
Лекция №13: Ремонт горных выработок: текущий, средний, капитальный	
Лекция №14: Технология погашения горных выработок. Безопасность ведения работ...	
Тема 7. <i>Технология строительства камер</i>	52
Лекция №15: Технология строительства камер. Сечения, типы крепи.....	57
Лекция №16: Транспорт горной массы. Оборудование при строительстве камер.....	
Лекция №17: Организация работ. Показатели.....	62
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	

Тема 1. Особенности технологии строительства наклонных выработок

Лекция №1: Введение. Цель курса. Строительство наклонных выработок

К наклонным относятся выработки, имеющие угол наклона более 5°. В горнодобывающей промышленности такими выработками являются наклонные стволы, уклоны, бремсберги; в гидротехническом строительстве – наклонные водоводы; в городском подземном строительстве – эскалаторные туннели и др.

Объем строительства наклонных выработок в горнодобывающей промышленности достигает 25% от общего объема капитального строительства.

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

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- сущность и область применения технологий строительства наклонных и камерных выработок;

- передовые методы организации работ;

уметь:

- составлять проекты производства работ на проведение наклонных и камерных выработок, обеспечивающие рациональные технико-экономические показатели;

- анализировать работу проходческих бригад и 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 отчётные 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).

Формы и размеры наклонных выработок, как и горизонтальных, зависят от назначения, размещения оборудования и транспортных средств, типа крепи, условий вентиляции и т.д. В соответствии с типом крепи применяется форма поперечного сечения— арочная, сводчатая и трапециевидная. Размеры сечения наклонных выработок изменяются от 15 до 25 м² в горнодобывающей промышленности, до 50 м² и более в гидротехническом и городском строительстве.

Наклонные выработки, так же как горизонтальные, крепят металлической арочной крепью, монолитным бетоном, набрызг-бетоном, анкерами и смешанной крепью

Наклонные выработки в горнодобывающей промышленности и гидротехническом строительстве проводятся буровзрывным и комбайновым способами в направлении сверху вниз или снизу вверх. Эскалаторные тоннели, как правило, проводят с применением специальных способов в направлении сверху вниз.

Технология проведения наклонных выработок имеет много общих положений с технологией проведения горизонтальных выработок. Специфической особенностью ведения наклонных выработок является угол их наклона, который оказывает влияние на выбор оборудования для бурения шпуров, погрузки породы, а также на организацию водоотлива, проветривания и другие работы.

Трудоемкость работ в выработках с углом наклона от 13 до 30° увеличивается на 16%, а в выработках с наклоном 31 - 45°— на 30%.

При проведении выработок сверху вниз производительность труда уменьшается при длине транспортирования 150-300 м на 10%, 300-500 м — на 15%, более 500 м — на 20%. В настоящем разделе рассматривается технология проведения наклонных выработок в обычных условиях.

Условия применения оборудования при проходке наклонных выработок

Процессы и оборудование	Угол наклона выработки, градус					
	5	10	15	18	25	35
<u>Бурение шпуров</u> электросверла пневмосверла перфораторы колонковые электросверла	—————					
Бурильные установки БУР-3 с маневровыми лебедками	—————					
<u>Погрузка породы</u> Погрузочные машины с нагребными лапами ПНБ-1, ТПНБ-2, 2ПНБ-3	—————					
Скреперные установки СКУ-1, СКМ-600, СП-2/1М	—————					
Скреперные установки МПДК-2, МПДК-3	—————					
<u>Транспортирование горной массы</u> Вагонетки	—————					
Сюльпы	—————					
Ленточные конвейеры	—————					
Скребок-конвейеры	—————					
Скребок-конвейер КСП-2	—————					
Самотеком по желобам	—————					

Тема 1. Особенности технологии строительства наклонных выработок

Лекция №2: Классификация наклонных выработок по назначению.

Требования ПБ

Классификация наклонных выработок по назначению

Бремсберг - наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на дневную поверхность, пройденная по восстанию (в направлении снизу вверх) и предназначенная для спуска горной массы сверху вниз при помощи механических транспортных средств, передвижения людей, транспортирования грузов, материалов, вентиляции и водоотлива.

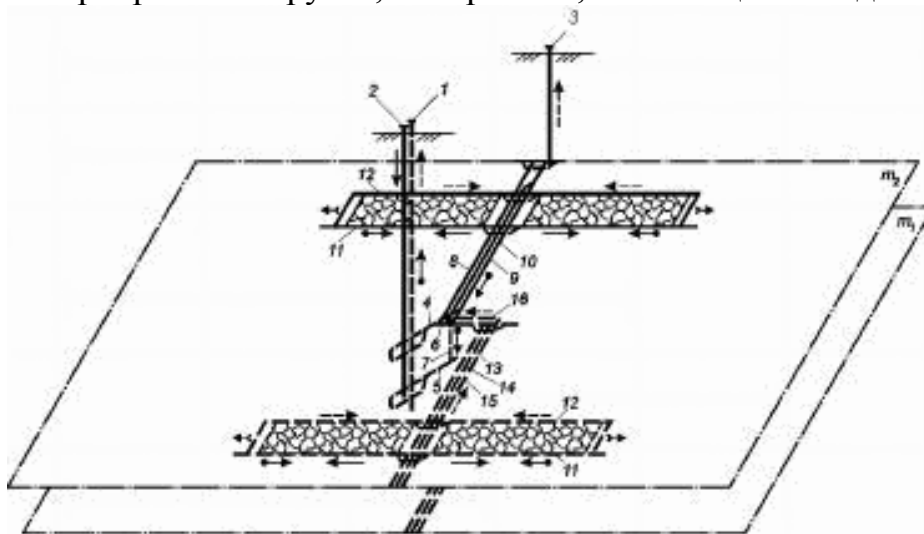


Рисунок 2.1 – Схема шахтных горных выработок: 1, 2, 3 – главный, вспомогательный, вентиляционный стволы; 4, 5 – квершлаг; 6 – главный штрек; 7 – капитальный гезенк; 8 – вспомогательный бремсберг; 9 – капитальный бремсберг; 10 – вентиляционный ходок; 11 – транспортный штрек; 12 – вентиляционный штрек; 13 – вспомогательный уклон; 14 – капитальный уклон; 15 – вентиляционный ходок; 16 – главный вентиляционный штрек

Уклон – наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на дневную поверхность, пройденная по падению (в направлении сверху вниз) и предназначенная для подъема горной массы снизу вверх, передвижения людей, транспортирования грузов, материалов, вентиляции и водоотлива.

Восстающий - вертикальная или наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность и имеющая выход на один или оба этажных горизонта. Предназначен для доставки материалов и оборудования, перемещения людей, проветривания и спуска горной массы. Имеет одно, два или три отделения, в т.ч. лестничное.

Наклонная выработка, по которой откатывают вагонетки, должна иметь **людской ходок** высотой не менее 1,8 м и шириной не менее 0,7 м с обязательным ограждением, сделанным из прочно укрепленных стоек, обшитых со стороны рельсов горбылями или досками.

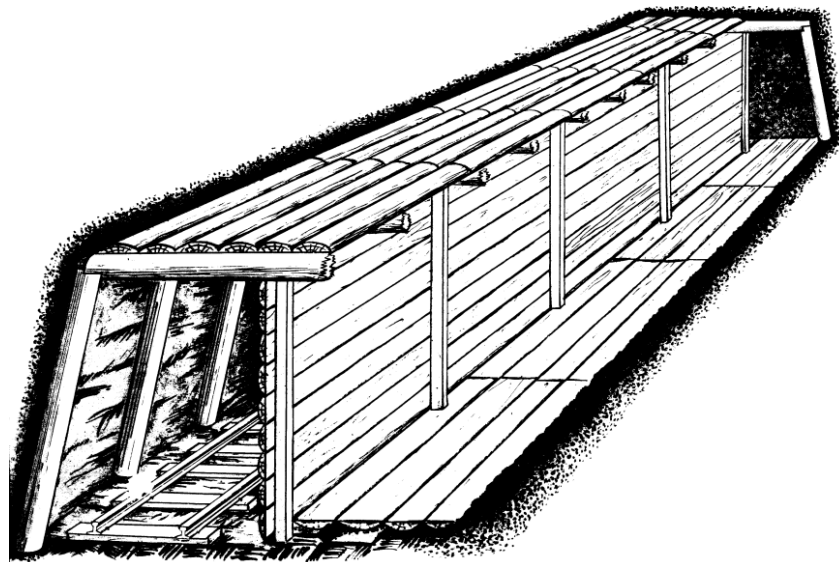


Рисунок 2.1 - Общий вид людского ходка в наклонной выработке

Особенности строительства - выполняют тот же комплекс работ, что и для горизонтальных.

По правилам технической эксплуатации в выработках, в которых предусмотрено передвижение людей, должен быть проход 1,8м x 0,7м.

При $\alpha = 7-10^\circ$ устраивают перила, прикрепленные к крепи;

$\alpha = 11-25^\circ$ - трапы с перилами;

$\alpha = 26-30^\circ$ - сходни со ступеньками и перилами;

$\alpha = 31-45^\circ$ - лестницы с горизонтальными ступеньками и перилами;

$\alpha > 45^\circ$ - ходовое отделение как в стволах.

Проход для людей располагают со стороны конвейера (монорельса). При откатке грузов передвижение людей запрещено.

При $\alpha \geq 10^\circ$ шпалы укладывают на 2/3 их толщины в поперечные канавки на балласт толщиной не менее 50 мм;

при $\alpha \leq 9^\circ$ шпалы заводят за ножки крепи либо в почву забуривают анкера для упора в них шпал. Это предохраняет рельсовый путь от сползания.

Крепление - трудоемкость выше, чем в горизонтальных выработках. Арки устанавливают с отклонением на 5° в сторону восстания. На каждый несущий элемент устанавливают стяжку (расстрел).

При проведений сверху вниз - необходимо откачивать воду.

При проведений снизу вверх происходит скопление метана в забое. Для его удаления необходимо усиленное проветривание или предварительная дегазация. Запрещается применение взрывные работы при проведении наклонных выработок снизу вверх по пласту угля, опасному по выделению метана. Взрывные работы разрешаются только при наличии пробуренной скважины, по которой проходит общешахтная струя воздуха.

Параллельно главным наклонным выработкам на расстоянии 30—40 м проводят одну - две вспомогательные, соединяемые сбойками для организации работ по транспортировке и проветриванию.

Продолжительность этапа подготовительных работ для наклонных выработок больше, чем для горизонтальных. Поправочные коэффициенты:

$$H_{\text{накл}} = H_{\text{гор}} \cdot K_K \cdot K_{\text{п}} \cdot K_{\alpha} \cdot K_1,$$

где K_K , $K_{\text{п}}$, K_{α} , K_1 - поправочные коэффициенты на капеж, приток воды, угол наклона и на длину транспортировки в вагонетках.

При проведении наклонных выработок значения коэффициентов принимаются равными:

Угол наклона выработки, градус	До 10	11-16	Более 16
Направление проведения выработки:			
сверху вниз	1,1	1,2	1,25
снизу вверх	1,0	1,1	1,15

Для наклонных шахтных выработок, возводимых в направлении сверху вниз, необходимо:

- крепить устья наклонных стволов и выработок, выходящих на поверхность, огнестойкой крепью;
- оборудовать устье противопожарными дверями, если по стволу подается воздух;
- применять предохранительные устройства, исключающие скатывание или падение горнопроходческого оборудования в забой;
- предусматривать меры по предотвращению смещения рельсовых путей;
- устанавливать две предохранительные системы (барьеры, полки) одну вверху у входа в выработку, вторую - не выше 20 м от забоя;
- защищающие забой от падения подъемных сосудов (скипов или вагонеток), скатывания кусков породы или каких-либо предметов;
- обеспечить эффективную откачку подземных вод из забоя, одним из таких решений при больших притоках является организация проходки по способу «шагающего водоотлива» (попеременной проходки с незначительным опережением забоя одного ствола и интенсивной откачкой воды из забоя параллельного ствола);
- предусматривать улавливание воды по всей протяженности наклонной выработки;
- организовать безопасное передвижение людей при рельсовом транспорте в параллельных выработках или в ходовых отделениях.

Для наклонных шахтных выработок, проходимых снизу-вверх, осложнения возникают вследствие трудности проветривания забоя и транспортировки материалов в забой.

Поэтому для повышения эффективности вентиляции следует «сбивать» проходимую выработку вентиляционной скважиной с вышележащим горизонтом или проводить параллельную наклонную выработку с горизонтальными сбоями.

Кроме того, груженные сосуды следует оборудовать ловителями, например, вилками.

Дополнительные требования [2] для каждого типа выработок будут более подробно рассмотрены в соответствующих разделах.

Тема 2. *Технология строительства уклонов*

Лекция №3: Технология строительства уклонов

При проведении уклонов подготовительные работы в основном заключаются в устройстве приемных площадок, которые могут быть трех типов.

Первый — у сопряжения уклона расширяется откаточный штрек и настиляется дополнительный рельсовый путь. На этом рельсовом пути устанавливается состав порожних вагонеток и производится обмен груженых вагонеток на порожние.

Второй — под уклоном проходят выработку и бункер. Разрушенная порода в бункер доставляется конвейером или скипом. Из бункера породу грузят в вагонетки, которые маневровой лебедкой перемещаются на откаточную выработку.

Третий — уклон пересекает откаточная выработка. Бункер и обгонная выработка размещаются между откаточной выработкой и камерой подъемной лебедки.

Для подъемных лебедок сооружается камера, которая соединяется с уклоном канатным ходком, а с откаточной выработкой ходком.

Разрушение породы.

Выбор оборудования для бурения шпуров производится в зависимости от площади поперечного сечения и угла наклона выработки.

При проведении выработок буровзрывным способом выбор ВВ и СВ, расчет параметров буровзрывного комплекса (расход ВВ, конструкция, число, глубина и схема расположения шпуров) производится по формулам, применяемым при расчете буровзрывных работ в горизонтальных выработках.

Бурение шпуров в мягких и средней крепости породах производится ручными электросверлами, а в крепких породах - перфораторами.

В выработках с углом наклона до 10° применяют бурильные установки БУР-2, БУЭ-2 и другие с дополнительными маневровыми лебедками.

Погрузка породы производится погрузочными машинами и скреперными установками. Погрузочные машины типа ПНБ с нагребными лопатами на гусеничном ходу применяют в выработках с углом наклона до 10° , а при наличии дополнительных лебедок до 15° .

