



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

В.С. Великанов
А.В. Козырь

ГОРНЫЕ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

Магнитогорск
2017

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент,
ООО «МагОценка»
Д. В. Доможиров

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры разработки месторождений полезных ископаемых
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»
С.А. Корнеев

Великанов В.С., Козырь А.В.

Горные и строительные машины [Электронный ресурс] : учебное пособие / Владимир Семенович Великанов, Александр Валерьевич Козырь ; ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им.Г.И. Носова». - Электрон. текстовые дан. (1,14 Мб). – Магнитогорск: ФГБОУ ВО «МГТУ», 2017. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). - Систем. требования: IBM PC, любой, более 1 GHz; 512 Мб RAM; 10 Мб HDD; MS Windows XP и выше; Adobe Reader 8.0 и выше; CD/DVD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-9967-1052-2

Учебное пособие составлено в соответствии с программами дисциплин «Горные машины и оборудование», «Горные машины и оборудование подземных разработок», «Дорожные и строительные машины».

Данное учебное пособие предназначено для обучающихся направления подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы и специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. Кроме этого, он может быть использован при подготовке специалистов других направлений подготовки: 15.03.01 Машиностроение, 15.03.02 Технологические машины и оборудование и специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов.

УДК 621.22

ISBN 978-5-9967-1052-2

© Великанов В.С., Козырь А.В., 2017
© ФГБОУ ВО «Магнитогорский
государственный технический
университет им. Г.И. Носова», 2017

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРНЫХ МАШИН	5
1.1. Содержание и значение курса.....	5
1.2. Условия эксплуатации и требования, предъявляемые к горным машинам	5
1.3. История создания и тенденции развития горных машин.....	6
2. СОВРЕМЕННОЕ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЕ ПРЕДПРИЯТИЕ.....	9
2.1. Основные понятия	9
2.2. Горнотехнические понятия	9
2.3. Общие сведения о зданиях и сооружениях	10
2.4. Технологическая схема горнодобывающего предприятия	10
3. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ГОРНЫХ МАШИН	15
3.1. Производительность горных машин	15
3.2. Основные физико-механические свойства горных пород. Методы и способы их оценки	17
3.3. Способы отделения горной массы от массива	19
3.4. Бурение шпуров. Общие сведения	20
3.5. Шахтные бурильные установки. Общие сведения о шахтных бурильных установках	25
3.6. Бурильные машины шахтных установок.....	26
3.7. Манипуляторы бурильных установок	27
3.8. Буровые станки с пневмоударниками.....	29
3.9. Самоходные буровые станки с пневмоударниками	31
3.10. Станки шарошечного бурения. Проходка скважин станками шарошечного бурения	33
3.11. Буровой инструмент станков шарошечного бурения.....	35
4. ПОГРУЗОЧНЫЕ, БУРОПОГРУЗОЧНЫЕ И ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ.....	38
4.1. Общие сведения и классификация	38
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	45

ВВЕДЕНИЕ

В дисциплине «Горные машины и оборудование» изучается горная техника, механизмирующая процессы отделения горной массы от массива, погрузки на транспортные средства, кроме того, предметом изучения являются вопросы безопасной эксплуатации техники, модернизации узлов и деталей.

В настоящее время объем публикаций в области механизации горных работ значительно отстает от потребностей разработчиков проходческой техники, студентов горных вузов. Особенно критично складывается ситуация с информацией о конструкциях выпускаемых машин, их технических характеристиках. Публикуемые в научных журналах краткие сведения носят рекламный характер, и не позволяют обоснованно выбрать оборудование при разработке проекта проведения горной выработки. По этой же причине весьма затруднены расчеты производительности машин для конкретных условий, оценка возможности их эффективного применения.

Наибольшие трудности указанного характера приходится на долю студентов вузов, т.к. отсутствие информации о конструкции машины, ее основных узлов, кинематических, электрических схемах не позволяют получать базовые знания на нужном уровне, качественно выполнять курсовые и дипломные проекты.

Студент должен знать номенклатуру горных машин, используемых в различных горно-геологических условиях, принцип действия машин и конструкций.

В результате изучения дисциплины студент должен уметь: выбирать горные машины для конкретных горно-геологических условий, определять режимы их работы, рассчитывать потребность. Знать правила технической эксплуатации, следить за развитием средств механизации технологических процессов горного производства, т.к. внедрение новой техники повысит уровень механизации и автоматизации, увеличивает добычу полезного ископаемого, способствует совершенствованию организации труда в рудниках и шахтах, улучшению и облегчению работу горняков.

Учебное пособие подготовлено авторами, с использованием научно-технической литературы, представленной в библиографическом списке.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРНЫХ МАШИН

1.1. Содержание и значение курса

Горные машины и оборудование - один из основных курсов в программе подготовки горного инженера, готовящегося к работе в области технологии вскрытия и разработки месторождений полезных ископаемых. Успешная работа современного горного инженера-технолога немыслима без глубокого знания основ механизации и автоматизации горного производства, эксплуатационных и технических данных горных машин, элементов их конструкции, принципа действия и технических возможностей, а также освоения основ теории, расчета и технической эксплуатации горных машин и комплексов.

Предмет горные машины содержит информацию по всем средствам механизации очистных и подготовительных работ. Принципам создания и работы машин, методам расчета основных параметров оборудования. Курс охватывает сведения, начиная с наиболее простых машин (ручные сверла, перфораторы), механизмирующих лишь отдельные операции, до комплексов и агрегатов, обеспечивающих решение механизации всего технологического цикла ведения горных работ, включая и автоматизацию работы оборудования. Большое конструктивное разнообразие горных машин диктуется требованиями технологии и различием условий эксплуатации оборудования. Содержание курса непосредственно связано с технологией подземной разработки месторождений полезных ископаемых, курсами транспорта горной массы по выработкам, технологии металлов и конструкционных материалов, физики горных пород, а также такими общетехническими предметами, как теория машин и механизмов, детали машин, стандартизация и взаимозаменяемость и др. Основные закономерности, закладываемые в расчеты и принципы работы горных машин, базируются на фундаментальных общинженерных дисциплинах: теоретическая механика, физика, математика и др.

Курс горных машин по принципу функционального назначения оборудования делится на:

1. машины и оборудование для механизации процессов бурения шпуров и скважин;
2. машины для механизации процессов выемки полезных ископаемых, включающие врубовые машины, очистные комбайны и струговые установки;
3. машины и оборудование для механизации проведения подготовительных и нарезных выработок;
4. выемочные комплексы и автоматизированные агрегаты;
5. машины для механизации вспомогательных операций технологического цикла.

Приведенная классификация является укрупненной, облегчающей рассмотрение отдельных разделов предмета, исходя из прямого назначения отдельных групп машин. Внутри каждого раздела курса и его подразделов дается более углубленная и детализированная классификация горных машин, облегчающая изучение каждой машины и предмета в целом.

Знание курса «Горные машины и оборудование» позволяет обоснованно выбрать оборудование для конкретных условий эксплуатации, рассчитать параметры машин и их технические возможности, тем самым обеспечив решение вопроса механизации основных процессов технологического цикла, снижение трудоемкости и получение оптимальных технико-экономических показателей работы оборудования.

1.2. Условия эксплуатации и требования, предъявляемые к горным машинам

Специфические условия работы в подземных выработках сказываются на конструкции горных машин, предъявляя к основным их узлам ряд особых требований. Так, одной из специфических особенностей работы горных машин является стесненность рабочего места, обусловленная небольшими поперечными размерами горных выработок. В связи с этим возникает необходимость в строгом ограничении габаритов горных машин, придании

последним удобной формы с целью повышения маневренности и улучшения транспортабельности их узлов. Уменьшение размеров основных узлов горных машин с одновременным сохранением их высокой работоспособности достигается применением последних достижений науки и техники в области машиностроения.

Значительная влажность рудничной атмосферы и агрессивность шахтных вод приводят к значительному ускорению коррозии, резко уменьшающей срок службы горных машин. В связи с этим детали горных машин должны изготавливаться из антикоррозионных материалов или подвергаться специальному покрытию горячим цинкованием, лаками, полимерными материалами и др.

Большая запыленность рудничной атмосферы, проникающей внутрь машин, резко снижает долговечность трущихся пар (шестерен, подшипников и др.) и заставляет, помимо борьбы с пылеобразованием, надежно защищать элементы горных машин от попадания пыли и грязи.

Высокие абразивность и твердость руды и породы приводят к быстрому износу элементов горных машин, что требует выполнения их из особо прочных и износостойких материалов, заставляет изыскивать специальные схемы работы элементов исполнительных органов. Предусматривать возможность быстрой замены деталей, подверженных особо быстрому износу.

Тяжелые, резко усложняющиеся условия работы горных машин с внезапными перегрузками, возникающими от обрушения горной массы, попадания крупных кусков, а иногда и заклинивания исполнительного органа твердыми включениями, приводят к необходимости проектировать детали горных машин с достаточными запасами прочности, а приводы их оборудовать специальными предохранительными муфтами.

Рабочее место многих горных машин, особенно предназначенных для очистных и проходческих работ, непрерывно меняется, в связи, с чем такие машины должны обладать особенно хорошей маневренностью и оборудоваться специальными устройствами, облегчающими перемещение их при работе и переводе с одного рабочего места на другое.

Перечисленными выше специфическими условиями не исчерпывается все многообразие вопросов, учитываемых при проектировании, выборе и эксплуатации горных машин. Так, при проектировании, выборе или технической эксплуатации горных машин необходимо всегда исходить из требований безопасности и удобства их обслуживания, облегчения управления, простоты монтажа и демонтажа. Особое внимание должно уделяться изоляции токоведущих частей, заземлению корпусов и защите обслуживающего персонала от движущихся элементов. Это диктуется стесненностью рабочего места, необходимостью изменения положения обслуживающего персонала относительно машин, трудностью использования защитной спецодежды и неудобством работы в ней в условиях горных выработок, т. е. в условиях, при которых возрастает опасность травмирования обслуживающего персонала.

Условия эксплуатации машин под землей, где из-за недостаточной освещенности, запыленности и стесненности рабочего места ремонт практически невозможен, а выдача всей машины на поверхность сильно затруднена, поэтому необходимо чтобы она состояла из отдельных быстро и легко заменяемых узлов.

Все перечисленные требования должны учитываться при выборе горных машин для механизации и автоматизации рассматриваемого процесса применительно к конкретным условиям работы горных машин и физико-механическим свойствам конкретных горных пород.

1.3. История создания и тенденции развития горных машин

Горная промышленность обеспечивает добычу полезных ископаемых, являющихся основным сырьем для всех остальных отраслей промышленности. Добыча и переработка руд

были издавна известны в России. В XII-XIII вв. в центральных русских областях достигло высокого развития кустарное производство железа из болотных руд. Начало развития железорудной промышленности Урала относится к 1631 году, когда был основан Ницинский завод. Уже во второй половине XVIII века по выплавке чугуна Россия обогнала западноевропейские страны, а вывоз железа стал крупной статьёй русского экспорта. В XIX веке Россия экспортировала около 4 тыс. тонн меди в год. Большое значение в России уделялось добыче благородных и драгоценных металлов.

При сравнительно больших масштабах развития горнорудной промышленности в России уровень механизации работ был крайне низок. Лишь в начале XX века на ряде рудников начали применять перфораторы, которые являлись единственным средством механизации проведения шпуров и скважин.

Ударно-поворотный способ бурения, к которому относятся перфораторы, был известен в Китае свыше 2 тысяч лет назад. Этим способом бурили скважины с помощью бамбуковых штанг для добычи поваренной соли. В России бурение первых скважин отмечалось в IX веке, так же при добыче соли в Старой Руссе. В середине XIX века ударное бурение с помощью ручных приспособлений стало вытесняться портативными механическими станками. В 1859 г. Г.Д. Романовский в качестве привода бурового станка использовал паровую машину. В середине XIX века при бурении на нефть использовалась конная тяга. В 1901 году на Бакинских нефтепромыслах появились первые электрические двигатели, заменившие паровые машины. В 1924 г инженерами М.А. Канемошниковым, С.М. Волох и Н.А. Корневым был сконструирован первый турбобур, положивший начало бурению скважин на большие глубины до 1000 и более метров.

Морская скважина впервые была пробурена в Тихом океане (США) в 1897 г. В России шельфовое бурение было начато в 1924 году в Каспийском море. В настоящее время добыча нефти и газа с дна мирового океана является одним из перспективных направлений разработки месторождений полезных ископаемых.

Машинное бурение шпуров впервые было предложено в 1683 г немецким механиком Г. Гутманом. Поршневые бурильные машины для ударного бурения скважин были созданы инженером Соммеи и успешно использовались при проведении тоннеля в Альпах, на много сократив его строительство. Вращательный способ бурения стал широко внедряться на горных предприятиях лишь в начале XX века. Шарошечный способ впервые появился в 1937 году на карьерах США. В России он получил широкое распространение с начала 60-х годов. В настоящее время это один из основных способов бурения взрывных скважин на карьерах. С 50-х годов при бурении скважин находят применение погружные перфораторы и пневмударники.

Алмазное бурение было предложено в 1862 году швейцарским часовщиком Ж. Лешо. Этот, один из возможных и производительных способов бурения в условиях весьма крепких пород, широко используется и при разведочном бурении.

Различные способы бурения лишь частично механизуют процесс ведения буровзрывных работ. Для повышения эффективности этого процесса была необходима подрубка полезного ископаемого, проведение щелевого вруба - дополнительной плоскости обнажения забоя. Первая врубовая машина была изготовлена в 1852 году в Великобритании, она имела исполнительный орган в виде вращающегося диска, армированного резцами. Еще раньше в 1761 году Майклом Мензис была создана врубовая машина, работающая по принципу кайла, приводящаяся в движение кривошипно-шатунным механизмом от усилий рук человека. В 1864 г. была изготовлена первая цепная врубовая машина с баром, которая явилась прототипом современных машин. В 1873-74 гг. на Грушевском руднике работало две паровых врубовых машины. Серийный выпуск машин был освоен Горловским машиностроительным заводом в 1927 г. Уже в 1928 г на шахтах бывшего СССР работало более 500 врубовых машин, обеспечивающих существенный рост механизации процесса ведения

очистных работ.

Врубовые машины явились основой для создания первого в мировой практике очистного комбайна. Комбайн был создан в 1931 году нашим соотечественником инж. А.И. Бахмутским. Угольный комбайн механизировал наиболее трудоемкие операции в очистном забое - выемку и погрузку угля. Серийное производство комбайнов было начато в 40-х годах. Процесс механизации выемки широкозахватными комбайнами был непродолжительным. Уже в 60-е годы наметился переход от широкозахватной к узкозахватной технологии выемки угля с созданием принципиально нового очистного оборудования, включающего в себя узкозахватные комбайны и механизированные крепи.

Впервые идея механизированной передвижной крепи была предложена инженером И.А. Журавлевым в 1932 году. Аналогичная идея была выдвинута и реализована на стенде в 1938 году А.Д. Гридиным, А.А. Пичугиным и Ф.И. Барановским. Отечественная война прервала начатые работы, но уже в 1946 году был изготовлен и испытан в Кузнецком бассейне первый в мировой практике выемочный агрегат «Кузбасс» с передвижной механизированной крепью. Несколько позже были созданы механизированные крепи типа Щ («Щекинская») и агрегаты типа А. В 1958 г прошла успешные испытания механизированная крепь «Тула» с узкозахватным комбайном КУ-60, которые явились основой для серийного выпуска комплексов типа ОМКТ и ОКП. Основные идеи, заложенные в конструкции этих комплексов, послужили основой для широкого применения механизированных комплексов и щитовых крепей как у нас в стране, так и за рубежом. В настоящее время комплексная механизация является основным средством выемки угля.

Высокие темпы подвигания очистных забоев, оснащенных средствами комплексной механизации, вызывали необходимость механизации процессов проведения подготовительных выработок. Проходческие комбайны появились несколько позже очистного оборудования. Лишь в 50-е годы был начат серийный выпуск проходческих комбайнов типа ПК-2М, ШБМ и ПК-3. Они явились основой для разработки в последующем мощного проходческого оборудования нового поколения.

В настоящее время комплексная механизация является преобладающей как при разработке угольных, так и рудных месторождений полезных ископаемых. Механизация процессов буровзрывных работ базируется на широком использовании мобильного самоходного оборудования, существенно снижающего трудоемкость работ при бурении, погрузке и транспорте полезного ископаемого. Более 90 % добычи угля подземным способом производится выемочными комбайнами и комплексами с механизированными крепями. При проведении подготовительных выработок, наряду с высокопроизводительными проходческими комбайнами, также нашли применение проходческие комплексы оборудования. Комплексная механизация и автоматизация основных технологических процессов в ряде случаев исключает необходимость присутствия людей в очистных и подготовительных забоях.

2. СОВРЕМЕННОЕ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

2.1. Основные понятия

Деятельность человека по извлечению полезных ископаемых и по их первичной переработке называют горным делом.

Добыча – термин в горном деле, имеющий два значения:

1. производственная мощность предприятия, т.е. количество полезного ископаемого (в тоннах), извлекаемого из недр в определенный промежуток времени (сутки, год);
2. извлечение (выемка) полезного ископаемого из недр земли в результате их разработки.

Добыча (извлечение) полезного ископаемого связана с ведением горных работ.

Горные работы - это выемка полезного ископаемого, проведение и поддержание горных выработок. Горные работы бывают подземные и открытые.

Промышленные предприятия, предназначенные для разработки или разведки месторождений полезных ископаемых, называют горным предприятием.

Горные предприятия, предназначенные для разработки полезных ископаемых, называют горнодобывающим предприятием. Полезные ископаемые добывают в шахтах, рудниках и карьерах.

Шахта (нем. schacht) - это горное предприятие по добыче полезного ископаемого и отгрузке его потребителям. Она включает в себя наземные сооружения и подземные горные выработки.

При подземной разработке рудного месторождения горное предприятие называется рудником.

Карьер - это горное предприятие по добыче полезного ископаемого открытым способом или совокупность горных выработок, образованных при добыче полезного ископаемого открытым способом. При добыче угля открытым способом карьер называют разрезом.

2.2. Горнотехнические понятия

Подземный комплекс подразделяется на отдельные службы (участки):

1. добычной участок – это участок, который обеспечивает добычные работы, т.е. комплекс процессов, необходимых для извлечения угля из недр на поверхность (их на шахте несколько);

2. ВШТ – участок внутришахтного транспорта и УКТ – участок конвейерного транспорта – это транспортные службы шахты, предназначенные для перемещения по подземным горным выработкам и на поверхности (в пределах территории шахты) полезного ископаемого, породы и различного рода грузов (крепежных и взрывчатых материалов, оборудования и др.), а также для перевозки людей;

3. УКР (ОКР) – участок (отдел) капитальных работ, который ведет строительство горных выработок, в том числе и долговечных;

4. УПР – участок подготовительных работ – развивает выработки, проводимые в процессе подготовки шахтного поля к очистной выемке;

5. РВУ – ремонтно-восстановительный участок или РГВ – участок ремонта горных выработок;

6. ВТБ – участок вентиляции и безопасности – контролирует состояние шахтной атмосферы в соответствии с требованиями правил безопасности (ПБ) и соблюдение других требований ПБ, а также участвует в разработке паспортов БВР в части определения времени на проветривание забоя после производства взрывных работ, согласовывает проекты (паспорта) и режимы проведения взрывных работ;

7. БВР (ВР) – участок буровзрывных (взрывных) работ обеспечивает безопасное

производство взрывных работ, участвует в составлении режимов ведения взрывных работ, осуществляет внедрение мероприятий по совершенствованию взрывного дела, проводит анализ травматизма.

2.3. Общие сведения о зданиях и сооружениях

Сооружением называют все то, что возведено человеком для удовлетворения материальных и культурных потребностей общества. Здания это - сооружения, характеризующиеся наличием помещений, необходимых для деятельности человека. Сооружения, в которых такие помещения отсутствуют, называют инженерными сооружениями или просто сооружениями.

По геометрическому признаку различают объемные сооружения (здания и т.п.), площадочные сооружения (водоотстойник, склад лесных материалов, спортплощадки и т.п.) и линейные сооружения (эстакады, дороги, трубопроводы и т. п.).

В зависимости от назначения здания бывают жилыми, общественными и производственными. Производственные здания предназначены для размещения промышленных и сельскохозяйственных производств.

Каждое здание (сооружение) состоит из взаимосвязанных элементов конструкций, выполняющих определенные функции.

Основными строительными (несущими) конструкциями являются фундаменты, колонны, стены, перекрытия. Они воспринимают нагрузки и обеспечивают прочность и устойчивость здания.

Фундаменты являются подземной конструкцией, предназначенной для передачи и распределения нагрузки от здания на основание – грунт. На фундамент опираются стены, колонны и т.п. Стены бывают несущими, самонесущими и навесными; внутренними и наружными. Перекрытия представляют собой горизонтальные конструкции, разделяющие здание на этажи. Здание завершается покрытием (чердачным помещением и крышей), которое защищает здание от атмосферных воздействий сверху.

В зависимости от вида несущего остова различают следующие конструктивные схемы зданий: полнокаркасные, бескаркасные и неполнокаркасные. В зависимости от материала, из которого изготовлен каркас, различают железобетонные и металлические каркасы, иногда колонны каркаса делают из кирпича. Для производственных зданий, как правило, применяют железобетонные каркасы из унифицированных элементов: фундаментов, колонн, фундаментальных и подкрановых балок и несущих конструкций крыш.

2.4. Технологическая схема горнодобывающего предприятия

Технологическая схема горнодобывающего предприятия - это совокупность основных и вспомогательных горных процессов в сочетании с необходимыми для их выполнения горными выработками, поверхностными сооружениями, средствами автоматизации и механизации, обеспечивающих безопасную и эффективную разработку месторождений.

К основным процессам, создающим поток полезного ископаемого, относят его выемку, транспортирование, подъем и отгрузку потребителям. К вспомогательным процессам относят сооружение горных выработок, вентиляцию, энергоснабжение, вспомогательный транспорт, водоотлив, связь, освещение и т.д.

В этой схеме выделяют поверхностный и подземный технологические комплексы шахты. Они функционально связаны между собой и включают в себя определенные из перечисленных выше технологических звеньев схемы.

Поверхностный технологический комплекс шахты - это совокупность технологических линий и узлов, размещенных в зданиях и сооружениях на поверхности шахты, обеспечивающих работу ее подземного хозяйства, а также складирование, переработку и отправку потребителям полезных ископаемых.

Поверхностный комплекс занимает территорию на земной поверхности, которую

принято называть промышленной площадкой. Он выполняет следующие функции: проветривание шахты, подача в шахту электроэнергии (пневмоэнергии, гидроэнергии), подача в шахту тепла, спуск в шахту оборудования и материалов, спуск и подъем людей, приемка добытого полезного ископаемого, сортировка и обогащение полезного ископаемого, временное хранение и отправка потребителю добытого полезного ископаемого, отвалообразование пустых пород, подготовка закладочных материалов, подготовка технической воды (гидрошахты), ремонт горных машин и инструмента, складирование материалов и оборудования, обслуживание работников шахты (баня, ламповая, табельная и т.п.), обеспечение работы административно-управленческих и инженерно-технических служб и т.д.