Для погрузки породы в выработках с углом наклона более 10° ДонУГИ и ЦНИИподземмаш произвели частичное изменение конструкции машины 1ПНБ-2, в которой введен узел прицепного устройства, увеличены борта конвейера, модернизированы тормозной фрикцион и нагребные лапы. Для удержания машины от сползания применена лебедка 1ЛП со скоростью каната до 0,2 м/с и тяговым усилием 20 Н. Новая машина ПНБ-2у позволяет проводить выработки сверху вниз с углом наклона до 18° .

Уклонная погрузочная машина ППМ-4у отличается от базовой машины ППМ-4э наличием механизма обратного хода — лебедкой, установленной в

задней части рамы. На барабан лебедки наматывается канат, другой конец которого закреплен за якорь.

Погрузочная машина ППМ4У ковшового типа, с колесно-рельсовым механизмом передвижения состоит из рамы с ходовой тележкой, передаточного конвейера, погрузочного ковша, привода механизма передвижения, механизма обратного хода (лебедки с канатом), упорной стойки.

Машины ППМ4УМ и ППМ4У предназначены для погрузки отделенной от массива горной массы в транспортные средства при проведении наклонных прямолинейных горных выработок сверху вниз по падению с углом наклона не более 18° .

Комплексы для проведения выработок буровзрывным способом.

Более производительными являются комплексы для проведения выработок буровзрывным способом. Комплексы позволяют механизировать все основные и вспомогательные процессы и операции. Это повышает темпы проходки выработок, снижает трудоемкость рабочих процессов и увеличивает безопасность труда проходчиков.

Состав комплекса оборудования для проведения выработки буровзрывным способом может быть разнообразным. Или это набор машин и механизмов, которые выполняют одну операцию: буровая установка, погрузочная машина, механизированный полук или машина для крепления выработки и т.д. Или это агрегат (комбайн), выполняющий сразу несколько операций. К примеру, комплекс оборудования «Сибирь 2м» - это одна машина на рельсовом ходу для проведения двухпутевой выработки, состоит из одного агрегата, расположенного на ходовой платформе (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 - Комплекс оборудования «Сибирь 2м»

Имеет две буровых установки УБШ-215 для бурения шпуров по углю и породе, две погрузочные машины с боковой разгрузкой ковша ППН-ТБ для погрузки в скип, вагонетку или конвейер. Также оборудован крепеустановщиком и оборудованием для откачки воды.

Технология проведения выработки комплексом «Сибирь 2М»

Для примера рассмотрим работу комплекса при проходке наклонного ствола:

- по породам прочностью до 100 МПа;
- угол наклона – 12°;
- породы – аргиллит и алевролиты;
- длина ствола – 820 м;
- приток воды – до 105 м³/ч;
- постоянная крепь – СВП-27, шаг установки – 0,4-0,8 м;
- проветривание - ВМЦ-8;
- транспортировка породы – конвейер СР-70.

Предварительно при помощи драглайна с поверхности открытым способом было пройдено 30 м ствола по наносам. Устье было закреплено двойными замкнутыми арками (с обратным сводом) из СВП-27 и СВП-22 и затем обетонировано слоем бетона в 500 мм.

Затем первые 120 м. по слабым породам были пройдены при помощи комбайна ГПК. Затем был опущен комплекс. Для чего была применена лебедка ЛПМ – 10\800, которая в дальнейшем применялась для поддержки комплекса. Для спуска материалов и оборудования в вагонетках была установлена лебедка ЛВ-25.

Работы по проходке выполнялись бригадой из 35 человек при непрерывной рабочей неделе.

Сменное звено – 4-5 проходчиков. Режим работы 4 х 6 ч. Одна смена ремонтно –подготовительная и три – по проходке.

Проходческий цикл начинался с бурения шпуров после того, как:

- порода выгружена из забоя;
- установлена постоянная крепь;
- рельсовые пути настелены до забоя;
- наращены: трубопроводы; вентиляционный став; скребковый конвейер;
- доставлен и складирован запас крепежных и других материалов;
- комплекс находится у груди забоя;
- стрелы погрузочных ковшей задвинуты.

При бурении шпуров два проходчика обслуживали две буровые установки, один проходчик находился в забое - следил за разметкой и бурением шпуров. Четвертый проходчик с мастером- взрывником готовили взрывчатые и забоечные материалы.

При погрузке породы два проходчика обслуживали погрузочные машины, один проходчик следил за погрузкой на скребковый конвейер, а один проходчик занимался подготовкой крепежных материалов.

После выгрузки один проходчик обслуживал крепеустановщик, а три проходчика занимались непосредственно установкой крепи. Так как наблюдался большой приток воды, на комплексе была установлена водоотливная установка, состоящая из 4-х насосов 1В 20 х 16, которая постоянно находилась в работе. На весь цикл уходило 14 часов.

Тема 2. *Технология строительства уклонов*

Лекция №4: Показатели технологии строительства уклонов. Требования ПБ

Показатели технологии

Нормативные скорости проведения:

ОД, камеры сопряжения - 400 м³/мес.

Квершлагги, полевые штреки - 90 м/мес.

Штреки по полезному ископаемому и с подрывкой породы - 140 м/мес.

Наклонные выработки, сверху вниз:

по полезному ископаемому и с подрывкой породы – 120 м/мес;

полевые – 70 м/мес;

Наклонные выработки, снизу вверх:

по полезному ископаемому и с подрывкой породы – 120 м/мес;

полевые – 75 м/мес.

Капитальные рудоспуски и восстающие – 45 м/мес.

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. 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.

Транспортирование породы в вагонетках и скипах снижает производительность труда по сравнению с транспортированием конвейерами на 10 – 15%.

Взрывные работы

Перед заряданием забоя необходимо производить расстановку постов и знаков, людей удалять из забоя, чтобы в забое оставался только мастер – взрывник и проходчики, принимающие участие в зарядании. Забой приводить в безопасное состояние: осланцевание, обмывка, оборка отслоившихся кусков породы. В забое должен быть неснижаемый суточный запас забоечного материала - пыжи из песчано-глинистой смеси, гидроампулы, устройство для заливки ампул, точеная круглая трамбовка.

На период взрывания комплекс при помощи лебедки должен подниматься на безопасное расстояние, определенное паспортом проведения и крепления выработки. После взрывания и полного проветривания забоя мастер – взрывник должен осмотреть забой и разрешить доступ.

Установка рамной крепи

Крепежные рамы следует устанавливать строго перпендикулярно продольной оси выработки.

Выработки с углом наклона до 12° следует крепить так же, как и горизонтальные.

При креплении выработок, проходимых с углом наклона свыше 12° , необходимо устанавливать опорные рамы и в особых случаях распорки между крепежными рамами.

При угле наклона выработок до 25° расстояние между опорными рамами должно быть не более 10 -12 м.

При угле наклона выработки свыше 25° расстояние между опорными рамами не должно превышать 4 -6 м.

При проходке выработки в сползающих породах рамы следует устанавливать с некоторым наклоном ($3-10^\circ$) в сторону, противоположную сползанию.

Устройство заградительного барьера (рис.4.1)

На расстоянии 10 -15 м от забоя необходимо устраивать заградительный барьер для защиты от сорвавшихся вагонеток (скипов).

При подъеме грузов по наклонным выработкам наибольшая скорость движения не должна превышать: в вагонетках — 3,5 м/сек, в скипах — 5 м/сек.

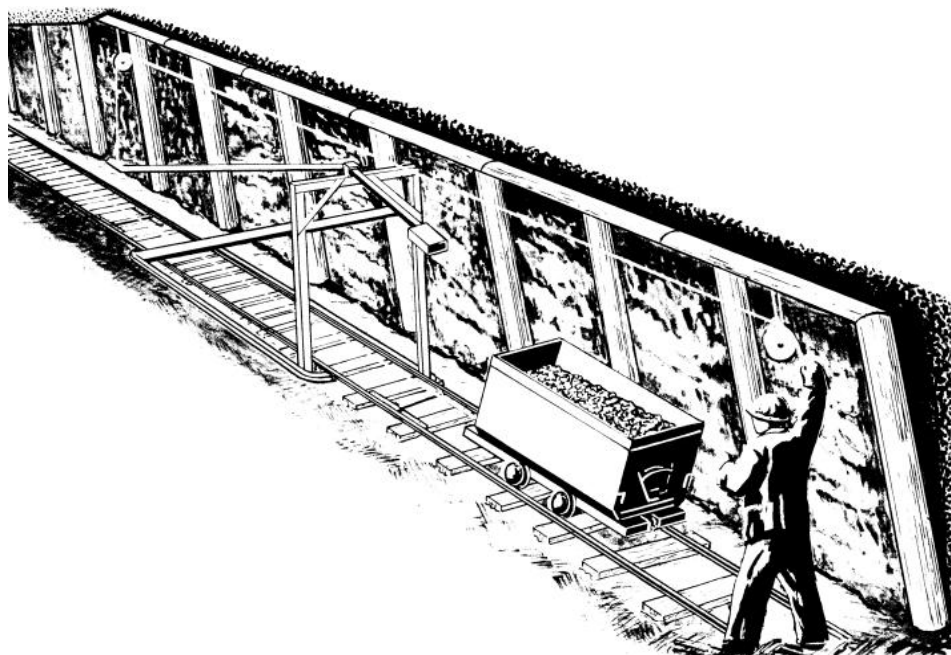


Рисунок 4.1 – Заградительный барьер

Способы водоотлива

В зависимости от притока воды применяют два способа водоотлива:

- 1) в подъемных сосудах – в случае притока воды до 5-6 м³/час;
- 2) при помощи насосов – в случае притока воды свыше 5 -6 м³/час.

В первом случае воду в подъемные сосуды подают переносными насосами типа НПП-1.

Во втором случае воду откачивают при помощи высоконапорных насосов на поверхность или к месту стационарной насосной установки.

В выработках, пройденных под углом наклона свыше 10—12°, насосные установки монтируют на специальных металлических рамах или переносных полках, располагая насос горизонтально.

Для облегчения передвижения насосных установок в выработке насосы можно монтировать на специальной тележке и передвигать по рельсовому пути лебедкой. Тележку во время работы насоса необходимо закреплять к рельсам специальными затяжными снобами.

Нарращивание бортов вагонетки и прицепные устройства

Для увеличения объема кузова вагонеток, применяемых в наклонных выработках, можно наращивать борта. Вагонетку следует наполнять породой ниже борта не менее чем на 10 см.

Для повышения устойчивости вагонетки при угле наклона выработки свыше 150 канат необходимо прицеплять к специальному приспособлению – контрцепи.

Подъемные канаты для ручного и механического подъема при навеске должны иметь запас прочности: для подъема и спуска людей и грузов —7,5; для подъема и спуска грузов — 6,5.

Все подъемные канаты перед навеской должны быть испытаны на канатно-испытательных станциях.

Стержни, предохранительные цепи и прицепные устройства подъемных (проходческих) установок, а также проушины должны иметь 4-кратный запас прочности.

Предохранительные приспособления

Вагонетки и платформы, оставляемые на наклонном пути, должны быть надежно закреплены (рис. 4.2,а, 4.2,б) и прицеплены к тяговому канату.

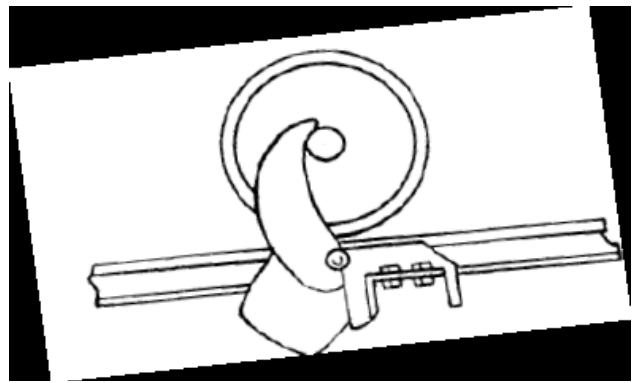
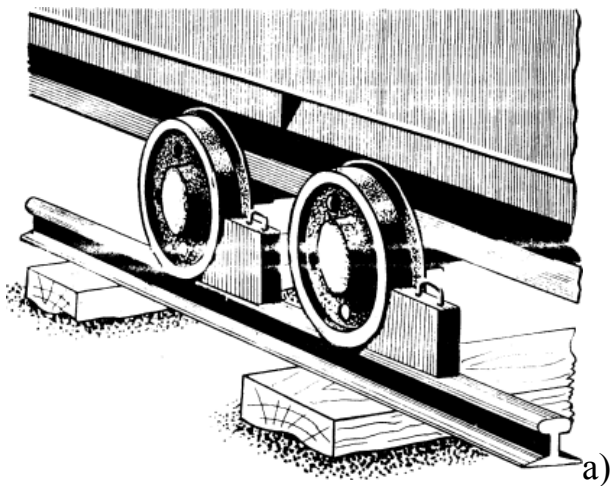


Рисунок 4.2 – Предохранительные приспособления: а) закрепление вагонеток на наклонных путях с помощью «башмаков»; б) стационарные ловители;

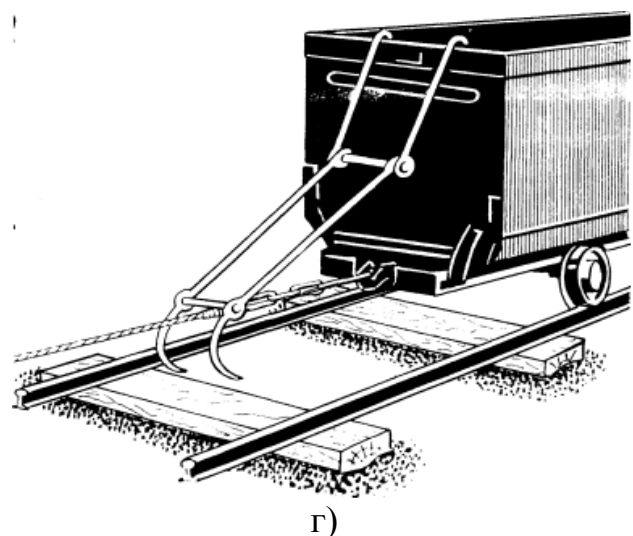
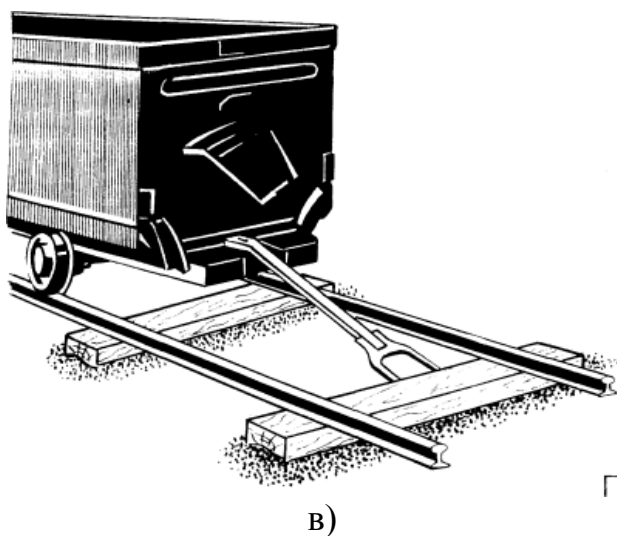


Рисунок 4.3 – Предохранительные приспособления: в) навесной ловитель в виде упорной вилки; г) навесной ловитель в виде крючьев

Вагонетки должны иметь предохранительные приспособления, препятствующие скатыванию вагонеток при обрыве каната или сцепки (рис. 4.3,в, 4.3,г).