На современной шахте поверхностные здания и сооружения, как правило, сгруппированы в три блока: блок главного ствола, блок вспомогательного ствола и административно-бытовой комбинат. Кроме того, на поверхности шахты располагаются здания и сооружения, не входящие в указанные блоки.

Блок главного ствола включает в себя: надшахтный копер, надшахтное здание с секциями угольного и породного комплекса, здания скиповых подъемных машин, электроподстанцию, здание компрессорной установки, здание котельной.

Блок вспомогательного ствола включает в себя: надшахтный копер, надшахтное здание (секция обмена вагонеток), здание клетевой подъемной машины, здание электромеханической мастерской, материальный склад и др.

Административно-бытовой комбинат (АБК) - это самостоятельное здание, соединенное с блоком вспомогательного ствола подземным тоннелем или утепленной поверхностной галереей. АБК относится к вспомогательным зданиям и в большинстве случаев сосредотачивает в себе ряд производственных служб, предназначенных для обслуживания трудящихся шахты. В АБК размещают гардеробные, душевые, ламповые, медпункт, служебные кабинеты и другие помещения.

Рассмотрим характерные особенности и назначение основных объектов шахтной поверхности.

Надшахтный копер сооружается над устьем каждого ствола. Он представляет собой металлическую или железобетонную конструкцию, предназначенную для установки шкивов подъемной установки, проводников для направления движения подъемных сосудов и устройств для разгрузки угля (породы). Высота копров обычно составляет 15-40 м, иногда и более в зависимости от высоты приемной площадки, вида подъема и способа разгрузки подъемных сосудов.

Надшахтное здание расположено над стволом шахты и непосредственно примыкает к копру, являющегося его составной частью. Здание служит для приемки и распределения грузов из шахты, погрузки материалов, направляемых в шахту, для размещения путей, опрокидывателей, калориферной установки и прочего оборудования. На шахтах, где производится обогащение и сортировка угля, к надшахтному зданию примыкает здание обогатительной фабрики или сортировки.

Здания подъемных машин сооружают рядом со стволом, иногда их объединяют с надшахтным зданием, или располагают на копре. Они служат для размещения подъемных машин, осуществляющих подъем и спуск людей, угля, породы и материалов с помощью подъемных канатов, и сосудов (скипы, клетки, бадьи).

Котельная предназначена для отопления зданий и сооружений и для обогрева в зимнее время стволов шахты калориферной установкой.

Здание электроподстанции является важнейшим энергетическим объектом шахты. Электроподстанция предназначена для распределения электроэнергии и понижения напряжения с 3000-6000 В до 660, 380 и 220 В.

Здание компрессорной станции предназначено для размещения компрессорных установок, питающих по воздухопроводу сжатым воздухом подземные машины и механизмы.

Электромеханическая мастерская служит для мелкого, текущего и среднего ремонта шахтных машин, механизмов и электрооборудования.

Здание шахтного вентилятора служит для размещения вентиляторных установок, обеспечивающих проветривание горных выработок. Вентиляторная установка соединена со стволом подводящими подземными каналами.

Здание холодильной установки предназначено для размещения стационарной поверхностной холодильной установки, служащей для охлаждения воздуха, подаваемого в шахту.

Здание дегазационной установки предназначено для размещения вакуум-насосной станции, с помощью которой производится отсасывание по специальным трубам из угольных пластов и боковых пород метана с целью снижения газообильности шахт, участков, отдельных горных выработок.

Обогатительная фабрика оснащается необходимым оборудованием, машинами, механизмами, предназначенными для обогащения (улучшения качества) угля и распределения его по крупности.

Погрузочные бункера представляют собой емкости определенных размеров, служащие для кратковременного хранения угля и породы. Они соединены с блоком главного ствола конвейерной галереей.

Угольные (аварийные) склады служат для временного хранения угля при возможной задержке с подачей под погрузку железнодорожных вагонов.

Лесной склад и деревообрабатывающие цехи служат для хранения и обработки древесины, а также для заготовки крепежного леса.

Породные отвалы предназначены для складирования породы, выдаваемой из шахты.

Подземный комплекс шахты (ПКШ). Представляет собой очень сложную систему вертикальных, горизонтальных и наклонных горных выработок, служащую для добычи полезного ископаемого и доставки его на поверхность.

Горная выработка – это полость, образованная в недрах земли или на ее поверхности в результате ведения горных работ. Горные выработки, сооруженные в недрах земли, независимо от наличия непосредственного выхода на поверхность называют подземными. Выработки, расположенные на поверхности земли, имеющие незамкнутый контур поперечного сечения, называют открытыми.

В зависимости от назначения различают горные выработки разведывательные, используемые для поисков и разведки МПИ, и эксплуатационные – для целей разработки месторождений, т.е. выемки полезных ископаемых из недр.

Эксплуатационные горные выработки в зависимости от назначения делятся на вскрывающие, подготовительные и очистные. Вскрывающие выработки служат для вскрытия шахтного поля. Подготовительные выработки сооружаются в процессе подготовки шахтного поля к разработке. Очистные – это выработки, в которых ведется добыча полезных ископаемых. Они непрерывно перемещаются в пространстве, а их форма и размеры зависят от мощности и угла падения разрабатываемого пласта (рудного тела) и технологии добычи.

В зависимости от соотношения между площадью поперечного сечения выработки и ее длиной, выработки разделяют на протяженные и объемные.

Протяженные горные выработки в зависимости от их положения в пространстве в свою очередь делят на вертикальные, горизонтальные и наклонные.

К вертикальным выработкам относят стволы, слепые стволы, гезенки, шурфы и

скважины.

Ствол – это вертикальная горная выработка, имеющая непосредственный выход на поверхность и предназначенная для обслуживания подземных горных работ. По шахтным стволам поднимают полезные ископаемые, спускают материалы, оборудование, людей и движется воздушная струя. В зависимости от основного назначения шахтные стволы делят на главные и вспомогательные. Главный ствол служит для подъема на поверхность полезных ископаемых. Вспомогательные стволы в соответствии с их функциями подразделяются на грузопассажирские (для спуска и подъема людей, материалов, оборудования), вентиляционные и воздухоподводящие (для проветривания) и т.п.

Ствол шахтный слепой - это вертикальная подземная выработка, которая не имеет непосредственного выхода на земную поверхность, служащая в первую очередь для подъема полезных ископаемых с нижних горизонтов на верхние. Используют его также для вентиляции, спуска и подъема людей, материалов, оборудования и для водоотлива.

Гезенк - это вертикальная подземная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность, предназначенная для спуска полезного ископаемого с верхних горизонтов на нижние под действием собственного веса или в специальных сосудах механическим способом. Гезенк используют также для вспомогательных целей: спуска и подъема людей, материалов, оборудования и для вентиляции.

Шурф - это вертикальная горная выработка небольшой глубины, сооруженная с поверхности, предназначенная для вспомогательных целей. Шурфы бывают также разведочные.

Скважина - это горная выработка цилиндрической формы глубиной более 5 м и диаметром более 75 мм. По своему назначению скважины могут быть: разведывательные, которые используются для поисков месторождений, изучения их качества, условий залегания и величины запасов; эксплуатационные, предназначенные для добычи жидких и газообразных полезных ископаемых; вспомогательные (вентиляционные, тампонажные, замораживающие, дегазационные, водоотливные, взрывные и т.п.).

К горизонтальным горным выработкам относятся штольня, тоннель, квершлаг, штрек, косовичник, просек, орт. Эти выработки являются или горизонтальными, или с небольшим уклоном (не более 3°).

Штольня – это горизонтальная горная выработка, сооруженная с поверхности земли до полезного ископаемого. Она имеет с одной стороны непосредственный выход на поверхность и служит для всех работ и процессов. В зависимости от своих функций штольня может быть разведывательной, вентиляционной, откаточной и водоотливной.

Тоннель – это горизонтальная (реже наклонная) горная выработка, имеющая с обеих сторон выход на поверхность и служащая для транспортных и других целей в гористой местности.

Квершлаг – это горизонтальная (реже наклонная) горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, сооруженная вкрест простирания пласта, используемая для транспорта, вентиляции передвижения людей и других работ.

Штрек – это горизонтальная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, сооруженная по простиранию пласта или боковых пород. В первом случае штрек называют пластовым, а во втором полевым. По назначению штреки могут быть транспортными, вентиляционными, бутовыми, главными, коренными и т.п. Транспортный откаточный штрек служит для транспортировки грузов, а также для движения свежей струи воздуха. Вентиляционный штрек используется, главным образом, для движения исходящей струи воздуха и вспомогательных процессов. Коренной штрек сооружается на уровне главного горизонта (где заканчиваются стволы). Главный штрек – это выработка, по которой движется основной поток грузов всей шахты. Бутовый штрек – это выработка для получения

закладочного материала (бута). Бутовый штрек проходится в выработанном пространстве.

Просек – горизонтальная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, пройденная в пределах мощности пласта параллельно штреку (по простиранию). Служит для целей проветривания штрека при его проведении.

Косовичник – это подземная горная выработка, сооружаемая параллельно штреку, который охраняется бутовой полосой.

Орт – это горизонтальная подземная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, сооруженная в крест простирания мощного пласта между его почвой и кровлей (при крутом и наклонном падении пласта).

К наклонным выработкам относятся наклонные стволы, ходки, бремсберги, уклоны, скаты, печи, сбойки.

Наклонный ствол имеет то же назначение, что и вертикальный ствол. Различие только в его положении в пространстве.

Бремсберг – это наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, пройденная по восстанию пласта и служащая для транспортирования угля с верхних горизонтов на нижние (сверху вниз). Вспомогательный бремсберг сооружается параллельно основному и служит для транспортировки породы, материалов, оборудования и для воздушной струи.

Уклон – это наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность, сооруженная по падению пласта и служащая для подъема полезного ископаемого снизу до откаточного горизонта (снизу-вверх). Вспомогательный уклон сооружается параллельно основному и служит для вспомогательных процессов и проветривания.

Ходок – это наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность. Он размещается параллельно бремсбергу или уклону и служит для вспомогательных процессов и механизированной доставки людей (людские ходки).

Скат – это наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и служащая для спуска угля под собственным весом.

Печь – это подземная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, сооруженная только в пределах мощности угольного пласта (соединяет просек со штреком) и служащая для вентиляции, транспортирования угля и т.д. Печь, которая предназначена для монтажа в ней угледобывающего оборудования, а затем и для начала угледобычи, называют разрезной.

Сбойка – это наклонная (реже горизонтальная) горная выработка, сооруженная для целей вентиляции и сообщения между двумя-тремя параллельными выработками.

Лава – это очистная наклонная или горизонтальная горная выработка, в которой добывают уголь.

Очистной забой – это подвижная стенка разрезной печи.

Околоствольный двор представляет собой сложный петлевой комплекс горных выработок, которые подразделяются на транспортные выработки, служебные камеры и прочие выработки и связывают между собой оба шахтных ствола.

В околоствольном дворе выполняются работы по приему и подъему полезного ископаемого и породы на поверхность, приему материалов и оборудования при транспортировке их в шахту с поверхности. В околоствольном дворе размещают камеры различного технологического назначения, связанные с водоотливом, энергоснабжением и т.д.

Камерами называют подземные горные выработки, имеющие значительные размеры поперечного сечения при сравнительно небольшой длине и предназначенные для установки в них машин, электрооборудования и для других целей.

3. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ГОРНЫХ МАШИН

3.1. Производительность горных машин

Производительность горной машины - определяется количеством производимой ею продукции в единицу времени (час, смену, год) и выражается в единицах: весовых (т/ч), объемных (м³/ч), квадратных (м²/ч) или линейных (м/ч). Различают теоретическую, техническую и эксплуатационную производительность горных машин.

Теоретической (или конструктивной) производительностью - считают расчетную производительность Q_p горной машины при максимальном использовании всех ее конструктивных возможностей. Теоретическая производительность определяется за час непрерывной работы машины при расчетных параметрах и фиксируется в паспорте и заводской характеристике горной машины.

Техническая производительность - горной машины Q_T определяется в данных конкретных условиях работы машины при совершенной организации всех смежных процессов. Она вычисляется аналогично теоретической, но с учетом коэффициентов неполноты использования теоретических параметров. При этом, например, для погрузочных машин исходят из возможного фактического числа циклов работы машины (n) с учетом коэффициентов наполнения ковша (k_n), т. е. отношения теоретической емкости ковша (V , м³) к действительному объему зачерпываемой породы и коэффициента разрыхления породы (k_p):

$$Q_m = V \times n \times \frac{k_n}{k_p}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

Эксплуатационная производительность $Q_{\text{э}}$ - это действительная производительность, которая фактически достигается горной машиной в конкретных условиях. Эксплуатационная производительность определяется аналогично технической, но с учетом коэффициента использования машины во времени k_u - в течение часа, смены, года:

$$Q_{\text{э}} = Q_m \times T \times k_u$$

где T - длительность смены, ч.

Коэффициентом использования машины во времени учитывают неравномерность ее работы, включая подготовительно-заключительные операции и различного рода простои по организационным причинам. Этот коэффициент определяется отношением чистого времени работы горной машины за рассматриваемый период к длительности этого периода (час, смена, год). Эксплуатационная производительность при благоприятных условиях работы и применении передовых методов эксплуатации оборудования может превышать теоретическую.

При эксплуатации горных машин должно быть обеспечено бесперебойное снабжение их энергией, топливом, водой, смазочными и обтирочными материалами. Наряду с этим горные машины должны периодически осматриваться и ремонтироваться, чтобы гарантировать их исправную работу и минимальный износ деталей. Ремонт горных машин производится в соответствии с инструкциями завода-изготовителя и графиками планово-предупредительных ремонтов (ППР), разрабатываемыми для каждого типа горных машин. Это даст возможность заранее изготавливать необходимые запасные части и материалы, а также производить расчет необходимых трудовых затрат для ремонта и планировать исключение из работы горных машин на время ремонта. Различают межремонтные осмотры, текущий и капитальный ремонты.

Межремонтные осмотры и смазка производятся систематически в процессе эксплуатации горных машин. При этом проверяются крепление основных узлов и исправность оборудования, производится замена отдельных деталей, не требующая длительного простоя оборудования, выполняются несложная регулировка механизмов, а также смазка соответствующих узлов и деталей.

Текущий ремонт является наиболее простым видом ремонта и обычно производится

непосредственно на месте работы горной машины через межремонтный период, определяемый графиком планово-предупредительных ремонтов (ППР). При этом горная машина разбирается лишь частично для очистки ее и замены отдельных износившихся деталей заранее изготовленными запасными деталями.

Капитальный ремонт машины является наиболее сложным видом ремонта и производится в условиях специализированных мастерских или завода. При этом горная машина или комплекс должны быть отремонтированы так, чтобы они по своим качествам полностью соответствовали вновь изготовленным. Время между капитальными ремонтами называется ремонтным циклом и исчисляется в часах рабочего времени, включая полностью время всех рабочих смен.

Для обеспечения безаварийной работы с минимальными простоями горные машины должны обладать высоким качеством, т. е. совокупностью свойств, обуславливающих их пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с их назначением. Количественную характеристику одного или нескольких свойств горных машин, составляющих их качество, рассматриваемую применительно к определенным условиям эксплуатации, называют показателем качества.

Основными показателями качества горных машин являются надежность, технологичность, транспортабельность, стандартизация и унификация, безопасность, эргономика, и эстетика.

Надежность машины - это свойство сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Надежность является сложным свойством, которое состоит из сочетаний свойств: безотказности, ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости.

Безотказность - свойство горной машины сохранять работоспособность (выполнять заданные функции) в течение некоторой наработки (продолжительности работы) без вынужденных перерывов. Показателем безотказности является вероятность $p(t)$ безотказной работы машины в течение заданного времени t .

Ремонтпригодность - свойство машины к предупреждению и обнаружению причин возникновения повреждений и поддержанию, и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов. Ремонтпригодность характеризуется средней продолжительностью восстановления отказа $T_{\text{вос}}$ (время устранения неисправности).

Долговечность - свойство горной машины сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при принятой системе технического обслуживания и ремонтов. К показателям долговечности относятся срок службы между капитальными ремонтами и срок службы до списания машины.

Сохраняемость - свойство горной машины сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение хранения и (или) транспортирования и после.

Комплексным показателем надежности является коэффициент готовности k_r , который характеризует две ее составляющие - безотказность и ремонтпригодность:

$$k_r = T_{\text{от}} / (T_{\text{от}} + T_{\text{вос}}).$$

Эргономические показатели характеризуют взаимосвязь человек - машина и учитывают комплекс гигиенических, антропологических, физиологических и психологических свойств человека, проявляющихся в производственных процессах.

Эстетические показатели определяют информационную выразительность, рациональность формы и другие критерии.

Показатели стандартизации и унификации характеризуют насыщенность машины

стандартными и унифицированными частями, узлами и целыми агрегатами, что позволяет комплектовать машины различных типоразмеров из однотипных частей и агрегатов, повысить надежность машины, снизить трудоемкость изготовления и стоимость ремонта.

Показатели безопасности характеризуют особенности горной машины, обуславливающие при ее эксплуатации безопасность обслуживающего персонала.

Горные машины оценивают комплексным показателем качества, который характеризует несколько их свойств (параметров). Относительную характеристику качества машин, основанную на сравнении комплексных показателей с соответствующими базовыми показателями, называют уровнем качества.

Базовый показатель качества эталона-машины, имеющей наиболее высокие достигнутые параметры - это показатель, который принят за исходный при сравнительных оценках качества. Если уровень качества эталона-машины с базовыми показателями принять равным единице, то уровень качества сравниваемых практически существующих машин будет меньше единицы.

Показатели качества могут быть заданы абсолютными или относительными величинами. Абсолютные величины показателей качества выражают количественно в натуральных единицах измерения (т, м³, кВт). Они приемлемы при сравнении машин, сходных по конструкции и с одинаковыми основными параметрами. Относительные величины показателей качества выражают отношение абсолютных показателей к значению основного параметра сравниваемых машин одного вида (например, вместимость кузова вагонетки, мощность двигателя привода). Использование относительных показателей качества позволяет сравнивать однотипные горные машины с различными значениями основных параметров, но различных типоразмеров.

3.2. Основные физико-механические свойства горных пород.

Методы и способы их оценки

Знание физико-механических свойств горных пород является главным и необходимым условием при выборе типа горной машины, расчете и обосновании оптимальных режимных параметров её работы. К основным физико-механическим характеристикам горных пород, определяющим условия и возможности работы горных машин, относятся прочность, крепость, твердость, вязкость, абразивность и др. Кроме того, применительно к разрушению углей исполнительным органом комбайна имеется комплексный показатель оценки их прочностных свойств - сопротивляемость резанию.

Прочность - свойство горных пород воспринимать воздействие механических, термических, электрических и других нагрузок, не разрушаясь. Основными показателями, характеризующими прочность горных пород, являются пределы прочности на сжатие $\delta_{сж}$, растяжения δ_r и сдвиг $\delta_{сдв}$. Эти показатели применительно к углю имеют примерно следующие соотношения $\delta_{сж} : \delta_r : \delta_{сдв} = 1 : 0,3 : 0,1$. Наиболее выгодно с позиции энергоемкости разрушения в подрезцовом пространстве создавать напряжения растяжения или сдвига, нежели сжатия. Это осуществляется выбором соответствующей формы резца, оптимального угла резания, конструкции резца и исполнительного органа. Так, при углах резания меньших 90° в подрезцовом пространстве формируются в основном напряжения сдвига и растяжения, увеличение угла влечет за собой переход к напряжению сжатия. Прочность углей при одноосном сжатии колеблется в значительных пределах - от 1 МПа у бурых углей до 35 МПа - у антрацитов. При объемном напряженном состоянии прочность угля значительно возрастает.

Крепость - сопротивляемость горных пород объемному разрушению. В горной практике наиболее широко используется классификация пород по крепости, предложенная проф. М.М. Протодяконовым. Все горные породы разделяются на 10 категорий и оцениваются коэффициентом крепости f от 0.3 (плывуны) до 20 (крепкие и вязкие базальты). Коэффициент крепости - относительная величина. За единицу крепости ($f=1$) была принята

порода, временное сопротивление одноосному сжатию которой составляет 10 МПа. В целом метод оценки крепости пород по М.М. Протодяконову не учитывает разнообразия разрушающих способов воздействия на забой и формируемых в подрезцовом пространстве напряжений, влияние давления боковых пород и отжима угля, насыщенности угля газом и ряда других факторов. Поэтому, наряду с коэффициентом крепости, в горной практике используется показатель трудности разрушаемости пород, учитывающий сжимающие, растягивающие и скалывающие усилия, показатели буримости, дробимости, экскавируемости и т.п.

Твердость - свойство пород оказывать сопротивление при местном контактом воздействию. Имеются методы оценки твердости по Бринеллю, Роквеллу, Шору и т.д. Применительно к горным породам чаще используются показатели контактной прочности, которые определяются по методу Л.И. Барона и Л.Б. Глатмана путем вдавливания в породу цилиндрического индентера диаметром 2-5 мм. По величине контактной прочности (P_k), измеряемой в МПа, горные породы разделяются на шесть категорий: слабые (до 400 МПа), ниже средней крепости (400-650 МПа), средней крепости (650-1250 МПа), крепкие (1250-2450 МПа), очень крепкие (2450-4500 МПа), крепчайшие (более 4500 МПа). Показатели твердости наиболее часто применяются при оценке возможности использования буровых машин, шарошечного инструмента и т.д.

Хрупкость - способность горных пород разрушаться без предварительной пластической деформации. В основе явления хрупкости лежит неоднородность структуры материала и возможность развития в нем хрупкой трещины, на остром кончике которой формируются значительные концентрации напряжений, поэтому разрушение, как правило, происходит мгновенно при сравнительно невысоком уровне нагрузок. Хрупкость пород можно оценить коэффициентом хрупкости $K_{хр}$, определяемым как отношение удельной энергии упругой деформации к величине удельной энергии разрушения пород при одноосном сжатии. Идеально пластичные и хрупкие породы имеют соответственно 1 коэффициент хрупкости, равные $K_{хр} = 0$ и $K_{хр} = 1,0$. Более просто хрупкость углей и пород можно оценить по величине развала борозды при проведении в массиве единичного пробного реза. Большой угол развала борозды, измеряемый от вертикали до плоскости фактического ее значения, характеризует большую хрупкость угля. Этот показатель используется при формировании схемы набора резцов в исполнительном органе, при расчетах нагрузки на исполнительном органе комбайна. Большинству углей свойственна повышенная хрупкость. При разрушении хрупких углей можно использовать более разряженные схемы набора резцов в исполнительном органе комбайна, тем самым снижая энергозатраты на разрушение.