Тема 3. *Технология строительства бремсбергов*

Лекция №5: Технология строительства бремсбергов

Обычно бремсберги в шахтах до II категории по метановыделению проводят снизу вверх, в шахтах III категории и более – сверху вниз. Для уменьшения продолжительности строительства бремсберги проводятся узким забоем одновременно с вентиляционным и откаточным горизонтами. Возможно проведение главного и вспомогательного бремсбергов широким забоем с закладкой породы в расколку между ними.

Проведению бремсбергов, как и при проведении уклонов, предшествуют подготовительные работы, состав и объем которых зависит от технологической схемы проведения бремсберга, вида эксплуатационного транспорта, горно-геологических условий.

Бурение шпуров производится ручными и колонковыми электросверлами, переносными перфораторами. В выработках с углом наклона до 10° применяются бурильные установки, удерживаемые в выработке с помощью тормозов или маневровыми лебедками.

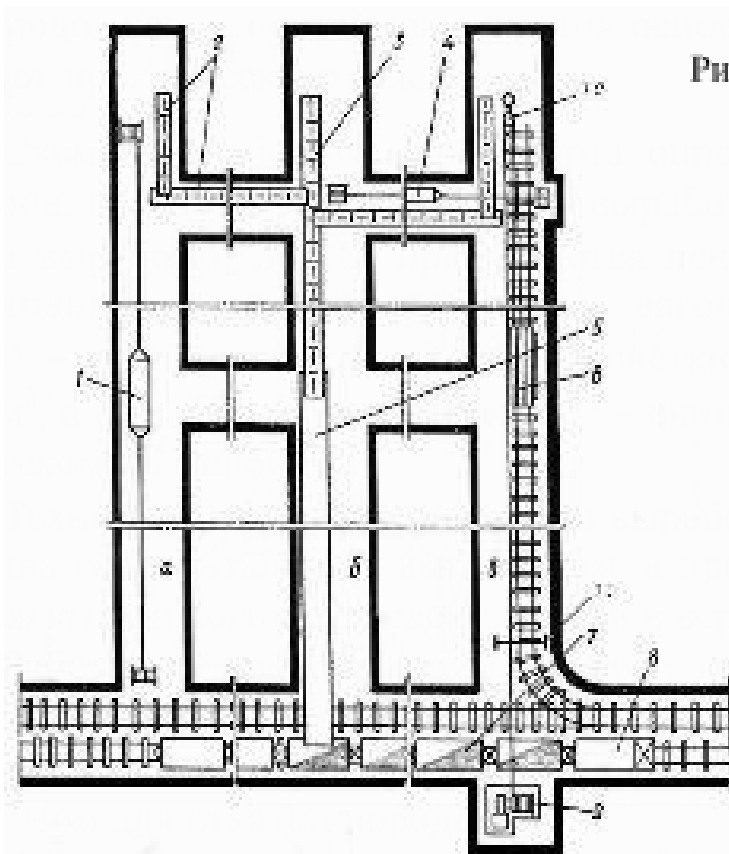


Рисунок 5.1 - Схема транспортирования горной массы и материалов при проведении главного и вспомогательных бремсбергов

- 1 – волокуша для доставки материалов в забой;
- 2, 3 – скребковые конвейера;
- 4 – волокуша для доставки материалов по просеку из бремсберга *в* в бремсберг *б*;
- 5 – ленточный конвейер;
- 6 – вагонетка для материалов;
- 7 – вагонетка;
- 8 – электровоз;
- 9 – однобарабанная лебедка;
- 10 – передвижной блок на распорной стойке;
- 11 – предохранительный барьер

Погрузка породы производится погрузочными машинами типа без и с удерживающими устройствами, а также скреперными установками. Для перемещения породы применяются скребковые и ленточные конвейера, самоходные транспортные средства, одноконцевая канатная откатка. При одноконцевой откатке подъемная лебедка устанавливается на штреке или в камере, а передвижной блок – у забоя на распорной стойке (рис. 5.1). До сопряжения откаточного штрека с бремсбергом должен устанавливаться стационарный предохранительный барьер.

Материалы в забой бремсберга доставляют в вагонетках или волокушах. Одна лебедка устанавливается в призабойной зоне, а вторая – на штреке (см. рис. 5.1). Если в главном бремсберге на период эксплуатации не предусмотрен рельсовый путь, то настиляется временный рельсовый путь или используется вспомогательный бремсберг до ближайшей к забою сбойки, а дальше материалы транспортируются волокушей с помощью лебедок. Крепление бремсбергов аналогично возведению крепи в уклонах.

При проведении выработки сечением в свету $12,8 \text{ м}^2$ с углом наклона $6-8^\circ$ в породах прочностью 40-60 МПа использовался комплект проходческого оборудования, включающий буропогрузочную машину 2ПНБ-2Б, и самоходный вагон 5BC15M. Погрузочный пункт при угле сопряжения выработок 90° может быть оборудован коротким (до 10 м) скребковым конвейером СР-70. При загрузке вагонеток непосредственно из вагона 5BC15M и достаточной высоте выработки – деревянным помостом. Время разгрузки породы из самоходного вагона через промежуточный конвейер составит 5-7 мин, при отказе от него – 1,5-3 мин (рис. 5.2).

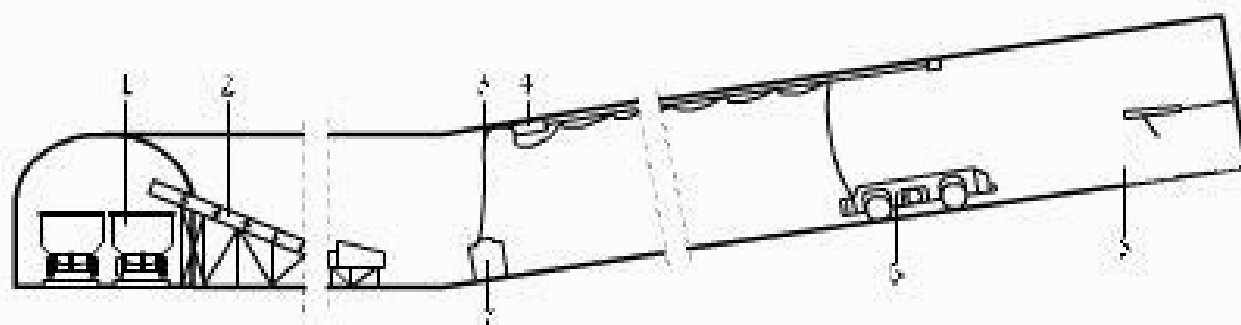


Рисунок 5.2 - Расположение проходческого оборудования при проведении наклонной выработки в направлении снизу вверх

- 1 – вагонетка; 2 – скребковый конвейер СР-70; 3 – кабель; 4 – натяжное устройство;
 5 – буропогрузочная машина 2ПНБ-2Б; 6 – самоходный вагон 5BC15M;
 7 – шахтный пускатель

Проходческая бригада из 5 звеньев: 4 звена заняты на проведении и 5 звено – в ремонтно-подготовительную смену. На уборке породы задействованы 4 человека: машинист и помощник машиниста 2ПНБ-2Б, водитель 5BC15M и проходчик, который управлял маневровой лебедкой при разгрузке

5BC15M в состав вагонеток. За время рейса вагона 5BC15M формировался бурт породы, подтягивали кабель и выполнялись другие вспомогательные работы. Крепь КМП-А3 с шагом 0,75 м и железобетонная затяжка устанавливались звеном проходчиков. Скорость проведения выработки 48 м/мес. при производительности труда 4,42 м³/(чел.·смена).

Серийные проходческие комбайны избирательного действия 4ПУ, ГПКС, 4ПП-2, 4ПП-5 применимы для проведения выработок с углом наклона до 10°, а при наличии удерживающего устройства – до 20° (рис. 5.3). На ведущие звездочки гусеничной цепи крепятся натяжные барабан-лебедки. Под траки проходческого комбайна укладываются две инвентарные балки на расстоянии 2,5 м друг от друга, к которым поочередно прикрепляют тяговые и предохранительные канаты. При включении хода в результате навивки канатов на барабан лебедки проходческий комбайн подтягивается вверх к забою. Крепление тяговых канатов к вновь заложеной под гусеничную цепь инвентарной балке производится только после зацепления и натяжения предохранительных канатов. При слабой почве выработки инвентарные балки закрепляются с помощью анкеров.

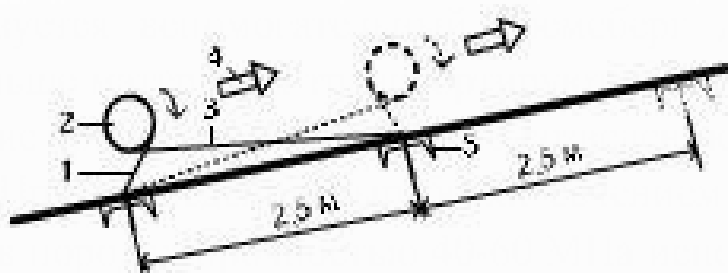


Рисунок 5.3 - Удерживающее устройство

- 1 – предохранительный канат;
- 2 – барабан; 3 – канат;
- 4 – направление движения комбайна;
- 5 – балка с анкером

Комплексе «Кузбасс КН-5Н» механизированы работы по разрушению массива, погрузке и транспортированию горной массы, возведению анкерной крепи в выработках с углом наклона до 35°.

В шахтах до II категории по метановыделению бремсберги проводят снизу вверх, в шахтах III категории и более – сверху вниз. Проведению бремсбергов предшествуют подготовительные работы, состав и объем которых зависит от технологической схемы проведения бремсберга, вида эксплуатационного транспорта, горногеологических условий.

Практика свидетельствует об эффективности применения самоходного вагона 5BC15M в выработках сечением в свету 12,8 м² с углом наклона 6-8° в породах прочностью 40-60 МПа.

Проходческие комбайны избирательного действия 4ПУ, ГПКС, 4ПП-2, 4ПП-5 применяются для проведения выработок с углом наклона до 10°, а при наличии удерживающего устройства – до 20°.

Тема 3. *Технология строительства бремсбергов*

Лекция №6: Показатели технологии строительства бремсбергов. Требования ПБ

При расчете организационно-технических параметров проходческого цикла по эксплуатационной производительности оборудования, как и в горизонтальных выработках, продолжительность механизированных операций определяется производительностью проходческого оборудования при его максимальном использовании, а немеханизированных (ручных) операций – по нормам времени (выработки) с учетом коэффициента их перевыполнения 1,02-1,10. Количество проходчиков для выполнения механизированных операций принимается по расстановке проходчиков по рабочим местам. Число проходчиков, занятых на вспомогательных работах, принимается из условия равенства продолжительностей выполнения основных операций и вспомогательных работ проходческого цикла.

На показатели строительства наклонных выработок значительное влияние оказывает схема призабойного транспорта.

Схема призабойного транспорта определяется протяженностью, углом наклона, направлением проведения выработки и водопритоком. При угле наклона выработки до 18° применяются ленточные и скребковые конвейеры, самоходные транспортные средства, вагонетки вместимостью до 4 м^3 ; при $18-25^\circ$ – скребковые конвейеры, вагонетки более 4 м^3 , скипы вместимостью до 6 м^3 , а при угле наклона более 25° – скипы или транспортирование породы самотеком по желобам.

Транспорт породы организуют по следующим схемам:

- канатная откатка в вагонетках (скипах);
- скребковый конвейер – канатная откатка в вагонетках (скипах);
- скребковый конвейер – ленточный конвейер;
- самоходные транспортные средства.

Высокая производительность транспортирования горной массы в выработках протяженностью более 400 м достигаются при применении в призабойной зоне скребкового конвейера (СР-70М, 1СР-70М, С-50, С-53) и ленточного конвейера (1ЛТ80У, 2ЛТ80У, 1ЛТП80У, 1ЛУ100, 2ЛУ80У, 2ЛУ-80У-01, 2ЛУ-100У-01) в остальной части выработки. При последовательной установке нескольких конвейеров возрастают трудозатраты по монтажу и уборке просыпи в пунктах перегрузки. Длина скребкового конвейера при транспортировании породы прочностью до 50 МПа определяется углом наклона выработки и требуемой производительности конвейера.

При эксплуатации ленточного конвейера возникает необходимость устройства в выработке рельсового пути с канатным подъемом или монорельсовой дороги для доставки материалов, требуется выдержанная, качественно

спланированная почва и прямолинейность выработки. Производительность ленточного конвейера в обводненных выработках с углом наклона более 10° обычно на 30-35% меньше, чем в сухих выработках. Монтаж и наращивание конвейера требует остановки забоя.

Транспортная схема «скребковый конвейер – канатная откатка вагонетками (скипами)» целесообразна при транспортировании породы прочностью до 50 МПа и угле наклона выработки $10-25^\circ$.

Существенно снижает трудоемкость транспортно-доставочных работ применение в выработках с углом наклона до $\pm 15^\circ$ и волнистым профилем почвы при прочности пород до 120 МПа самоходные вагоны 1BC5, 5BC15M и др. Наибольшая эффективность достигается в выработках, проводимых под углом $\pm 10^\circ$ в породах прочностью 60-80 МПа и длине откатки 300-400 м.