Абразивность - способность породы изнашивать контактирующие с породой твердые тела (индентеры). Зависит в основном, от прочности, размеров и формы минеральных зерен, слагающих породу, и является основным показателем, по которому нормируется расход породоразрушающего инструмента. Существует методика оценки абразивности, разработанная Л.И. Бароном и А.В. Кузнецовым. В основу оценки степени абразивности положена потеря массы прутка стали-серебрянки, вращающегося с частотой 400 мин-1 в контакте с испытуемой породой (при усилии прижатия в 150 Н). Оценка показателя абразивности породы производится в мг за время испытания продолжительностью в 10 мин. Установлено 8 классов абразивности пород: малоабразивные - до 5 мг (мрамор, глинистые сланцы), в высшей степени абразивные - более 90 мг (корундосодержащие породы, порфит, кварцит, гранит и др.).

Сопротивляемость угля резанию - наиболее обобщенный показатель оценки крепости углей, используемый для выбора возможности применения определенного типа комбайна и расчета нагрузок на рабочем органе машины. Определяется непосредственно в забое специальным режущим инструментом с учетом влияния на крепость углей дополнительных факторов таких, как отжим угля, насыщение его газом и т.д. Методика разработана в ИГД им А.А. Скочинского А.И. Бароном и Е.З. Позиним. Возможна оценка сопротивляемости

резанию с помощью струговой установки ДКС, либо динамометрического сверла СДМ-1.

3.3. Способы отделения горной массы от массива

Разрушение и удаление из забоя пород в процессе горных работ являются очень трудоемкими операциями. Разрушение горных пород может осуществляться следующими способами:

Механическим, когда рабочие органы непосредственно отделяют породу от массива. Расход энергии на единицу объема разрушенной породы (энергоемкость) составляет примерно $0,2 - 1,7 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$;

Гидравлическим, когда порода отделяется от массива напорной струей воды, подаваемой из гидромонитора, или когда порода вместе с водой всасывается земснарядом со дна водоема. Энергоемкость разрушения породы напорной струей составляет $0,4-4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$, а при работе земснаряда $0,2-2 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$;

Взрывным, когда порода разрушается под давлением газов, выделяемых взрывчатыми веществами (ВВ). Энергоемкость только бурения взрывных скважин составляет $0,8-1,1 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3$;

Физическим, когда разрушение или уменьшение прочности горных пород достигается с помощью ультразвука, тока высокой частоты, теплового воздействия;

Химическим, когда для отделения пород от массива их переводят в жидкое или газообразное состояние;

Комбинированным, например, гидравлический способ может комбинироваться с механическим.

Механический способ разрушения горных пород может производиться с различными скоростями силового воздействия. Принято считать, что при скоростях воздействия до $2,5 \text{ м/с}$ механический способ называется статическим, а при скоростях выше $2,5 \text{ м/с}$ - динамическим.

К динамическому способу разрушения относятся следующие виды:

Вибрационный, когда для разрушения породы создают принудительное вибрирование рабочего органа, что приводит к уменьшению сил внутренних связей пород и соответственно к снижению тягового сопротивления перемещению машины;

Ударный, когда разрушение породы производится с помощью ударника, обладающего определенной массой и скоростью, т. е. энергией удара;

Высокоскоростной, когда разрушение прочных пород производится с помощью высокоскоростных рабочих органов (скорость резания выше 5 м/с);

Импульсный, когда разрушение пород производится с помощью импульсной техники, основанной на применении энергии взрыва в машинах и механизмах. При этом разрушение может производиться жидкими, твердыми и газообразными передающими средами, непосредственно воздействующими на горную породу и реализующими в импульсной форме энергию взрыва.

На горных предприятиях наибольшее распространение получил механический способ разрушения пород - до 85% всего объема горных и земляных работ.

Действие исполнительных органов большинства современных очистных и проходческих машин (цепных, барабанных, шнековых, корончатых и др.) основано на принципе механического разрушения горных пород или угля. Знание теории разрушения горных пород и угля позволяет правильно оценивать эффективность и экономичность как самого процесса разрушения, так и применяемых горных машин, их исполнительных органов и инструмента. Совершенствование существующих и создание новых высокопроизводительных горных машин, повышение эффективности действия и стойкости их рабочего инструмента невозможно без применения основных закономерностей теории

разрушения горных пород и угля.

Виды напряженных состояний, возникающих при отделении горной породы от массива, и механические свойства пород определяют удельные энергозатраты при различных способах их разрушения. Сопротивление породы отрыв в 15-20 раз меньше ее сопротивления сжатию, сопротивление сдвигу занимает промежуточное положение между ними. При равномерном объемном сжатии уголь оказывает значительное сопротивление разрушению. Наиболее эффективными являются такие исполнительные органы, при работе которых в горны породах возникают растягивающие напряжения без образования объемного напряженного состояния.

Механические свойства горных пород, крепость, твердость, абразивность контактная прочность, дробимость также влияют на силовые и энергетические показатели процесса их разрушения.

Наиболее распространенным способом отделения от массива пород средней крепости и крепких при современном состоянии горнопроходческой техники является буровзрывной способ. Однако, если применение взрывчатых веществ, введенных внутрь массива породы, позволяет в доли секунды отделять большие объемы горной породы, то бурение шпуров, необходимых для размещения в массиве зарядов взрывчатых веществ, является одной из наиболее трудоемких операций при проведении подготовительных выработок, составляющей 25-40 % общих трудовых затрат на все работы производственного цикла и 55-60 % стоимости всех проходческих работ при буровзрывном способе проведения выработок.

3.4. Бурение шпуров. Общие сведения

Бурение шпуров малопроизводительными ручными и колонковыми электросверлами и перфораторами уменьшает производительность труда проходчиков и создает трудности в комплектовании проходческих бригад, так как на бурение приходится выделять значительно большее число рабочих, чем на погрузку породы.

В связи с этим задача исследования процессов механического разрушения горных пород при бурении шпуров и создание на этой основе полностью механизированных высокопроизводительных бурильных машин и установок является весьма актуальной и от успешного ее решения в значительной степени зависит рост производительности труда при проведении подготовительных выработок и создание комфортных условий труда проходчиков.

К способам механического разрушения горных пород разрушающими инструментами относятся резание, ударное разрушение и резание с одновременным наложением статических или ударных нагрузок. При этом по характеру деформации породы в месте контакта ее с лезвиями инструмента различают объемное и поверхностное разрушение.

Наиболее эффективным является объемное разрушение, возникающее в том случае, когда величина удельного давления контакта лезвий инструмента на породу (осевого усилия) будет больше, чем твердость породы на вдавливание, т.е.

$$P \geq \sigma_k S,$$

где P - осевое усилие, Н; σ_k - критическое напряжение породы от статического вдавливания, Н/мм²; S - площадь контакта лезвий инструмента с породой, мм².

Поверхностное разрушение происходит тогда, когда удельное давление контакта лезвий инструмента на породу будет меньше твердости породы на вдавливание, т. е. когда осевого усилия недостаточно ($P < \sigma_k S$), чтобы инструмент внедрился в породу.

Различают вращательное, ударно-поворотное и вращательно-ударное бурение. Наиболее производительным является вращательное бурение. Его работа характеризуется меньшими шумом и вибрацией по сравнению с остальными способами, поэтому меньше сказывается на здоровье человека. По виду энергии буровые машины делятся на электрические, электрогидравлические и пневматические, которые в свою очередь,

подразделяются на ручные, колонковые и бурильные установки. Вращательное бурение осуществляется электро- или пневмосверлами.

В настоящее время серийно выпускаются отечественной промышленностью ручные электросверла типа СЭР-19М, ЭР14Д-2м, ЭР18Д-2 и электросверла с принудительной подачей ЭРП18Д-2м. Мощность электродвигателей ручных электросверл 1-1,4 кВт, масса 16,5-24,5 кг. Ручные сверла применяются для бурения шпуров по углю и мягким породам с $f \leq 4$. В шахтах, опасных по внезапным выбросам угля и газа для бурения шпуров по углю применяются ручные пневматические сверла СР-3, СР-3М, СИР-13. Масса пневматических сверл равна 15,8-16,5 кг, мощность на шпинделе 3,5 л.с.

Колонковые электросверла выпускаются трех типов: СЭК-1, ЭБГ, ЭГБП-1. Мощность двигателя 2-3,4 кВт, масса 115-130 кг, частота вращения шпинделя 102-140 об/мин. Колонковые электросверла применяются для бурения шпуров по породам средней крепости $f = 3-6$. В качестве установочных приспособлений служат манипуляторы МН-2, МБИ-5, которые закрепляются на корпусе погрузочной машины, а на них устанавливаются колонковые сверла. Ручные и колонковые средства бурения используются только в тех случаях, когда технически затруднено или экономически нецелесообразно использование бурильных установок.

Для бурения шпуров в выработках соответствующего сечения по породам с $f=3-18$ применяются бурильные установки типа УБШ во вращательном и вращательно-ударном режимах. Бурение шпуров бурильными установками как отечественного, так и зарубежного производства является предпочтительным при проведении выработок, где их применение целесообразно по технико-экономическим условиям.

Ручные электросверла применяют при проходке выработок небольшого сечения в породах крепостью, не превышающих $f=4$ по шкале проф. М.М. Протоdjяконова, главным образом в условиях, где применение более совершенных средств бурения не возможно или экономически нецелесообразно. Глубина шпуров при бурении ручными электрическими сверлами редко превышает 2,5 м, диаметр шпуров 36-43 мм.

При бурении шпуров по антрацитам и породам средней крепости применяют ручные электросверла с принудительной подачей. Для этого в забое устанавливается распорная стойка, к которой с помощью крюка крепится стальной тросик, а с помощью механизма подачи электросверла осуществляется обуривание забоя. Электрические сверла изготавливают во взрывобезопасном исполнении и применяют в шахтах, опасных по газу и пыли.

Пневматические сверла применяют для бурения шпуров диаметром 36-43мм, где основным видом энергии является пневматическая.

В последние годы находят также применение гидравлические сверла. Отличительной их особенностью является применение безредукторного гидропривода с увеличенным крутящим моментом и повышенной мощностью, что дает возможность уменьшить массу сверла и повысить пределы применения их в более крепких породах. Техническая характеристика ручных горных сверл приведена в табл. 3.1.

Производительность бурения шпуров сверлами различной модификации зависит в основном от количества одновременно применяемых сверл при обуривании забоя.

При бурении ручными электросверлами шпуров диаметром 36-43 мм в породах с $f=2-5$ производительность $Q_{бэ}$, м/ч, т.е. суммарная длина шпуров, пробуренных за час общего рабочего времени, определяется по формуле

$$Q_{бэ} = 10 n_{бм} K_n \phi_б / f ,$$

где $n_{бм}$ – число бурильных сверл; K_n – коэффициент надежности, $K_n = 0,8-0,9$; $\phi_б$ – коэффициент, учитывающий одновременность работы, $\phi_б = 0,8-0,9$;

Главным недостатком бурения сверлами является низкая производительность и

тяжелый труд бурильщиков.

Бурение шпуров перфораторами. Перфораторы наибольшее применение получили при строительстве стволов и при проведении горизонтальных выработок в породах высокой крепости по шкале проф. М.М. Протодяконова. Бурильные молотки ударно-вращательного действия в зависимости от условий применения подразделяются на три группы: ручные, телескопические и колонковые.

По роду применяемой энергии их подразделяют на пневматические, гидравлические, электрические. Для геологоразведочных работ применяют мотоперфораторы с двигателями внутреннего сгорания. В шахтном строительстве наибольшее распространение получили пневматические перфораторы. Ручные перфораторы предназначены для бурения шпуров глубиной до 4 м с пневмоподдержки или с руки в породах с коэффициентом крепости до 20. Для очистки шпуров при бурении в перфораторах предусмотрено устройство для промывки и продувки буровой мелочи.

Таблица 3.1

Характеристики ручных горных сверл

Показатели	Электрические сверла				Пневматические сверла		Гидравлические сверла
	ЭР 14Д2М	СЭР 19М	ЭР 18Д2М	ЭРП 18Д2М	СРЗ-1м	СРЗБ-1м	"Гном"
Мощность двигателя, кВт	1.0	1.2	1.4	1.4	1.9	1.9	7.3
Напряжение сети,	127	127	127	127	—	—	—
Частота вращения шпинделя, об/мин	860	340-700	640	300	315	750	700
Крутящий момент на	108	250, 120	203	408	716	716	40,7-101
Диаметр шпуров,	36-43	36-43	36-43	36-43	36-43	36-43	36-43
Масса, кг	16,5	18.0	18.0	24,5	13.5	13.0	8,5
Давление сжатого воз	—	—	—	—	0,4	0,4	10
Рекомендуемая максимальная крепость по шкале М.М. Протодяконова	4	4	4	4	4-5	4-5	до 6

При бурении шпуров образуется большое количество буровой мелочи, которую для обеспечения возможности бурения необходимо удалять. Кроме того, продолжительное вдыхание мелкодисперсных частиц пыли является причиной профессиональной болезни горнорабочих - пневмокониоза.

Очистка шпура от буровой мелочи может производиться:

- водой, подаваемой в буровую штангу вдоль ее оси (осевая подача воды);
- водой, подаваемой в буровую штангу сбоку (боковая подача);
- продувкой;
- отсосом шлама из шпура.

Осевая (центральная) подача воды в буровую штангу предусмотрена на многих выпускаемых перфораторах (ПП36В, ПП54В, ПП63В). Вода к головке перфоратора подводится гибким шлангом. Проходя через фильтр, вода попадает в трубку, которая проходит через геликоидальный стержень, поршень-ударник и входит своим концом на 30-40 мм в осевой канал бура. При ударах поршня-ударника по буру трубка остается

неподвижной. При помощи золотника и деталей при повороте воздушного крана осуществляется автоматическое включение подачи воды при бурении и отключение ее при запуске и остановке перфоратора. Подача воды в перфоратор регулируется краном. Давление поступающей воды должно быть приблизительно на одну атмосферу ниже давления сжатого воздуха, иначе она может проникать внутрь перфоратора, смывать смазку с трущихся частей (поршень-цилиндр) и вызывать их коррозию.

Недостатками осевой промывки являются: насыщение воды пузырьками сжатого воздуха, попадающего в шпур по зазору между водяной трубкой и осевым каналом штока поршня-ударника; невозможность подачи большого количества воды в шпур из-за ее сравнительно малого давления и небольшого сечения водяной трубки.

В перфораторах ПП36ВБ, ПП54ВБ, ПП63ВБ вода в бур подается при помощи муфты боковой промывки. При боковой подаче воды в буровую штангу муфта надевается на специально обработанную цилиндрическую часть хвостовика бура. Герметизация муфты на хвостовике осуществляется резиновыми манжетами. Вода поступает в осевой канал бура через специально просверленные в хвостовике бура отверстия (торец, по которому бьет поршень-ударник, зачеканивается). Боковая подача воды исключает возможность аэризации воды и поступления ее внутрь перфораторов, однако необходимость специальной механической обработки хвостовика бура и резкое ослабление его радиальными отверстиями являются существенными недостатками такого устройства.

Центральный пылеотсос буровой мелочи из шпура целесообразно применять при проходке шахтных стволов с большим притоком воды, а также при бурении в районах вечной мерзлоты, высокогорной и пустынной местности, где подача воды на рудник затруднена. Отсос шлама осуществляется через отверстия коронки по центральному каналу бура, а затем по центрально-расположенной трубке и пылеотводящему рукаву. Разрежение, необходимое для отсасывания пыли, создается обычно пневматическим эжектором, который помещается в пылеулавливающем устройстве, или в пылеулавливающем рукаве, или в головке самого перфоратора.

Шум при работе перфораторов образуется в результате выхлопа отработанного воздуха, вибрации буровых штанг, взаимодействия бурового инструмента с забоем и соударений деталей. Глушитель конструкции завода - Пневматика устанавливаемый на переносные перфораторы, снижает громкость звука при работе в 1,5 раза. Глушитель камерного типа выполнен из специальной резины и имеет форму цилиндрической чашки с направленным выхлопом. Он может быть повернут вокруг оси для отвода выхлопной струи в удобное для бурильщика направление. На внутренней поверхности камеры глушителя имеются поперечные ребра – экраны, гасящие звуковую энергию и конденсирующие масло, содержащееся в сжатом воздухе, при прохождении звука по камерам. Поглощению звука способствует также инертность массы материала глушителя и упругость воздуха в его ячейках (образуется, так называемая - волновая пробка).

Для уменьшения вредного воздействия шума, кроме установленного на перфораторе глушителя следует применять индивидуальные средства защиты от шума (антифоны-наушники, против шумные вкладыши и т.д.).

Для защиты бурильщика от вредного влияния вибрации перфоратора применяются виброгасящие каретки.

Каретка состоит из сварной рамы, представляющей собой две трубы, скрепленные поперечным кронштейном с отверстием для присоединения пневмоподдержки. В трубках помещены две цилиндрические пружины и два ползуна. Между направляющим кронштейном и упорными пальцами на трубках рамы установлены две вспомогательные пружины, предназначенные для гашения вибрации работающего перфоратора при извлечении буровой штанги из шпура.

Виброгасящая каретка устанавливается на перфораторе при помощи оси ползунов,

вставляемой в отверстие прилива цилиндра перфоратора и направляющего кронштейна, установленного в головке перфоратора. В трубах рамы каретки имеются пазы, дающие возможность ей перемещаться относительно перфоратора.

Усилие подачи от пневмоподдержки передается перфоратору через пружины. Кронштейн с рукояткой каретки изолируется от рамы специальными (резиновыми) кольцами, гасящими высокочастотную вибрацию. Рукоятка, кроме того, также армируется эластичной резиной.

Своевременная смазка и правильный выбор смазочного материала являются решающими условиями надежной эксплуатации перфоратора. Без надлежащей смазки детали, работающие на высоких скоростях, быстро нагреваются, что влечет за собой повышенный износ, интенсивное истирание и образование трещин. Смазка переносных перфораторов осуществляется магистральной автомасленкой. Она присоединяется к воздушному рукаву, подводящему сжатый воздух к перфоратору на расстоянии 3-4 м от машины и работает по принципу пульверизатора.

Расход масла составляет порядка 120 г/ч. Для смазки перфораторов пригодны лишь специальные марки масел. Наилучшими противоизносными, антикоррозийными и смазывающими свойствами обладает специальное перфораторное масло марки ЛЗ-МП-1, которое особенно рекомендуется к применению. Как заменитель может также применяться масло марки Индустриальное-30 или Индустриальное-45.

Для эффективного бурения шпуров и облегчения труда рабочих переносные перфораторы обычно устанавливаются на пневмоподдержках. Кроме пневмоподдержек крепление, удержание перфораторов во время работы и создание необходимых усилий осуществляется с помощью универсальной бурильной установки УБТУ-1, распорных колонок УПБ-1Б, КБРП, ЛКР-Т, манипуляторов различных типов.

Поддержки выпускаются трех типов: П8, П11, П13. Основным параметром пневмоподдержек является рабочий ход поршня. У поддержки П8 он составляет 800 мм, у П11-1100 мм, а у П13-1300 мм.

Пневмоподдержка представляет собой силовой пневмоцилиндр двустороннего действия. Поддержка имеет подвижной цилиндр, на верхнем конце которого установлен пусковой кран. Сжатый воздух к крану подается по воздушному рукаву. Пусковой кран выполнен в виде конусной пробки с каналами. Для осуществления рабочего хода шток упирается в почву, при этом выдвигается цилиндр пневмоподдержки, на котором при помощи пальца закрепляется перфоратор. Для реверса пневмоподдержки сжатый воздух подается по трубке в штоковую полость цилиндра - поддержка опускается. Для быстрого сброса давления сжатого воздуха имеется клапан, открываемый вручную кнопкой.

Принцип действия пневмоподдержки заключается в том, что при подаче воздуха цилиндр поддержки выдвигается с усилием "Р_п". Это усилие раскладывается на составляющие "Р_в" и "Р_г". Поддержание постоянного значения "Р_г" при изменении угла наклона поддержки осуществляется регулировкой давления поступающего воздуха. Смазка пневмоподдержки производится в начале смены заливкой 50 грамм масла в подводящий воздушный рукав.

Установка бурильная телескопическая универсальная УБТУ-1 предназначена для жесткого крепления на ней пневматических перфораторов типа ССПБ-1 (производства "Туламашзавод") и обеспечения усилия подачи при бурении шпуров в горных породах на широком диапазоне углов бурения, включая вертикальные. Установка может использоваться и с другими типами пневматических перфораторов (ПП54, ПП63, ПП60, ПП80) с шарнирным креплением в одной точке осью d=15 мм для бурения только горизонтальных и наклонных шпуров.

Преимуществом установки УБТУ-1 является ее телескопическое устройство с двумя выдвигаемыми ступенями, позволяющими иметь в сжатом состоянии меньшие габариты по

длине, что повышает удобство в эксплуатации по сравнению с другими поддержками, имеющими одну ступень. Кран управления обеспечивает плавное усилие подачи и автоматический возврат ступеней в начальное положение.

Установка переносная бурильная УПБ-1Б предназначена для бурения горизонтальных и наклонных шпуров в породах и рудах различной крепости при введении подземных горных выработок высотой 1,8 - 3,0 метра. Применение установки УПБ-1Б до минимума сводит контакты бурильщика с перфоратором. Конструкция машины позволяет развернуть податчик с перфоратором в горизонтальной плоскости на 360 градусов.

3.5. Шахтные бурильные установки.

Общие сведения о шахтных бурильных установках

Шахтные бурильные установки предназначены для бурения шпуров в породах различной крепости при проведении горных выработок, строительстве тоннелей, а также при ведении очистных работ в рудниках. Шпуры бурят вдоль оси выработки, в кровлю, бока и почву выработки. Бурильные установки полностью механизмируют процесс бурения, улучшают санитарно-гигиенические условия работы и частично механизмируют процессы зарядки шпуров и крепления, выработки.

Бурильные установки разделяют на фронтальные и радиально-фронтальные. Фронтальными установками шпуры бурятся только вдоль оси выработки, радиально-фронтальными - вдоль оси выработки и перпендикулярно к ней.

По типу бурильных головок бурильные установки подразделяют на оборудованные бурильными головками вращательного ($f < 8$), вращательно-ударного ($f = 8-14$) и ударно-вращательного ($f = 12-20$ и более) действия.

Бурильные установки подразделяют по роду потребляемой энергии - на пневматические, электрические и комбинированные; по типу ходовой части - пневмошинные, колесно-рельсовые и гусеничные, а также по числу бурильных головок - 1-3.

Шахтная бурильная установка состоит из следующих основных сборочных единиц: бурильной головки с податчиком, манипулятора, рамы с ходовой частью, привода, пульта и системы управления (рис.3.1).