Для удержания проходческого оборудования в призабойной зоне используются однобарабанные лебедки типа ЛГ, ЛП, ЛМЭ и ЛВД. Тип лебедки определяется канатоемкостью барабана и максимальной концевой нагрузкой. Лебедка устанавливается на бетонный фундамент или металлическую раму, которая с помощью анкеров, механических распорных стоек (почва-кровля) фиксируется (раскрепляется) в специальной нише или в выработке. Погрузочная машина, бурильная установка удерживаются канатом через систему блоков или непосредственно к лебедке

Стационарные предохранительные барьеры с дистанционным управлением устанавливаются в начале спуска уклона ниже верхней приемной площадки или при проведении бремсбергов – выше нижней приемной площадки. На расстоянии не более 20 м от забоя устанавливается передвижной предохранительный барьер (рис. 6.1).

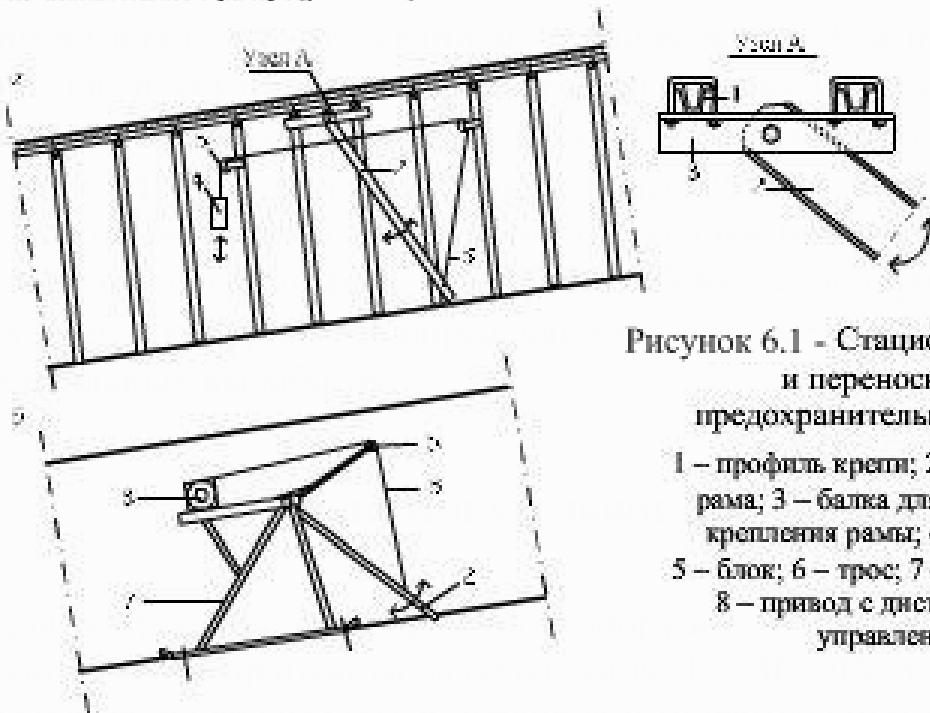


Рисунок 6.1 - Стационарный (а) и переносной (б) предохранительные барьеры

- 1 – профиль крети;
- 2 – «падающая» рама;
- 3 – балка для шарнирного крепления рамы;
- 4 – контргруз;
- 5 – блок;
- 6 – трос;
- 7 – рама барьера;
- 8 – привод с дистанционным управлением

«Падающая рама» барьера изготавливается из швеллера, двутавра или рельсов и шарнирно крепится к верхнякам крепи или к основанию барьера. При спуске вагонетки «падающая» рама тросом поднимается вручную, приводом дистанционно или автоматически, при подъеме – рама поднимается движущейся вагонеткой.

Строительству наклонных выработок предшествует проведение верхней и нижней приемных площадок. Длина технологического отхода при буровзрывной технологии проведения сверху вниз с применением погрузочных машин на гусеничном ходу составляет 20-25 м, снизу вверх 30-35 м. Для проходческих машин на колесно-рельсовом ходу и комбайновой технологии технологический отход составляет 10-14 м.

В выработках, проводимых сверху вниз под углом до -25° и снизу вверх под углом до $+10^\circ$, бурильные установки работают без значительного уменьшения производительности. Производительность бурения шпуров рассчитывается как для горизонтальных выработок.

Наклонные выработки проветриваются за счет общешахтной струи воздуха или вентиляторами местного проветривания по нагнетательной схеме.

В выработках с углом наклона до $8-10^\circ$ породу грузят серийными погрузочными машинами на гусеничном ходу. Специализированные погрузочные машины применяются в выработках, проводимых под углом до 18° сверху вниз. В выработках, проводимых снизу вверх под углом $10-18^\circ$, погрузочные машины на гусеничном ходу оборудуют удерживающим устройством из двух гидродомкратов с упорными башмаками. Скреперные установки грузят породу в выработках, проводимых сверху вниз под углом до 35° .

Схема призабойного транспорта определяется протяженностью, углом наклона, направлением проведения выработки и водопритокком. При угле наклона выработки до 18° применяются ленточные и скребковые конвейеры, самоходные транспортные средства, вагонетки вместимостью до 4 м^3 ; при $18-25^\circ$ – скребковые конвейеры, вагонетки более 4 м^3 , скипы вместимостью до 6 м^3 , а при угле наклона более 25° – скипы или транспортирование породы самотеком по желобам.

Тема 4. *Технология строительства печей и скатов*

Лекция №7: Технология строительства печей и скатов. Показатели.

Требования ПБ

Строительство печей и скатов

Печи подразделяются на: разрезные, вентиляционные, транспортные.

Проводят по пологим пластам без подрывки пород.

Форма сечения - прямоугольная, а в мощных пластах круглая или арочная. Высота в черне 1,8-2 м. Ширина 2 м вентиляционных или 3-5 м разрезных.

В транспортных зависит от габаритов транспортного оборудования. Крепление - 2-3 деревянные или металлические стойки под верхняк. Кровлю можно закреплять штангами и верхняками с металлической сеткой.

Проведение - сверху вниз при помощи БВР;

- отбойными молотками;
- гидроотбойкой;
- нарезными комбайнами;
- буросбоечными машинами;
- по комбинированной технологии.

В газовой шахте проведение печей снизу вверх по буровзрывной технологии возможно только после того, как будет пробурена скважина на всю длину печи (между откаточным и вентиляционным штреками) для проветривания забоя за счет общешахтной струи воздуха.

При применении отбойных молотков проводит звено из двух-трех проходчиков. Работы выполняются последовательно. Для транспортировки угля на штрек возможно использование скреперов.

Комбайны - ПКГ-3, ПКГ-4 применяют при разработке мощных пластов.

На пологих пластах мощностью 0,7-1,2 м проводят нарезными комбайнами и комплексом КН с $V_{\text{свт}} = 10-15$ м.

Вентиляционные печи проводят сразу на все сечение; разрезные и транспортные - в несколько этапов. Вначале снизу вверх бурят скважину, затем сверху вниз ее расширяют до требуемых размеров.

Сбоечно-буровая машина СБМ-3у бурит скважину $\varnothing 390$, затем разбуривает до $\varnothing 850$ глубиной до 150м.

Производительность бурения - 48,4 м/смену, разбуривания - 28,5 м/смену.

БГА -2 бурит скважину по углю $\varnothing 390$ - $\varnothing 500$, разбуривает - $\varnothing 850$, длиной 60-100 м.

Скаты строят по пластам с $\alpha \geq 30^\circ$. Предназначены для транспортировки угля сверху вниз под действием собственного веса.

Форма сечения: прямоугольная, трапециевидная, круглая.

Срок службы небольшой. Крепят деревом. Рамы ставят в разбежку.

Скат имеет 2 отделения: для спуска угля и для передвижения людей, Иногда дополнительно предусматривают отделение для спуска породы. Почву и бока грузовых отделений покрывают металлическими листами. Со стороны ходового отделения через каждые 5м устанавливают смотровые окна размером 20х20 см.

Технология проведения: бурят скважину по углю. Затем ее расширяют до проектных размеров, перепуская горную массу по скважине под действием собственного веса.

МРС-2. Скаты размером 0,5х1,19 м по предварительно пробуренной скважине Ø 170 можно проводить нарезной буровой машиной МРС-2 снизу со скоростью 100 м/смену. Машину подвешивают на канате, пропущенном через скважину. Расширяют и крепят скат сверху вниз, со специального полка подвешенного к канату лебедки, установленной на вентиляционном штреке. Взорванную породу грузят через люк в вагонетки.

ППВ-2м. Используют при проведении скатов на мощных пластах угля через предварительно пробуренную скважину Ø 390-500, которую расширяют в направлении сверху вниз. Машина может расширять крупные скважины Ø 1,3 и 1,5м и квадратные размером 1,5х1,5 м.

2КНП. Комбайн нарезной пневматический. Длина проводимой выработки 150м, $m_v = 0,6-1,3$ м, $\alpha = 45-80^\circ$. Проводят снизу вверх.

«Стрела-68» - для проведения полевых скатов длиной до 75м, $f \leq 10$. Вначале бурят направляющую скважину Ø 190, потом ее расширяют сверху вниз до Ø 1000.

«Стрела-77» Применения подвесного полка предусматривает использование предварительно пробуренной скважины. Шпуры бурят телескопными бурильными машинами с деревянных переносных полков. Которые укладывают на стойки крепи. Направление проведения - снизу вверх. Взорванную горную массу спускают по грузовому отделению ската к штреку и через люк грузят в вагонетки. Перед взрыванием ходовое отделение перекрывают щитом.

Недостаток: трудно доставлять крепежные материалы к забою.

Достоинства: отсутствие процессов погрузки породы и откачки воды

Тема 4. *Технология строительства печей и скатов*

Лекция №8: Технология строительства восстающих. Показатели.

Требования ПБ

Способы проведения восстающих выработок по принципу отделения породы от массива разделяются на буровзрывной способ проведения восстающих и бурением

По признаку особенности отбойки руды (породы) различают способы проведения восстающих с отбойкой породы шпуровыми и скважинными зарядами (см. рис. 8.1). При соответствующей прочности пород, восстающие выработки проводят бурением сплошным забоем или с передовой скважиной (пилот-скважина) и последующим разбуриванием до размеров восстающего. Восстающие выработки способом скважинных зарядов и бурением проводят без присутствия людей в забое.



Рисунок 8.1 – Способы проведения восстающих выработок

Буровзрывная технология проведения восстающих

Восстающие выработки проводят, как правило, в направлении снизу вверх. Способ с отбойкой породы шпуровыми зарядами реализуется в различных вариантах: с применением переносных рабочего и отбойного полков; подвесной клетки и самоходных полков (проходческих комплексов). Способ проведения восстающих скважинными зарядами предусматривает последовательную отбойку отдельными участками (секциями) или одновременную отбойку на высоту восстающего (бессекционный способ). Восстающий проводится при высоте до 30 м в одно отделение, более 30 м – на два или три отделения.

В подготовительный период строительства восстающих выработок в боку или кровле горизонтальной выработки нижнего горизонта проводят камеру (нишу). В камере устанавливают камерную раму, являющуюся основанием для возведения венцовой крепи и устройства выпускного люка. Монтируют лебедку для подъема материалов для крепления венцовой крепью. Подготовительный период при применении комплекса типа КПВ включает проведение монтажной камеры и подходов к ней, монтаж проходческого комплекса, размещение средства для погрузки породы.

Проведение восстающих с применением рабочего и отбойного полков

Технология проведения восстающих выработок с применением рабочего и отбойного полков имеет низкие технико-экономические показатели (рис. 8.2). Скорость проведения в породах прочностью 80-120 МПа не превышает 25-30 м/мес. при производительности труда 1,2-1,8 м³/смену. Распространенность данной технологии объясняется ее универсальностью и доступностью, возможностью применения в различных горнотехнических условиях без использования дорогостоящего специального оборудования.

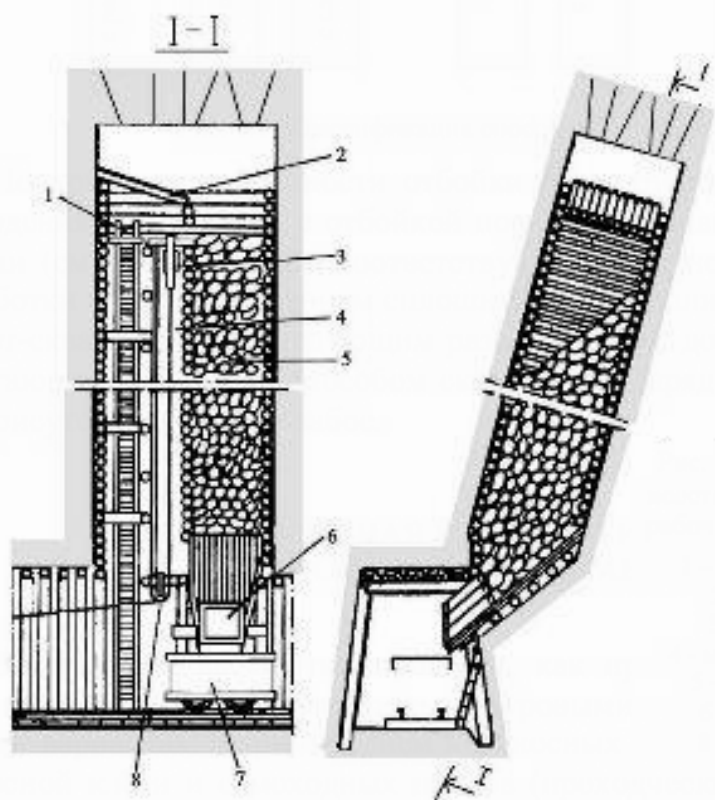


Рисунок 8.2 – Схема проведения восстающих с применением рабочего и отбойного полков:

- 1 – лестничное отделение; 2 – отбойный полок; 3 – переносной блок;
- 4 – материальное отделение; 5 – породное отделение; 6 – люк; 7 – вагонетка;
- 8 – неподвижный блок

Проходческий цикл проведения восстающего на несколько отделений включает осмотр и оборка забоя, возведение крепи устройство рабочего и отбойного полка, бурение шпуров, разборка рабочего полка, взрывание шпуровых зарядов и проветривание восстающего.