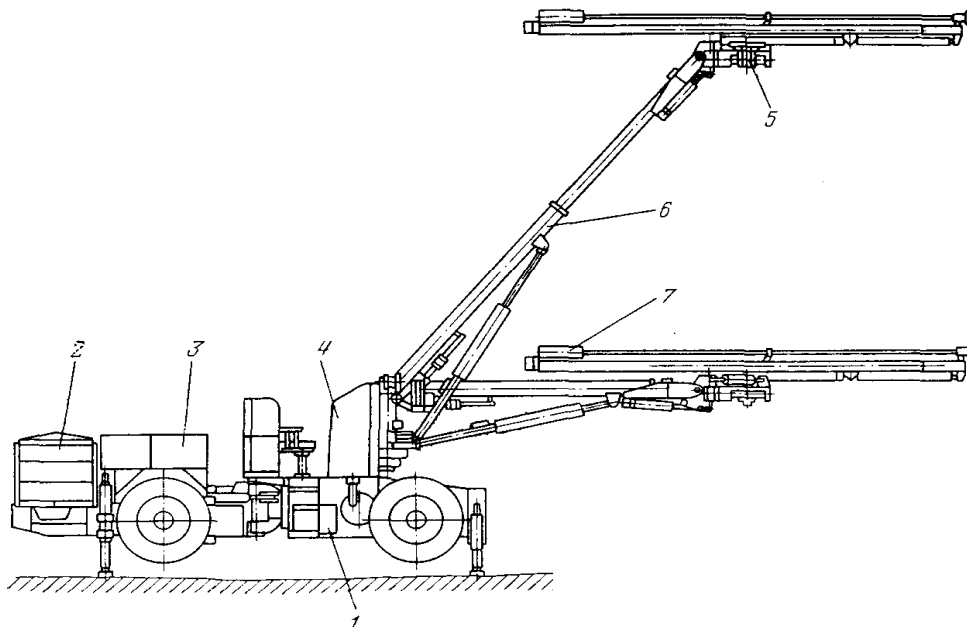


Рис.3.1. Шахтная бурильная установка: 1 - ходовая часть; 2 - привод ходовой части; 3 - гидросистема; 4 - система управления; 5 - позиционер; 6 - манипулятор; 7 - бурильная машина

В настоящее время выпускается большое разнообразие конструктивного исполнения

самоходного бурового оборудования. В целях его унификации ГОСТ 20785-83 предусмотрен выпуск шести типоразмеров установок типа УБШ (Установка бурильная шахтная). Первая цифра после букв - означает размерную группу машин, последующие цифры - означают порядковый номер модификации конструкции.

Размерная группа машин	Зона бурения, м	
	высота	ширина
УБШ1	2,0	2.2
УБШ2	2.5	3.3
УБШ3	3.6	4.5
УБШ4	5.0	6.0
УБШ5	7,0	8.4
УБШ6	10,0	9.4

В горной промышленности наибольшее распространение получили установки типа УБШ. Они имеют высокую степень унификации и отличаются числом бурильных машин, способом бурения, ходовой частью. Так, например, установка УБШ-253 изготавливается в четырех вариантах:

УБШ-253 с бурильной головкой вращательного действия для бурения по породам с коэффициентом крепости $f = 4-8$ и манипулятором с параллельным переносом бурильной машины;

УБШ-253-01 с бурильной головкой вращательного действия и манипулятором универсального типа;

УБШ-253-02 с универсальной бурильной головкой вращательного и вращательно-ударного действия для бурения по породам $f = 8-14$ и манипулятором с параллельным переносом бурильной машины;

УБШ 253-03 с универсальной бурильной головкой вращательного и вращательно-ударного действия и манипулятором универсального типа.

УБШ-313 также выпускается в четырех исполнениях:

УБШ-313 с бурильной головкой вращательного действия для бурения шпуров по породам с $f = 4-8$, с напряжением 380 В;

УБШ-313-01 с бурильной головкой вращательного действия, с напряжением 660 В;

УБШ-313-02 с универсальной головкой вращательного и вращательно-ударного действия для бурения по породам $f = 6-16$, с напряжением 380 В;

УБШ 313-03 с универсальной головкой вращательного и вращательно-ударного действия, с напряжением 660 В.

3.6. Бурильные машины шахтных установок

Бурильная машина представляет совокупность бурильной головки и податчика, объединенных конструктивно. В шахтных самоходных бурильных установках в качестве бурильных головок широко используют колонковые пневматические перфораторы ПК-60А и ПК-75А с независимым вращением бура, гидравлические перфораторы, а также бурильную головку БГА-1М.

Податчики предназначены для перемещения бурильных головок совместно с буровым инструментом с рациональным осевым усилием подачи на забой во время бурения шпуров и возврата их в исходное положение после окончания бурения.

Различают податчики постоянной длины, применяемые на бурильных установках фронтального и радиально-фронтального типов, когда линейные размеры выработки превышают длину податчика, и телескопические податчики, которыми обувают забой выработки с полной раздвижностью податчика, а кровлю и боковые стенки — укороченными шпурами с помощью сложенного податчика.

В конструктивном плане податчики могут быть винтовыми, цепными, канатными и

канатно-поршневыми.

По типу привода различают податчики с приводом от двигателя и от цилиндра, по применяемой энергии - пневматические и гидравлические.

3.7. Манипуляторы бурильных установок

Важный элемент бурильной установки - манипулятор, который предназначен для перемещения бурильной головки с податчиком в пространстве и ее фиксации в нужных точках для бурения шпуров.

Основными элементами современных манипуляторов являются: основание, стрела и позиционер. Основание служит для крепления манипулятора к раме установки. Стрела позволяет устанавливать бурильную машину в различные части забоя выработки. Позиционер служит для крепления бурильной машины на манипуляторе, придания ей нужного направления при бурении, а также для раскрепления ее в забое.

В качестве привода манипуляторов служат гидравлические цилиндры, пневматические цилиндры или двигатели с червячными редукторами и винтами. Неоспоримыми преимуществами гидроприводов являются быстрота действия, жесткость установки элементов манипулятора и малые размеры.

К манипуляторам предъявляются следующие требования: высокие скорости перемещения; надежное закрепление бурильной головки в положении для бурения; обеспечение автоматического сохранения параллельности податчика в процессе манипуляций; возможность бурения наклонных шпуров под различными углами, определяемыми технологическими требованиями, и оконтуривающих шпуров с минимальными углами наклона (до 5°) к оси выработки.

Манипуляторы обеспечивают следующие движения бурильной машины:

- перемещение по горизонтали;
- перемещение по вертикали;
- изменение угловой координаты оси инструмента в вертикальной плоскости (наклон бурильной машины);
- изменение угловой координаты оси инструмента в горизонтальной плоскости (поворот бурильной машины);
- перемещение бурильной машины на забой (надвигание и распор);
- вращение бурильной машины, при котором она обращается к стенке выработки своим наименьшим габаритом, с целью максимального приближения оси шпура к контуру выработки.

Эти движения обеспечивают приводы манипуляторов, которые делятся на четыре группы: приводы надвигания (движение бурильной машины на забой), поворота, наклона и вращения.

Известно большое число конструктивных схем манипуляторов и их исполнений.

По технологическим свойствам манипуляторы подразделяют на специализированные и универсальные.

Специализированные манипуляторы - предназначены для бурения в ограниченной зоне. Они имеют меньшее число приводов и проще по конструкции. Их применяют для обустройства фронтальных забоев, главным образом, при проведении выработок.

Универсальные манипуляторы - имеют большее число приводов и позволяют их применять при фронтально-радиальном расположении шпуров.

Для управления манипуляторами и необходимой координации перемещения бурильной машины в систему входят механические и гидравлические кинематические связи. Механические связи наиболее просто осуществляют по схеме параллелограмма (рис. 3.2). На

кронштейне 1 крепится параллелограмм из элементов 2, 3, 4 и 6. При работе привода 7 элемент 5 перемещается параллельно своему первоначальному положению.

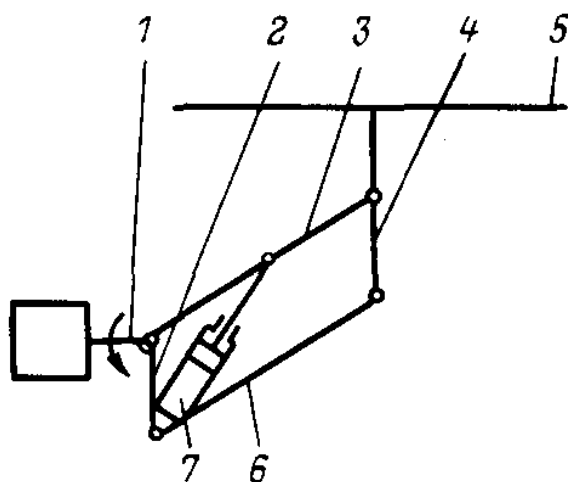


Рис.3.2. Механическая схема управления приводами: 1 - кронштейн, 2,3,4,6 – элементы параллелограмма, 5 – податчик, 7 – привод

При телескопической стреле такая схема неприемлема, нужна схема с гидравлическими связями.

На рис. 3.3. показана схема манипулятора, состоящего из кронштейна 1, с которым шарнирно соединена стрела 5, связанная звеном 10 с податчиком 9. Вращение стрелы осуществляется приводом 12. При опускании стрелы 5 с помощью гидроцилиндра 11 масло из штоковой полости 3 пилот-цилиндра 2 протекает в штоковую полость 6 исполнительного цилиндра 7, а из поршневой полости 4 - в полость 8. При такой схеме сохраняется параллельность податчика.

Описанная выше схема может работать и без пилот-цилиндра. В этом случае гидравлическая связь осуществляется последовательным соединением штоковых полостей цилиндров подъема стрелы и наклона податчика. Необходимым условием для соблюдения параллельности движения податчика является соответствие размеров цилиндра наклона податчика размерам цилиндра подъема стрелы.

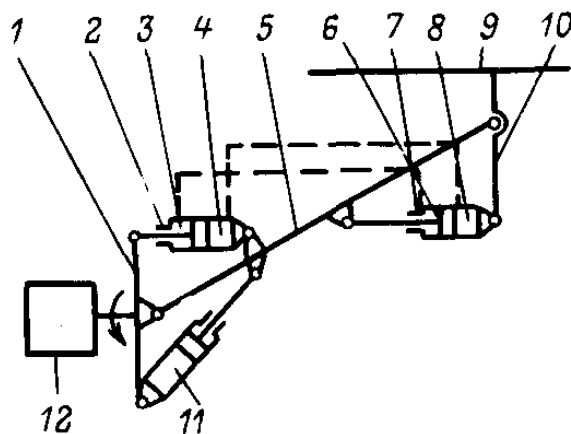


Рис.3.3. Гидравлическая схема управления приводами: 1 - кронштейн, 2 – пилот-цилиндр, 3 – штоковая полость цилиндра, 4 – поршневая полость цилиндра, 5 – стрела, 6 – штоковая полость исполнительного цилиндра, 7 – исполнительный цилиндр, 8 - поршневая полость исполнительного цилиндра, 9 – податчик, 10 – звено, 11 – гидроцилиндр, 12 привод вращения стрелы

Приводы вращения современных манипуляторов выполняют по различным схемам,

каждая из которых имеет свои особенности. Широко распространена схема (рис. 3.4), используемая в бурильных установках среднего и большого размеров. Вращение стрелы манипулятора производится гидравлическим цилиндром. При осевом перемещении плунжера вращается колесо и передает момент на стрелу с позиционером.