Работы начинают с засечки его из ниши. Обычно до высоты 8-10 м породу от проходки убирают с почвы откаточной выработки погрузочной машиной или скрепером, затем восстающий оборудуют люком.

Шпуры бурят переносными или телескопными перфораторами. Многоперфораторное бурение значительно сокращает продолжительность бурения шпуров в породах прочностью более 100 МПа. Количество перфораторов принимается из расчета не менее 0,55 м² площади забоя на перфоратор.

Проветривание занимает 20-60% продолжительности проходческого цикла с помощью эжекторов, вентиляторов местного проветривания, вентиляторов при наличии разрезной скважины.

Восстающие крепят отдельными звеньями в направлении снизу вверх, обычно велед за подвиганием забоя и реже – в направлении сверху вниз.

Технология проведения восстающих выработок с применением рабочего и отбойного полков имеет низкие показатели: скорость проведения в породах прочностью 80-120 МПа до 25-30 м/мес. при производительности труда 1,2-1,8 м³/смену. Многоперфораторное бурение целесообразно в породах прочностью более 100 МПа.

Проведение восстающих с применением подвесной клетки

Особенность проведения восстающего с применением клетки заключается в бурении шпуров вокруг разрезной скважины из клетки (рис. 8.3). По оси будущего восстающего бурят скважину диаметром 90-300 мм для пропуска каната, но одновременно ее можно использовать как компенсационную скважину. На верхнем горизонте монтируют подшивную раму со шкивом и подъемную лебедку. На горизонте для перемещения клетки в камеру устанавливают лебедку.

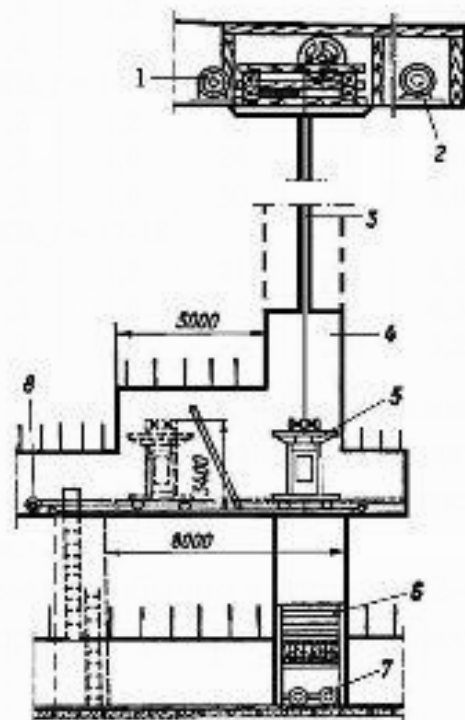


Рисунок 8.3 - Схема проведения восстающего с применением подвесной клетки

- 1 – вентилятор; 2, 8 – лебедки; 3 – скважина;
4 – восстающая выработка; 5 – подвесная клетка; 6 – люк;
7 – вагонетка

Породу на нижнем горизонте грузят породопогрузочной машиной, скреперной установкой. После проветривания забоя канат опускают в скважину и прицепляют к клетке. Далее цикл работ повторяется.

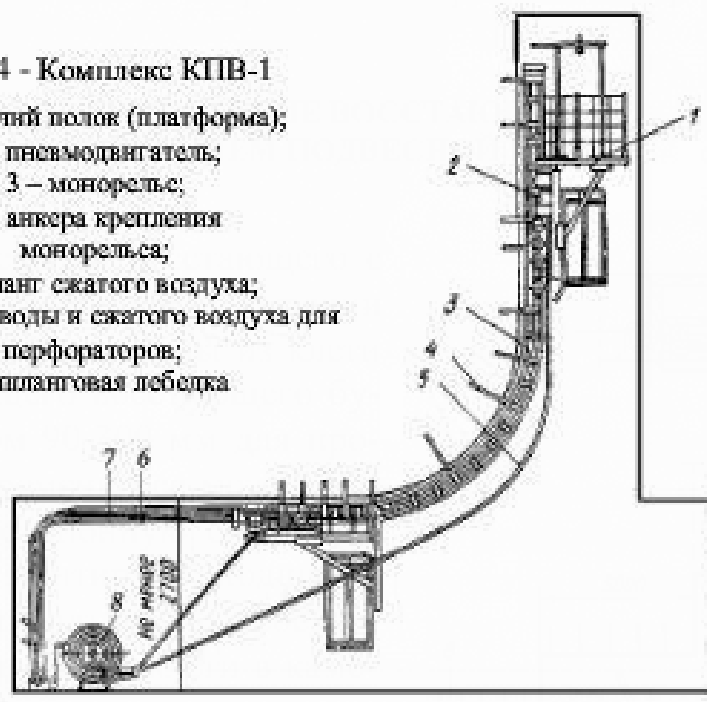
Проведение восстающих с применением самоходного полка

До проведения восстающего с применением самоходного полка необходимо пройти монтажную камеру длиной более 6 м, подходы к ней, выполнить монтаж монорельса и оборудования для уборки породы.

Комплекс КПВ-1 предназначен для проведения в устойчивых породах восстающих выработок сечением 3-10 м². Комплекс состоит из самоходной кабины и рабочего полка 1, перемещающихся по монорельсу 3 пневмодвигателем 2 (рис. 8.4). Сжатый воздух к пневмодвигателю подают по шлангу 5 с барабана шланговой лебедки 8. Монорельс крепят к висячему боку восстающего анкерами 4 длиной 0,8; 1,0; 1,5 м. Монорельс монтируют из секций длиной 0,75 и 1,5 м с тремя встроеными трубами 6 для сжатого воздуха (две трубы) и воды 7.

Рисунок 8.4 - Комплекс КПВ-1

- 1 – рабочий полк (платформа);
- 2 – пневмодвигатель;
- 3 – монорельс;
- 4 – анкера крепления монорельса;
- 5 – шланг сжатого воздуха;
- 6, 7 – трубы воды и сжатого воздуха для перфораторов;
- 8 – шланговая лебедка.



Работы по проведению восстающего ведут с рабочего полка.

В кабину загружают 1-3 телескопных перфоратора, комплекты буров, контейнеры с ВВ и СВ. В забое проходчики через люк кабины выходят на рабочую платформу, устанавливают предохранительный зонтик, производят оборку заколов. Бурят шпуров под анкера и наращивают секцию монорельса.

Глубина шпуров 1,6-1,65 м назначается из условия величины заходки не менее 1,5 м (равнялась длине секции монорельса). После обурирования забоя из кабины поднимают контейнеры с ВВ и СВ, заряжают шпуров. Полк отводят в камеру. Забой проветривают воздушно-водяной смесью по трубам в монорельсе. Продолжительность проветривания не менее 60 мин. При наличии разрезной скважины длительность проветривания 15-20 мин. Средняя скорость проведения восстающего 110-115 м/мес.

Комплекс КПН-1М применяют для проведения восстающих выработок с углом наклона 35-47°. Самоходный полк комплекса оборудован буровыми машинами на манипуляторах. При двухсменной работе скорость проведения достигает 200 м/мес.

При неустойчивом породном обнажении целесообразна комбинированная технология проведения восстающих выработок с применением самоходного полка и подвесной клетки.

Проведение восстающих методом скважинных зарядов

Метод проведения восстающих взрыванием скважинных зарядов реализуется:

- с секционным взрыванием скважинных зарядов и отбойкой на и без компенсационного пространства (скважины, разрезная выработка);
- с взрыванием скважинных зарядов на высоту восстающего (бессекционное взрывание).

Высота восстающей выработки при бессекционном взрывании скважинных зарядов обычно не превышает 20-30 м. Бессекционное взрывание скважинных зарядов эффективно при проведении восстающих в крепких породах.

Типичным явлением при современной технологии бессекционного проведения восстающих является запрессовка разрушенных пород в его сечении. При запрессовывании оконтуривающие скважины обычно простреливают. Пробивку простреливших скважин ведут тяжелым грузом, опуская сверху на веревке. Крайним случаем ликвидации запрессовки является повторное разбуривание скважины. При небольшой высоте восстающего можно использовать накладные заряды, подводимые на шесте к запрессованной части восстающего.

Бурение восстающих выработок

Технологические схемы бурения восстающих:

- для бурения сверху вниз пилот-скважины с последующим разбуриванием снизу вверх до проектного сечения восстающего;
- для бурения восстающего сплошным забоем с нижележащего на вышележащий горизонт;
- для бурения снизу вверх пилот-скважины с последующим ее разбуриванием в направлении снизу вверх или сверху вниз.

Бурение восстающих в 2-3 раза превосходит по скорости проведения традиционную буровзрывную технологию при меньшем количестве работающих. Значительно повышается качество оконтуривания и профиля по длине восстающего. Известны три технологические схемы бурения восстающих (рис. 8.5):

- для бурения сверху вниз пилот-скважины с последующим разбуриванием снизу вверх до проектного сечения восстающего (рис. 8.5,*а*);
- для бурения восстающего сплошным забоем с проектным сечением восстающего с нижележащего горизонта на вышележащий горизонт (рис. 8.5,*б*);
- для бурения снизу вверх пилот-скважины с последующим разбуриванием в направлении снизу вверх (рис. 8.5,*в*) или сверху вниз (рис. 8.5,*г*).

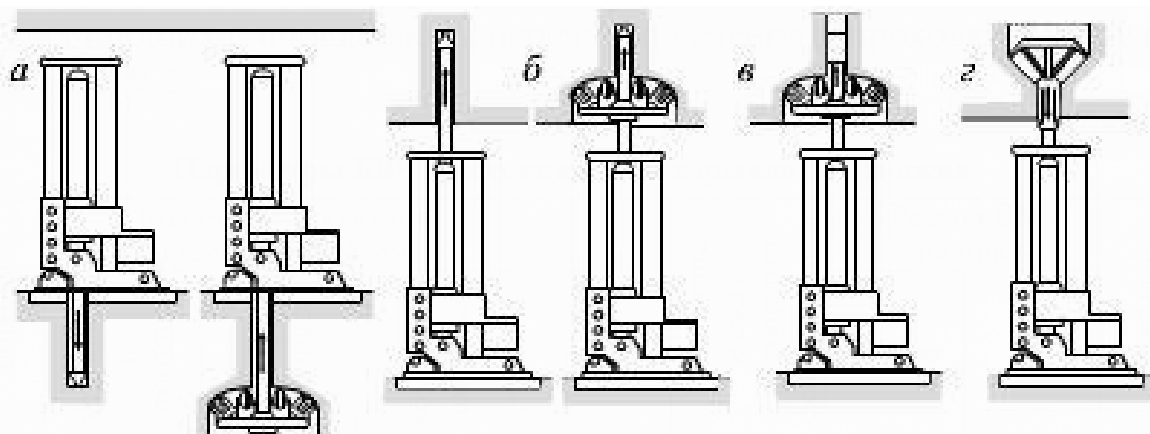


Рисунок 8.5 - Технологические схемы проведения восстающих выработок: *а* – с бурением пилотной скважины на проектную длину в направлении сверху вниз с последующим ее разбуриванием снизу вверх; *б* – с бурением сплошным забоем в направлении снизу вверх; *в* – с бурением пилотной скважины и ее разбуриванием в направлении снизу вверх; *г* - с бурением пилотной скважины и ее разбуриванием в направлении сверху вниз

В мировой практике 90% восстающих выработок проходят по первой технологической схеме. Технология предусматривает бурение передовой скважины небольшого диаметра сверху вниз до выхода бурового долота в выработку нижележащего горизонта и последующее разбуривание этой скважины в направлении снизу вверх при обратном ходе бурового става до проектного диаметра восстающего. Установка может быть смонтирована на поверхности земли при бурении до определенного горизонта шахты или под землей при бурении восстающих горных выработок между горизонтами, этажами. По окончании бурения передовой скважины использовавшееся для этого долото снимают и устанавливают разбуриватель для расширения скважины в направлении снизу вверх. Породная мелочь при бурении падает в вагонетку или на почву штрека и ее убирают с помощью погрузочно-транспортных машин.

Технологическую схему с размещением буровой установки на верхнем горизонте и бурением пилот-скважины сверху вниз с последующим ее расширением снизу вверх исполнительным органом на полное сечение восстающего реализуют с применением отечественных буровых установок 2КВ, УБВ-1,25, ГБУ-20,2.

Тема 5. *Строительство наклонных стволов и штолен*

Лекция №9: Технология строительства наклонных стволов и штолен. Показатели. Требования ПБ.

Для проведения наклонных стволов на поверхности строят здания и сооружения и монтируют необходимое горнопроходческое оборудование, так же как при строительстве вертикального ствола. Специфической особенностью подготовительных работ при проведении наклонных стволов является *проходка устья и возведение поверхностного комплекса*.

Форма и размеры устья соответствуют форме и размерам наклонной выработки. Длина устья зависит от мощности наносных пород и угла наклона выработки. Обычно устье проходят до коренных пород. На полную длину устье крепят монолитным бетоном или железобетоном, реже сборным железобетоном.

При небольшой мощности наносов устье возводят открытым способом. Первоначально отрывают котлован, в котором возводят постоянную крепь, и делается гидроизоляция. В дальнейшем крепь засыпается грунтом, вынутым из котлована. В устойчивых породах борта котлована делают с небольшим ($5\text{--}19^\circ$) уклоном, в слабых породах бортам котлована придают откосы под углом до 45° .

Отрывка котлована в мягких породах производится с использованием экскаваторов, скреперов, бульдозеров и погрузочных машин.

В крепких породах для отрывки котлована используются буровзрывные работы с погрузкой породы скреперными установками и погрузочными машинами.

Для возведения монолитной бетонной (железобетонной) крепи устанавливаются две деревянные опалубки — внутренняя и наружная. Наружная опалубка раскрепляется в породные стены котлована. После возведения крепи и засыпки ее породой приступают к проведению наклонного ствола по коренным породам.

В начале проведения выемка породы производится с соблюдением мероприятий, предотвращающих вывалы породы из кровли. В слабых породах разрушение породы производится отбойными молотками. Обнажение кровли должно быть минимальным. При применении буровзрывных работ глубина шпуров принимается $0,8\text{--}1$ м с уменьшенной массой заряда ВВ.

Для приема породы, поступающей из забоя, на поверхности строится эстакада, которая включает наклонную галерею, вертикальный станок и бункер.

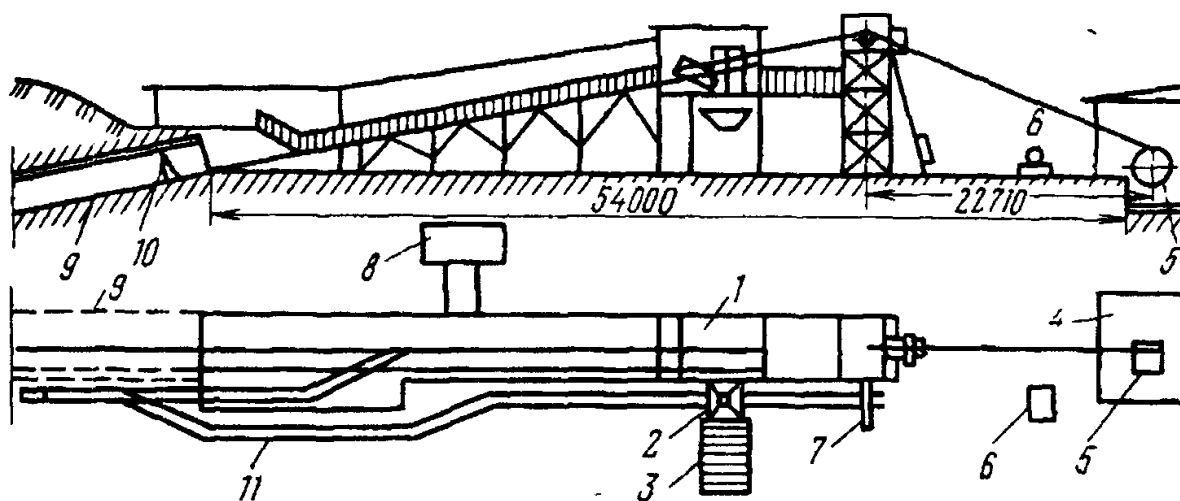


Рисунок 9.1 – Эстакада наклонного ствола при подъеме породы в скипах или вагонетках:

- 1 — комплекс разгрузки скипа; 2 — бункер подачи бетона; 3 — эстакада подачи бетона;
- 4 - здание подъемной машины, 5 - подъемная машина; 6 - маневровая лебедка; 7 - тельфер;
- 8 — калориферная, 9 — устье; 10 — предохранительный барьер; 11 — рельсовые пути

При выдаче породы в скипах (рис. 9.1) или вагонетках над бункером устанавливается опрокид. При конвейерном транспорте (рис. 9.2) породная масса разгружается непосредственно в бункер. Для спуска и подъема материалов, оборудования и людей устраиваются рельсовые заезды.

Здание подъемной машины располагается в торце эстакады. Для подъема и спуска вагонеток (скипов) применяют однобарабанные и двухбарабанные подъемные машины типа БЛ, ЛГП и БМ с диаметром барабана 1200—2500 мм.

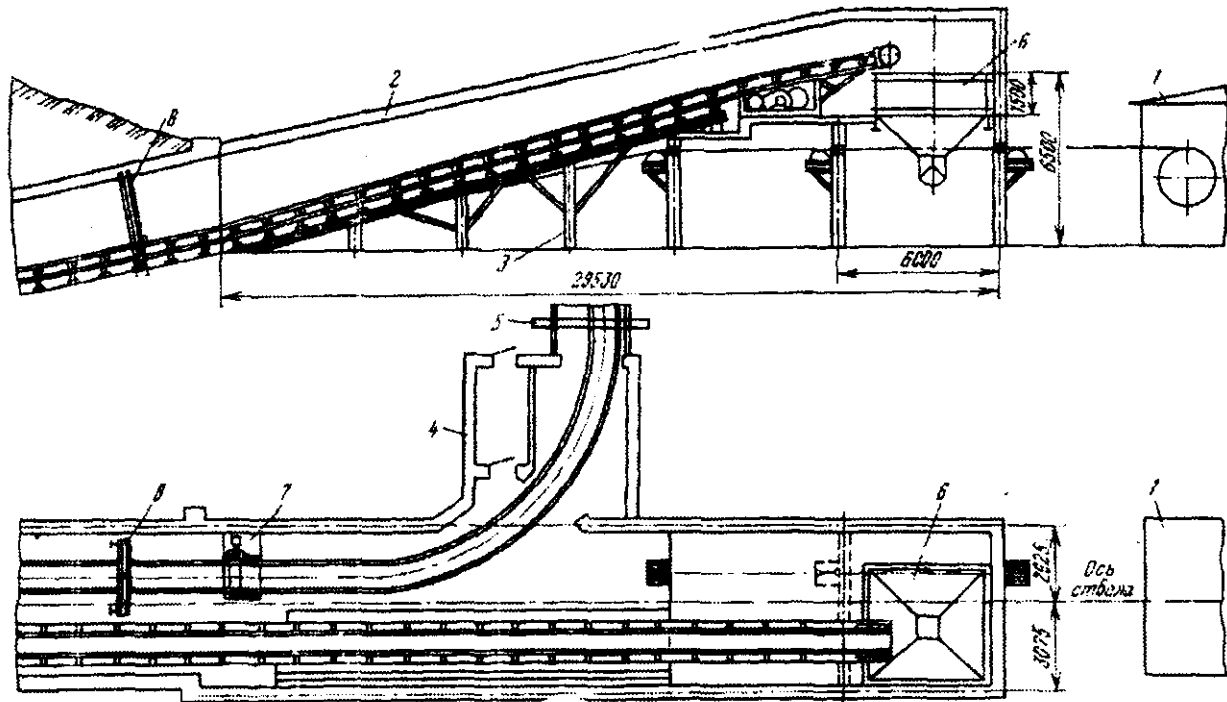


Рисунок 9.2 – Эстакада наклонного ствола при транспортировании породы конвейером:

- 1 – здание подъемной машины;
- 2 – надшахтное здание;
- 3 – эстакада под конвейер;
- 4 – галерея откаточных путей;
- 5 – козловый кран;
- 6 – бункер породный;
- 7 – задерживающий стопор;
- 8 – предохранительный барьер

Технология проведения основной части наклонного ствола аналогична технологии проведения уклонов.

Тема 5. *Строительство наклонных стволов и штолен*

Лекция №10: Схемы углубки, область их применения.

Схемы углубки наклонных стволов.

Существуют 3 схемы углубки в направлении сверху вниз.

1 схема - через углубочное или лестничное отделение с оставлением породного предохранительного целика.

Технология выполнения работ. Предварительно зумпф отчищают от воды и ила и делят на железобетонной перемычкой на две части. Одна, расположенная под эксплуатационным отделением, выполняет функцию нового зумпфа, а вторая (меньшая) используется для углубки.

Углубочное отделение от железобетонной перемычки и выше рабочего горизонта на 12-15 м отгораживают от эксплуатационного. Если надо - на рабочем горизонте сооружают лебедочную камеру, монтируют подъемную лебедку, устанавливают вентилятор, насос, подводят кабели.

В соответствии с требованиями правил безопасности углубочное отделение на уровне рабочего горизонта перекрывают полком. Из углубочного отделения сверху вниз проводят ходок длиной 8-10 м. Крепят деревом. Дальше на участке 5-6 м выработка расширяется до нормальных размеров. Образовавшийся породный целик снизу укрепляют стойками из двутавра. Углубочное отделение делят перегородкой на две части: транспортную и для передвижения людей. Подготовленную наклонную выработку проводят по буровзрывной технологии. После углубки породный целик разбирают при помощи БВР.

2 схема - применяется в неустойчивых породах. Технология работ - как и для предыдущей, но вместо породного предохранительного целика устраивают искусственный предохранительный полком.

3 схема - углубка сверху вниз через дополнительную выработку.

Применяется, если не предусмотрено углубочное или лестничное отделение, или на рабочем горизонте нет места для размещения лебедки. Дополнительная выработка проводится на расстоянии 15-20 м от углубляемой.

Недостаток: многоступенчатая схема выдачи породы на поверхность.

Достоинства: безопасность работ; нет помех эксплуатационникам.

Углубка снизу вверх - встречается редко. Применяют бремсберговую технологию.

Расчет производительности и числа передвижек забойного насоса для водоотлива

Если водопритоки превышают 8 м³/ч, то применяют спецспособы.

При притоке до 3 м³/ч вода выдается совместно с породой в вагонетках, куда перекачивается малогабаритными забойными насосами НПП-1м.

При водопритоке до 4-8 м³/ч воду подают забойными винтовыми насосами в перекачную камеру, из которой насосами в следующую камеру. Тип насосов

ВНМ-18-2, Н-1-м. В перекачных камерах устанавливают насосы типа МС. Вместимость перекачной камеры 5-100 м³. Вода, откачиваемая забойными насосами, попадает в вагонетку, установленную в перекачной камере. Здесь шлам оседает на дно, а осветленная вода переливается через борт вагонетки в водосборник. Вагонетку периодически меняют. Максимальное расстояние от забоя уклона до перекачной камеры

$$l_n = \frac{k \cdot (H_H + H_B)}{\sin \alpha}, \text{ м,}$$

где k - коэффициент, учитывающий сопротивление трубопровода; 0,9;

H_H - напор забойного насоса, м;

H_B - высота всасывания забойного насоса, м;

α - угол наклона выработки, град.

Если l_n меньше длины уклона с зумпфом, то нужны перекачные камеры.

Их число определяется как:

$$n_n = \frac{(l_y + l_{\text{зумпф}})}{l_n} - 1, \text{ м.}$$

Производительность забойного насоса должна быть в 1,5-2 раза больше притока воды. Шаг передвижки насоса равен:

$$h_n = \frac{(H_B + 0.4)}{\sin \alpha}, \text{ м.}$$

Расчет производительности рельсового транспорта

Одновременно поднимают не более 2-3 вагонеток. Во время замены вагонеток средства погрузки простаивают. Для обеспечения непрерывной работы погрузочной машины надо, чтобы время погрузки горной массы (t_n) в вагонетки (скипы) было больше или равно времени их замены (t_3).

$$t_n \geq t_3, \quad t_n = \frac{V_n \cdot t_{\text{см}} \cdot \alpha}{k_p \cdot H_n \cdot n_n \cdot k_L},$$

где V_n - объем породы в вагонетке (скипе), м³:

$$V_n = \varphi \cdot V_B \cdot n_B, \text{ при откатке скипами } n_B = 1;$$

k_p - коэффициент разрыхления;

H_n - норма выработки на погрузку;

k_L - поправочный коэффициент на длину откатки;

n_n - число проходчиков на погрузке.

Время замены, ч:

- одноконцевым канатом

$$t_3^1 = \frac{2L/V_k + Q}{3600};$$

- двухконцевым канатом:

$$t_3^2 = \frac{L/V_k + Q}{3600};$$

L - полная длина откатки, м;

V_k - скорость движения каната (по ПБ < 5 м/с для вагонеток, ≤ 7 м/с для скипов);

Q - время маневров, 50-60 с.

Непрерывная погрузка горной массы при одноконцевой откатке к тупиковой стрелке у забоя будет обеспечена, если

$$\left[\frac{1}{3600} \cdot \left(\frac{2L - l_{\max}}{V_k} + Q \right) \right] \leq \left[\frac{1}{3600} \cdot \left(\frac{l_{\max}}{V} + Q \right) + t_n \right],$$

где l_{\max} - максимальное расстояние от забоя до тупиковой стрелки, м;

V - скорость движения вагонетки от стрелки до погрузочной машины, 1,5 м/с.

Если условие не выполняется, на графике организации работ между погрузкой составов должны быть перерывы, равные времени их обмена. Количество перерывов в погрузке породы

$$n_0 = \frac{l \cdot \eta \cdot S_{np} \cdot k_p}{V_n}.$$

Общее время погрузки горной массы и обмена вагонеток на цикл:

$$T_n = (t_n + t_3) \cdot n_0, \text{ ч.}$$

Тема 5. *Строительство наклонных стволов и штолен*

Лекция № 11: Технология проходческих работ

Буровзрывной способ проведения выработок характеризуется универсальностью, мобильностью, незначительной энергоемкостью. Серийное проходческое оборудование предопределяет минимум четырехоперационную цикличную технологию проведения выработок. Буровзрывной способ проведения выработок остается основным, не имеющим конкуренции, при строительстве выработок в абразивных породах прочностью более 80 МПа.

Основное направление повышения эффективности буровзрывной технологии проведения выработок – увеличение глубины шпуров.

Поиск оптимального удельного расхода ВВ является сложной многофакторной задачей. Оптимизация удельного расхода ВВ в зависимости от средней глубины шпуров и, наоборот, имеет важное практическое значение. Однако, количественная зависимость удельного расхода ВВ от глубины шпуров» исследована недостаточно.

Эффективность вруба оценивается по критериям: стоимость, масса ВВ, объем буровых работ и стоимость образования 1 м³ (1 м) врубовой полости. На рудниках получают развитие неэлектрические системы взрывания, но их применение в настоящее время на угольных шахтах запрещено.

Эффективность уборки породы гарантируется оптимальным соотношением параметров погрузки и транспорта породы.

Погрузочные машины классифицируют: машины периодического и непрерывного действия; электрические и пневматические; колесно-рельсовые, пневмоколесные и гусеничные. Наиболее перспективны погрузочные машины с боковой разгрузкой ковша.

Для транспортирования горной породы при проведении выработок используются различные типы вагонеток, перегружатели, проходческие бункер-вагоны, самоходные вагоны, скребковые и ленточные конвейеры, погрузочно-доставочные машины, шахтные самосвалы.

Схемы призабойного транспорта с транспортными средствами разового обмена или с непрерывным транспортированием породы по выработке характеризуются минимальными простоями погрузочной машины и высокой производительностью уборки породы. Вместе с тем, техническая производительность погрузочной машины реализуется не в полной мере. Эта ситуация обусловлена, прежде всего, недостаточной технологической совместимостью транспортных средств и погрузочной машины.

Процесс крепления составляет 10-50% продолжительности проходческого цикла (10-30% на рудниках, 20-50% на угольных шахтах), 30-35% стоимости проведения выработки. Согласно экспертной оценке уровень механизации возведения крепи может достигать для металлической рамной крепи – 0,5; монолитной бетонной крепи – 0,71; анкерной крепи – 0,8; набрызгбетонной крепи – 0,95.

Наиболее трудоемкими работами процесса возведения рамной крепи являются установка затяжки с забутовкой закрепного пространства, доставка элементов крепи от места складирования в выработку в забой, установка верхняка и его скрепление со стойками.

Гладкостенная тубинговая крепь возводится с помощью тубингоукладчиков типа ТУ.

Для возведения монолитной бетонной крепи применяют пневматические бетоноукладчики, бетононасосы и бетоноукладочные комплексы; инвентарные и механизированные опалубки.

Возможности достижения высокого уровня механизации производства работ, оперативного изменения толщины покрытия, сочетание набрызгбетона с другими несущими элементами крепи, небольшая стоимость и материалоемкость обуславливают перспективу применения набрызгбетонной крепи. Предпочтение отдается технологии «мокрого» набрызгбетонирования.

Малый коэффициент использования проходческого комбайна обусловлен, в частности, недостаточной технологической совместимостью комбайна и средств механизации возведения крепи. Повышения уровня механизации возведения крепи при комбайновой технологии проведения выработок может быть достигнуто:

- предварительным монтажом одной или нескольких рам крепи на монтажном столе крепиустановщика с отставанием от забоя с последующим их транспортированием и установкой в забой;

- применением механизированной крепи постоянного распора, позволяющей возводить постоянную крепь за рабочей зоной комбайна и обеспечивающей безопасность в рабочей зоне проходческого комбайна. Конструкции крепи могут быть автономными или конструктивно связанными с комбайном.

Технология проведения наклонных выработок имеет специфику, вызванную конструктивными особенностями. Строительству наклонных выработок предшествует проведение верхней и нижней приемных площадок. Длина технологического отхода принимается в зависимости от направления, технологии проведения выработки и составляет 10-35 м.

В выработках, проводимых сверху вниз под углом до -25° и снизу вверх под углом до $+10^\circ$, бурильные установки работают без значительного уменьшения производительности

В выработках с углом наклона до $8-10^\circ$ породу грузят серийными погрузочными машинами на гусеничном ходу. Специализированные погрузочные машины применяются в выработках с водопритоком до $10 \text{ м}^3/\text{ч}$, проводимых под углом до 18° сверху вниз. В выработках, проводимых снизу вверх под углом $10-18^\circ$, погрузочные машины на гусеничном ходу оборудуют удерживающим устройством из гидродомкратов с упорными башмаками. Скреперные установки применяются в выработках, проводимых сверху вниз под углом до 35° .

Схема призабойного транспорта определяется протяженностью, углом наклона, направлением проведения выработки и водопритоком. При угле наклона выработки до 18° применяются ленточные и скребковые конвейеры, самоходные транспортные средства, вагонетки вместимостью до 4 м^3 ; при $18-25^\circ$ – скребковые конвейеры, вагонетки более 4 м^3 , скипы вместимостью до 6 м^3 , а при угле наклона более 25° – скипы или транспортирование породы самотеком по желобам.

Технология возведения крепи в выработках с углом наклона до 30° аналогична горизонтальным выработкам, а при больших углах наклона приближается к технологии возведения крепи в вертикальных стволах.

Одноконцевая канатная откатка эффективна при протяженности выработки до 500 м, более 500 м – двухконцевой подъем. Схемы одноконцевой канатной откатки:

- при последовательном выполнении погрузочных и транспортных работ с обменом вагонеток (партий вагонеток);
- при совмещении выполнения погрузочных и транспортных работ с обменом вагонеток (партий вагонеток) в призабойной зоне.

Для предотвращения скапливания воды в забое выполняются мероприятия по водоулавливанию и водоотливу. При притоках воды до $8-10 \text{ м}^3/\text{ч}$ применяются одно- или многоступенчатая схемы водоотлива. Полное удаление воды из забоя уклона производится предварительным бурением передовых дренажных скважин и последующей откачки воды из скважин насосом.

Тема 6. *Ремонт и реконструкция наклонных стволов*

Лекция №12: Ремонт и погашение наклонных выработок

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

При спуске и подъеме вагонеток в наклонной выработке рабочие и надзор должны находиться в безопасном месте.

За безопасное выполнение технологических операций при ремонте и погашении выработок несут ответственность лица, их выполняющие. Все работы выполняются по команде звеньевому.

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

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

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

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

Технические требования

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

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

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

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

работ у эл. машин и аппаратов и на расстоянии 20 м в прилегающих выработках.

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

При извлечении крепи рабочие находятся под защитой постоянной крепи. В процессе разборки породы по периметру выработки устанавливают временную или опережающую крепь. Технологический процесс состоит из следующих технологических операций: подготовка; извлечение затяжки; извлечение рамы; заключительные операции.

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

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

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

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

Работы ведутся следующим образом:

- машина распирается между почвой и кровлей выработки, чтобы упор удерживал верхняк со стороны завала;

- у почвы надевают на стойки крепи захват и с помощью цепей присоединяют к крюкам рычагов извлечения;

- с помощью кусачек срезают гайки на хомутах и снимают планки и хомуты;

- гидродомкратом извлекают ножки крепи;

- опускают на 150-300 мм плиту, на которой висит верхняк крепи и с помощью гидродомкратов подтягивают машину на шаг крепи для извлечения следующей рамы;

- с верхней плиты снимают верхняк и распирают машину для повторения цикла.

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

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

При наличии рельсового пути лебедку устанавливают на площадку и закрепляют на ней болтами, а площадку к рельсам - отрезками скребковой цепи. В случае отсутствия рельсового пути лебедку устанавливают на почку выработки и крепят 4-мя стойками, которые распирают в кровлю выработки при прочности пород почвы более 60 МПа.

При меньшей прочности пород почвы лебедку крепят 4-мя стальными анкерами диаметром 25 мм и длиной 1200 мм, которые устанавливаются в шпур, пробуренные в почву с углом наклона от забоя погашенной выработки от 10° до 20° к вертикали.

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

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

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

Тема 6. *Ремонт и реконструкция наклонных стволов*

Лекция №13: Ремонт горных выработок: текущий, средний, капитальный

Ремонт горных выработок - подразделяют на капитальный и текущий:

Капитальный :

- 1) установка промежуточных рам или усиление крепи стойкам;
- 2) поддирка почвы с перестилкой пути;
- 3) перестилка рельсовых путей на большом протяжении;
- 4) тампонаж закрепного пространства на больших участках;
- 5) перекрепление выработок с их расширением.

Текущий :

- 1) замена отдельных рам или их элементов;
- 2) удаление плесени и побелка крепи;
- 3) заделывание трещин в бетонной крепи;
- 4) поддирка почвы для перестилки путей.

Рамная крепь. При перекреплении удаляют старую крепь и выпускают разрушенную породу, раскашивают стенки и кровлю, грузят породу, устанавливают новую крепь, забучивают.

Иногда перекрепление ведут без выпуска породы. При этом заостренные доски вбивают в обрушенную породу и под защитой образовавшегося перекрытия удаляют старые и устанавливают новые рамы.

ПБ. За один прием удаляют не более двух рам. Рамы впереди и сзади усиливают.

При электровозной откатке выставляют световые сигналы на расстоянии ≥ 80 м в обе стороны от места работы.

Погрузка породы - производится вручную.

Поддирку породы производят вручную или при помощи поддирочной машины.

Бетонная крепь. При перекреплении разбирают разрушенную крепь, выпускают породу, подрывают почву, устанавливают металлическую арку, нагнетают раствор в закрепное пространство.

Разрушенную крепь разбирают отбойными молотками. Устанавливают временные металлические арки с перекрытием кровли железобетонными затяжками. После этого монтируют инвентарную опалубку и укладывают бетон.

Тампонажный раствор нагнетают насосами НГР — 250/50 после того, как бетонная крепь достигнет 70-80 % нормальной прочности. Объем тампонажного раствора:

$$V_p = 1,1 \cdot [(0,4 \dots 0,6) \cdot V_n + 0,15 \cdot V_n], \text{ м}^3,$$

где V_n – объем пустот за крепью.

При реконструкции возникает необходимость в восстановлении выработок. Применяют следующие схемы:

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

Состав работ по первой схеме: откачка воды, усиление примыкающей к завалу крепи дополнительными рамами, уборка под защитой предохранительных щитов породы и выработки.

Щит состоит из стоек длиной 4-5 м, уложенных на установленные рамы и откос породы. По мере установки крепи щит передвигают.

При высоте полости под крепью до 2 м ее закладывают кострами; при 2-5 м - устанавливают распорную крепь; больше 5 м - укладывают несколько рядов накатника и насыпают слой породы.

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

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

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

Третья схема - по затампонированной породе проводят новую выработку

Тема 6. *Ремонт и реконструкция наклонных стволов*

Лекция №14: Технология погашения горных выработок. Безопасность ведения работ

Извлечение металлической арочной крепи.

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

Последовательность извлечения металлической арочной крепи:

- заранее (за сутки) смазывают машинным маслом гайки соединительных хомутов и межрамных стяжек металлической крепи для облегчения их откручивания;

- проверяют надежность установки стойки под верхняк арки извлекаемой крепи;

- снимают межрамную стяжку и соединительные хомуты;

- с арки крепи снимают нагрузку и частично выпускают породу;

- ножки крепи выводят из соединения с верхняком и извлекают при помощи лебедки с канатом, перекинутым через переносной блок, закрепленный на верхняке арки;

- проверяют надежность установленной стойки под верхняком следующей арки и извлекают при помощи лебедки стойку и верхняк предыдущей арки, т.о. до извлечения ножек каждой арки крепи со стороны завала должен сохраняться верхняк, который поддерживается стойкой, под защитой которой ведется демонтаж следующей арки;

- извлеченные элементы арочной крепи переносят за лебедку и загружают в вагон или на платформу.

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

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

Анкерную крепь и ее элементы не извлекают.

Снятие рельсового пути

Работы по снятию рельсового пути ведет бригада не менее, чем из 4 рабочих. Подъемные приспособления или блок крепится к раме при помощи 2 хомутов. Звено рельсового пути прикрепляется к подъемному механизму с помощью отрезка цепи 18 x 64 или каната диаметром 12-15 мм.

Технологический процесс состоит из следующих операций: подготовительные, снятие звена рельсового пути, заключительные операции.

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

Снятие звена РП:

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

Демонтаж рельсового пути в наклонной выработке:

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

Демонтаж шпал:

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

Отдельно складывают накладки, подкладки, болты, гайки.

Запрещается:

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

Тема 7. *Технология строительства камер*

Лекция №15: Технология строительства камер. Сечения, типы крепи

К выработкам большого поперечного сечения относятся выработки с $S \geq 30 \text{ м}^2$: тоннели, подземные хранилища, а/стоянки и т.д.

Эти выработки являются капитальными с продолжительным сроком службы.

Форма сечения и размеры разнообразны:

- сводчатые с полуциркульным сводом;
- сводчатые с коробовым сводом;
- подковообразные;
- круглые;
- эллиптические.

На поверхности земли выработка оформляется порталом, обеспечивающим устойчивость выемки, отвод воды и архитектурное оформление входа. Проводят открытым или подземным способом. Крепь называется обделкой.

Схемы строительства:

- 1) сплошным забоем на полный профиль сечения;
- 2) сплошным забоем на полный профиль с направляющей штольней;
- 3) с разделением забоя на уступы;
- 4) слоями;
- 5) с использованием опорного ядра.

Схему **1** применяют при $S \leq 200 \text{ м}^2$ в устойчивых, не трещиноватых крепких и средней крепости породах.

Породу вынимают одновременно по всей площади забоя при помощи БВР.

Крепь - в весьма крепких не крепят; в других случаях применяется штанговая.

Достоинства: широкий фронт; большой объем работ; простая организация.

Недостатки: ограниченная область применения.

При использовании схемы **2** - работы начинают с проходки штольни. Затем выработку расширяют до проектных размеров. Эта схема имеет две разновидности.

Параллельная схема: проведение штольни и ее расширение проводят одновременно.

Последовательная схема: проведение штольни и ее расширение проводят поочередно.

Параллельная схема обеспечивает большую скорость проведения и хорошее проветривание. Однако, кроме направляющей, проводят боковую вспомогательную выработку и сооружают сбойки между ними площадь сечения $\geq 6 \text{ м}^2$.

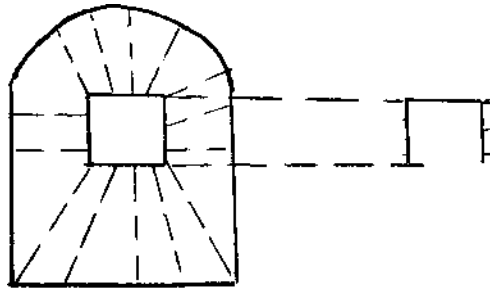


Рисунок 15.1-Технологическая схема строительства сплошным забоем с направляющей штольной

При расширении шпур бурят до контура. Расстояние между веерами шпуров 0,6-1 м. Число дисков отбиваемой породы лимитируется устойчивостью обнажений и числом серий ЭД.

Достоинства: детальная геологоразведка; высокая эффективность БВР.

Недостатки: высокая трудоемкость работ; сложность увязки работ в штольне и на расширяемой части.

Схему 3 - с разделением забоя на уступы:

- горизонтальные:

- с опережением верхнего или нижнего уступа:

- вертикальные

Горизонтальные: один уступ отстает от другого на 1,5-1,7 длины заходки. Расчет зарядов для верхнего - как для забоев с одной открытой поверхностью; для нижнего - как для забоя с двумя открытыми поверхностями.

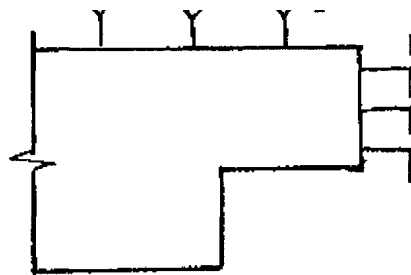


Рисунок 15.2-Технологическая схема строительства разделением забоя на уступе

После проветривания бурят шпур в верхнем и грузят породу в нижнем уступе. Постоянную крепь возводят на расстоянии 50-60 м от забоя.

При бурении шпуров и возведении анкерной крепи применяют подмости.

Используют бетоно - насосы и передвижную опалубку.

Достоинства: совмещение бурения и погрузки.

Недостатки: невозможность применения высокопроизводительного оборудования для бурения шпуров в верхнем уступе.

Схемы с опережением верхнего или нижнего уступа применяют, когда проходка на полное сечение обычным оборудованием невозможна.

Возможны варианты:

а) верхний уступ опережает нижний на 30-50 м. Бурение шпуров, погрузка породы - как при проведении полевых выработок. Порода из верхнего уступа поступает в бункер, смонтированный на подвижном помосте, откуда перегружается в вагонетки. Временная крепь - штанговая. Постоянная - бетон.

Достоинства:

- дополнительная геологоразведка;
- работы в уступах можно выполнять параллельно.

Недостатки: необходимость монтажа транспортных средств на обоих уступах и специальных подъездных устройств с нижнего уступа на верхний.

б) при опережении нижнего уступа шпуров в верхнем бурят с отвала породы в нижнем. Область применения - крепкие, устойчивые, не требующие временной крепи породы.

Достоинства:

- 2 открытые поверхности в верхнем уступе;
- не нужны подмости;
- совмещены бурение шпуров в верхнем и погрузка породы в нижнем уступах.

Недостатки:

- трудность бурения шпуров в верхнем уступе;
- невозможность использования в трещиноватых и неустойчивых породах.

Вертикальные уступы.

Отставание одного от другого на несколько десятков метров. Область применения - в выработках небольшой высоты и значительной ширины.

Достоинства:

- не нужны подмости и рамы.

Недостатки:

- сложность увязки во времени технологических процессов;
- потери времени на вспомогательные операции при ведении БВР.

Схема 4 - строительство слоями - аналогично разделке сопряжения ствола с околоствольным двором. Но сразу возводят постоянную бетонную крепь. Также крепят и почву.

Схема 5 - с использованием опорного ядра. Применяют в сложных горно-геологических условиях, там, где невозможно применить другие.

Достоинства:

- непрерывность работ по возведению бетонной крепи;
- безопасность работ.

Недостатки: высокая стоимость и трудоемкость работ.

При строительстве камер обычно применяют БВР.

Особенности:

- 1) длина шпуров зависит от технических возможностей оборудования;
- 2) применение контурного взрывания;
- 3) применяют буровые подмости и рамы, представляющие собой тяжелые пространственные конструкции для выполнения комплекса работ: бурение шпуров, зарядания, оборки забоя, возведение временной крепи;
- 4) ВВ – аммиачно-селитренные и низкопроцентные нитроглицериновые.

Проветривание - нагнетательная схема (в основном).

Погрузка породы занимает до 50% продолжительности цикла.

При $S \leq 60 \text{ м}^2$ используют ПНБ-ЗД, ППМ-4; при $S > 60 \text{ м}$ - подземные одноковшовые экскаваторы типа прямой лопаты.

От наземных они отличаются укороченной стрелой, уменьшенной длиной кузова и гусениц.

Наибольшая производительность погрузки достигается при повороте экскаватора на 90° .

Возможно также применение погрузчиков на гусеничном и пневмоходу.

Для транспортирования применяют - вагонетки, железнодорожные платформы, самоходные вагонетки, погрузочно-транспортные и погрузочно-доставочные машины, автосамосвалы и ленточные конвейеры.

Наиболее производительны и мобильны автосамосвалы.

Крепь: временная - железобетонные штанги длиной 2 - 2,5 м. Устанавливают рядами. Расстояние между ними 1,2 м.

В качестве постоянной крепи применяют бетонную, набрызгбетонную, железобетонную.

Толщина крепи в своде - 0,3-0,8 м, в стенках - 1,2 м.

Разработаны комплексы, включающие опалубку, оборудование для транспорта бетонной смеси, перегружатели и машину для подачи бетонной смеси за опалубку. Достигнутые технико-экономические показатели при строительстве тоннеля на Ингури ГЭС :

$$V=110 \text{ м/мес}; I_{\text{зах}} = 3,6 \text{ м}; P_{\text{тр}} = 5,8 \text{ м}^3/\text{вых.}$$

Тема 7. *Технология строительства камер*

Лекция №16: Транспорт горной массы. Оборудование при строительстве камер

При строительстве камер широкое применение получили машины на гусеничном ходу, имеющие неограниченный фронт погрузки.

Погрузочные машины с боковой разгрузкой ковша маневренны, технологически совместимы с различными транспортными средствами, имеют большое напорное усилие внедрения ковша в породу и высокую производительность, создают при погрузке меньшую запыленность воздуха. Отечественная погрузочная машина МПК-3 на гусеничном ходу работает в выработках с углом наклона до 10° и площадью сечения в свету более $6,4 \text{ м}^2$ на скребковый конвейер, $10,3 \text{ м}^2$ – на ленточный конвейер, $14,4 \text{ м}^2$ – в вагонетки. Возможность погрузки породы кусковатостью до 800 мм, оборки кровли, боков и забоя, зачистки почвы выработки, доставки и подъема элементов крепи уменьшают трудоемкость выполнения этих работ. Так, трудозатраты на дробление негабарита, оборку поверхности выработки уменьшаются в 3 раза, на крепление выработки – на 30%. МПК-3 на расстояние до 100 м может работать, как погрузочно-доставочная машина и эффективна при проведении технологических отходов, сброск, камер. Отечественная погрузочная машина МПКТ-1000 соответствует современному техническому уровню машин с боковой разгрузкой ковша.

В зарубежной практике погрузочные машины с боковой разгрузкой ковша широко распространены. Телескопическая стрела с тремя степенями свободы позволяет загружать ковш, не используя ходового механизма машины. Они могут оснащаться навесным оборудованием для бурения шпуров или возведения крепи. Наиболее известны погрузочные машины фирм «Дальман-Ханиэль», «Зальциттер», «Эймко».

Средства погрузки на пневмоходу

Погрузочно-транспортные машины выполняют погрузку, транспортирование и разгрузку породы, доставку в забой различных материалов, используются в качестве бульдозера. По сравнению с системой «погрузочная машина – транспортное средство» производительность труда проходчиков возрастает в 2,5-3 раза.

Различают погрузочно-транспортные машины с грузонесущим ковшом (ПДМ ковшового типа) и с ковшом и транспортным кузовом (ПТМ), загружаемым несколькими черпаниями ковша. Машины типа ПД имеют фронтальную (переднюю) или боковую разгрузку ковша, типа ПТ – заднюю разгрузку ковша.

Погрузочно-транспортные машины выпускаются в обычном и взрывобезопасном исполнении, с грузонесущим ковшом (ПД-3, ПД-5, ПД-5А, ПД-12,

МПД-4) или с грузонесущим кузовом (ПТ-4, ПТ-6, ПТ-10). Серийно изготавливаются машины ПД-3, ПД-5А и ПТ-4. Машины типа ПД с фронтальной или боковой разгрузкой ковша и дизельным приводом предназначены для погрузки и транспортирования крупнокусковой, абразивной скальной породы на расстояние до 300 м, типа ПТ – для породы меньшей абразивности и кусковатости и на большее расстояние откатки.

Наиболее распространены погрузочно-доставочные машины с дизельным двигателем, основным и сменным ковшами вместимостью 0,8-8,0 м³. Основной ковш предназначен для погрузки породы объемной массой 2 т/м³ в разрыхленном состоянии, сменные – для меньшей или большей плотности. ПДМ с полной загрузкой преодолевают подъем до 25°, грузят породу кусковатостью до 1000 мм в выработках с радиусом закругления не менее 8-10 м. Скорость движения зависит от типа дорожного покрытия и составляет в среднем 7-12 км/ч, максимальная – 18-30 км/ч. Скорость движения ПДМ с пневмоприводом не превышает 5 км/ч.

За рубежом все большее распространение получают погрузочно-транспортные машины с электроприводом, что сокращает в среднем на 15% эксплуатационные расходы, но ограничивается маневренность, дальность откатки (вместимость кабельного барабана 200-240 м) и скорость движения 6-12 км/ч.

Позрузочно-доставочные машины оснащаются сменным оборудованием: грузовая стрела, бульдозерный отвал, модуль для перевозки людей, платформа для доставки материалов, саморазгружающийся контейнер, контейнер для сыпучих грузов, приспособление для транспортировки плоских материалов и др.

Зарубежные ПДМ оснащаются системами дистанционного управления: управление по линии видимости, управление с помощью видео средств, телекоммуникационное управление.

За последние десятилетия ряд зарубежных и отечественных предприятий разработали и освоили производство подземных колесных погрузочно-доставочных машин и самосвалов. Опыт разработки показывает, что в труднодоступных местах работы можно выполнять с помощью мобильного малогабаритного подземного оборудования, оснащенного в ряде случаев системами дистанционного управления.

Создание таких видов оборудования базируется на следующих основных принципах:

- использование компоновочной модульной конструкции, т. е. полноприводных шарнирно-сочлененных базовых колесных шасси с колесами одинакового размера, с низко расположенными моторными установками и трансмиссиями, чтобы получить малые габаритные размеры;
- применение дизельных двигателей, оснащаемых каталитическими нейтрализаторами и системами нейтрализации выхлопных газов;
- применение трансмиссий гидростатических (на малых типоразмерах) и гидромеханических;

- установка одноместных постов управления, оснащенных защитным каркасом с системами безопасности ROPS/ FOPS или защитной кабиной;
- применение электрогидравлических систем управления типа джойстик;
- оснащение системами автоматического контроля рабочих параметров, осуществляемого в режиме реального времени;
- создание на рабочем месте операторов комфортных условий за счет подressоривания кабины или рабочего кресла (последнее, как правило, должно регулироваться по весу и росту оператора);
- сосредоточение в одном месте точек обслуживания и диагностики;
- комплектация системами предупреждения о возможном наступлении аварийной ситуации;
- применение специальных кинематических схем погрузочного и самосвального оборудования, обеспечивающих минимально возможные параметры по загрузке-выгрузке самосвалов;
- использование в конструкции машин узлов и агрегатов ведущих производителей двигателей, коробок передач, гидротрансформаторов, ведущих мостов, гидронасосов, гидромоторов, гидрораспределителей и РВД, положительно зарекомендовавших себя на аналогичных машинах и оборудовании.

В России производство машин для подземной добычи полезных ископаемых не получило должного развития, а смежные машиностроительные отрасли не уделяют развитию этого вида техники должного внимания.

В России и странах СНГ вопросами создания и производства мобильных подземных самосвалов занимаются три предприятия – Могилёвский автозавод и РУП «БелАЗ» в Белоруссии и НПО «Автомаркет Майнинг» в России, в странах дальнего зарубежья – компании Hermann Paus, GHN Fahrzeuge, Anchises (Германия), Elphinstone (Австралия), Caterpillar (США), Sandvik Mining and Construction (Канада, США и Финляндия), Dux (Канада), Atlas Copco Wagner (США). Основные характеристики подземных самосвалов и погрузочно-доставочных машин производства стран СНГ и дальнего зарубежья приведены в таблицах.

Анализ структур типоразмерных рядов погрузочно-доставочных машин и подземных самосвалов, производимых в странах дальнего зарубежья, позволяет сделать следующие выводы:

- наибольшее число моделей подземных самосвалов приходится на диапазоны грузоподъемности 15...20 т (20%), 10...15 т, 25...30 т и 40...50 т (по 15%) и 30...40 т (12%);
- наибольшее число моделей погрузочно-доставочных машин приходится на диапазоны грузоподъемности 3...5 т (25%); 5...8 т (22%); 8...10 т (17%); 10...15 т (15%) и свыше 15 т (14%), меньше всего выпускается моделей грузоподъемностью до 3 т.

Тема 7. *Технология строительства камер*
Лекция №17: Организация работ. Показатели.

Проектирование технологии строительства камер

Проекты строительства работ конструктивно сложных выработок предусматривает определение числа этапов, объемы работ на каждом этапе, нормы выработки для каждого вида работ, затраты времени и труда.

Пример - насосная камера проводится по буровзрывной технологии двумя слоями сверху вниз с креплением бетонной сводчатой крепью.

Этапы:

(1) - выемка породы и возведение временной крепи в верхнем слое на всю длину камеры (шпуров бурят ручными бурильными молотками, породу грузят скреперной установкой, деревянную временную крепь возводят вручную);

(2) - возведение бетонной крепи свода (бетонную смесь подают за инвентарную опалубку комплексом БУК-1);

(3) - выемка породы в нижнем слое (бурение шпуров перфораторами, погрузка породы скрепером);

(4) - возведение постоянной крепи стен;

(5) - выемка породы в котлованах под стационарные насосы и двигатели;

(6) - возведение фундаментов под оборудование, бетонирование пола камеры, настилка постоянного пути;

(7) - установка монтажных балок.

Объемы работ определяют по этапам на всю камеру:

по бурению на i -ом этапе

$$V_{ib} = q_{ib} \cdot W_{ib}, \text{ м}$$

где q_{ib} — количество шпуров для выемки 1 м породы в массиве;

W_{ib} — объем вынимаемой породы, м^3 ;

по возведению рам временной крепи

$$W_{ik} = \frac{l_k}{L},$$

где l_k - длина камеры в черне;

L - шаг крепи;

по возведению постоянной крепи - учитывают наличие «окна» для водотрубного ходка и др;

по погрузке породы - объем породы равен объему породы в массиве i -го этапа;

по настилке пути - объем работ зависит от количества рельсовых путей и длины камеры.

Трудоемкость по каждому этапу:

$$B_{iT} = \sum_{i=1}^n \frac{W_{in}}{H_{in}}.$$

Затем определяет продолжительность каждой работы.
Строят график организации работ.

При проходке камер и выработок небольшой длины:

$$t_i = b_i / (n_{\text{яв}} \cdot n_{\text{см}} \cdot k_{\text{п}}), \text{ смен,}$$

где $n_{\text{яв}}$ — явочный состав, чел.;

$n_{\text{см}}$ — количество рабочих смен в течение суток, смен;

$k_{\text{п}}$ — коэффициент перевыполнения нормы выработки.

Время строительства камеры определяется календарным графиком.

Производительность труда:

$$P = W_k / (t_c \cdot n_{\text{яв}} \cdot n_{\text{см}}), \text{ м}^3/\text{выход,}$$

где T_c - время строительства камеры, сутки.

Месячная скорость строительства

$$V_c = W_k \cdot m / t_c, \text{ м}^3/\text{мес,}$$

где m - число рабочих дней в течение месяца, 25,6.

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.donntu.org/handle/123456789/34454>
2. 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.
3. 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.donntu.org/handle/123456789/34456>
4. 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.
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.donntu.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.donntu.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.donntu.org/handle/123456789/34673>