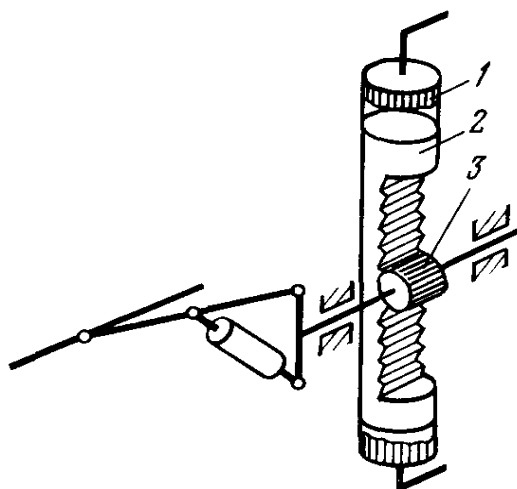


Рис.3.4. Привод вращения манипулятора: 1 - гидроцилиндр, 2 – плунжер с рейкой, 3 – шестерня.

3.8. Буровые станки с пневмоударниками

На рудниках получили распространение станки ударно-вращательного бурения с погружными пневмоударниками (БП) для бурения глубоких (до 50 м) скважин в породах средней крепости и крепких. Наибольшее распространение получили станки типа НКР (НКР-100МА, НКР-100МПА) оборудованные вращательным и подающим механизмами и погружным пневмоударником. Станки в конструктивном отношении выполняются обычно аналогично станкам вращательного бурения с пневматической подачей и при соответствующих режимах работы могут использоваться для бурения разведочных скважин резцовыми и алмазными коронками.

Основная особенность буровых машин с погружными пневмоударниками заключается в том, что ударное действие и вращение осуществлены двумя независимо работающими механизмами. Наличие ударного механизма в пневмоударнике исключает передачу удара поршня через колонну штанг, что исключает снижение механической скорости бурения с увеличением глубины скважины. Вращение и подача става штанг осуществляется непрерывно от вращателя с податчиком. В качестве привода вращателя используются электродвигатели или пневмодвигатели, что позволяет плавно регулировать частоту вращения бурового става от 0 до $2,5 \text{ с}^{-1}$.

К машинам с погружными пневмоударниками относятся полуавтоматические буровые станки типа НКР и самоходные буровые станки для подземных разработок СБП-155/320, СБСП-56/320 и БП-160С (ГОСТ 26698-85). Станок НКР предназначен для бурения скважин в любом направлении по рудам и породам средней крепости, включая крепкие, диаметром 105-110 мм и глубиной до 50 м.

Полуавтоматический буровой станок НКР-100МА (главные конструкторы П. М. Емельянов и Э. Г. Чернилов) позволяет бурить скважины диаметром 85-105 мм, глубиной до 50 м. Двухшарнирное установочное приспособление станка позволяет бурить скважины в любом направлении.

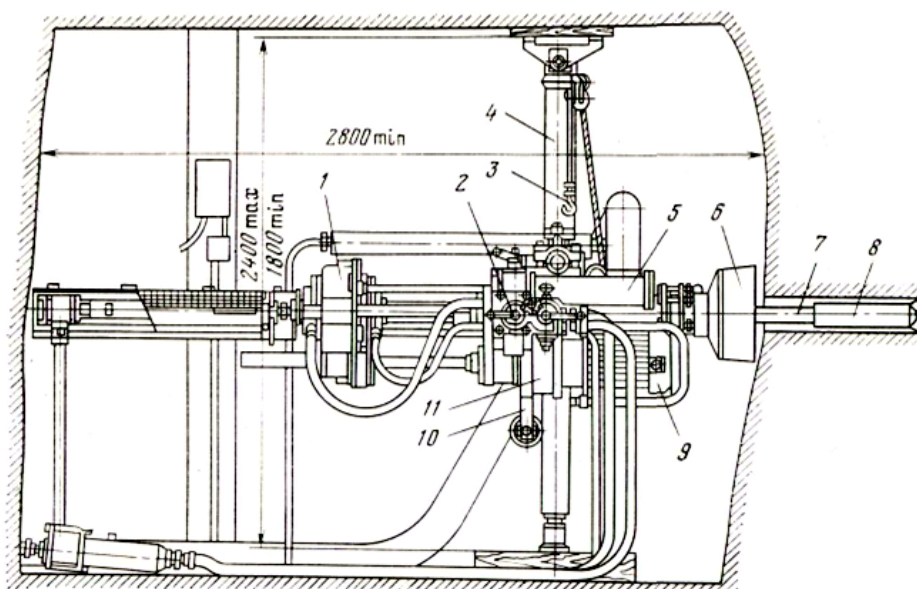


Рис. 3.5. Буровой станок НКР-100МА:

1 – подающий патрон; 2 – пульт управления; 3 – ручная лебедка; 4 – распорная колонка; 5 – подающий цилиндр; 6 – оградительный щиток; 7 – буровой став; 8 – пневмоударник; 9 – электродвигатель; 10 – салазки с роликом; 11 – редуктор

При применении станка НКР-100МА механизмируются спуск и подъем бурового става, развинчивание резьбовых соединений штанг. Буровые штанги диаметром 63,5 мм имеют большие проходные сечения для сжатого воздуха, что обеспечивает повышенную производительность, вследствие малого падения давления в буровом стае.

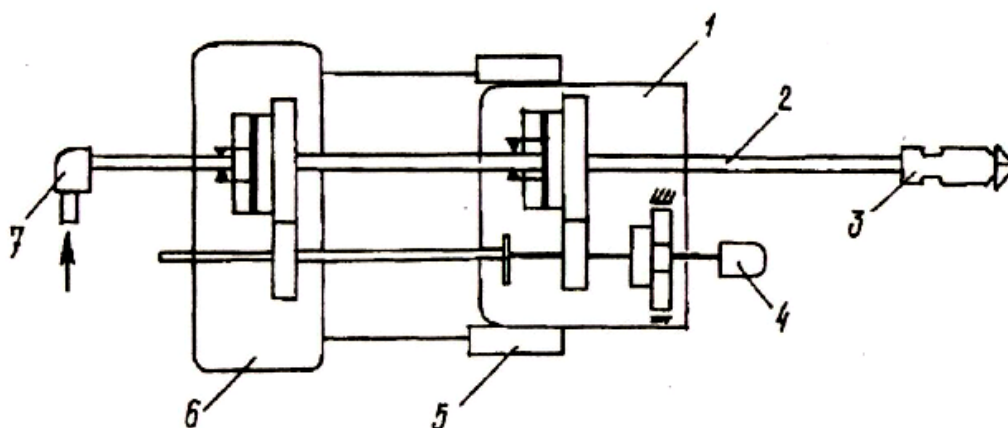


Рис. 3.6. Принципиальная схема конструкции станка НКР -100:

1 - редуктор с пневмозахватами; 2-буровая штанга; 3-погружной пневмоударник; 4-двигатель; 5-пневмоподачик; 6-подающий патрон; 7-муфта для подвода сжатого воздуха

Буровой станок НКР100МА состоит из редуктора с пневмозахватами, подающего патрона с двумя пневмодатчиками, двигателя, бурового става, пневмоударника, распорной колонки. Пневмозахват удерживает и вращает буровой став, когда подающий патрон производит перезахват штанги. Подающий патрон предназначен для подачи и вращения бурового инструмента во время бурения или при выдаче его из скважины. При необходимости бурить глубокие восстающие скважины устанавливают два дополнительных подающих цилиндра (НКР-100МВА и НКР-100МПВА).

Распорная колонка служит для установки станка в рабочей камере и закрепления его для бурения скважин в нужном направлении. Применяют колонки для горизонтального и вертикального бурения, которые различаются длиной трубной стойки.

Буровой став из отдельных свинченных между собой штанг (длиной 1,2 м каждая)

предназначен для подачи пневмоударника в скважину, подвода к нему сжатого воздуха и крутящего момента.

Таблица 3.2

Техническая характеристика станков НКР-100

Тип станка	Диаметр скважины	Глубина бурения,	Усилие подачи,	Частота вращения	Крутящий момент,	Масса,
	мм	м	кН	с ⁻¹	Н/м	
НКР100МА	105	50	6	1.3	330	425
НКР100МВА	105	80	12	1.3	330	450
НКР100МПА	105	50	6	2	330	420
НКР100МПВА	105	80	12	2	330	445

Для бурения станок НКР100МА устанавливают в камеры. Горизонтальные и слабонаклонные скважины бурят из камер высотой 2,2 м и сечением 2,8х2,8 м. При бурении вертикальных скважин высота камеры должна быть 2,5-2,9 м. Если скважины бурят из выработок большой высоты, то колонка может быть установлена горизонтально. Перед началом работ кровля и стенки буровой камеры должны быть тщательно обобраны и при необходимости закреплены. После этого в камеру подводят электроэнергию, сжатый воздух и воду. В буровую камеру необходимо подавать воздух для проветривания в количестве не менее 6 м³/мин. Отработанный шлам необходимо удалять из камеры по канавкам или через дренажную скважину. Очень важно, чтобы грязь при работе не попадала внутрь штанг и в клапан пневмоударника. Штанги устанавливают на чистые стеллажи в вертикальном положении. Свечи при подъеме инструмента размещают на специальных подставках. После замены, бурового инструмента буровой снаряд вновь вводят в скважину. Когда конец штанг подойдет к подающему патрону, спуск снаряда прекращают, наращивают новую свечу и снова продолжают спуск. Операцию повторяют до тех пор, пока пневмоударник не дойдет до забоя. После спуска штанг наворачивают муфту, включают агрегат и продолжают бурение.

При ударно-вращательном бурении буровой машиной является погружной пневмоударник. Пневмоударники изготавливаются двух типов: с индексом П для открытых горных работ и с индексом ПП для подземных горных работ. Цифра, стоящая за буквами, указывает на диаметр скважины в миллиметрах, а следующая за ними - ударную мощность в киловаттах.

По ГОСТ 13879-73 погружные пневмоударники выпускаются четырех основных типоразмеров соответственно для бурения скважин диаметром 105, 125, 160 и 200 мм с ударной мощностью не менее 2,2; 3,1; 4,3 и 5,8 кВт при давлении сжатого воздуха 0,5 МПа.

3.9. Самоходные буровые станки с пневмоударниками

Самоходные буровые станки предназначены для бурения скважин диаметром 155 мм с последующим расширением до 320 мм. Расширяют скважины с помощью расширителя как снизу вверх, так и сверху вниз.

Станок СБП-155/320 для бурения скважин диаметром 155 мм с последующим расширением до 320 мм. Станок смонтирован на ходовом устройстве, имеющем две бортовые передачи. Каждая передача имеет свой привод, состоящий из пневмодвигателя ДАР-14 и червячной передачи. При необходимости буксировки станка колеса могут быть отсоединены от привода, в этом случае они свободно вращаются. В передней части станка есть кронштейн, на котором установлена рама податчика. Податчик поворачивается вокруг продольной оси станка на 360°, чем обеспечивается возможность бурения полного веера скважин. Податчик гидравлический, с удвоителем хода. Вращатель станка имеет двухступенчатый редуктор и два пневмодвигателя ДАР-5.

В нижней части станка установлены гидрозажим и шламоуловитель. Гидроключ в

средней части податчика применяется для страгивания резьбы при разборке бурового става. Штанги на станке диаметром 114 мм обеспечивают жесткость снаряда, благодаря чему скважины имеют минимальное отклонение.

Перед бурением скважины раму станка раскрепляют с помощью четырех домкратов. В транспортное положение податчик переводят с помощью цилиндра подъема. Высота станка 1500 мм.

Первоначально станком бурят пилотную скважину, диаметром 155 мм, а затем она проходится с помощью расширителя и получает диаметр 320 мм. Расширяют скважины как снизу вверх (рис. 3.7, а), так и сверху вниз (рис. 3.7, б).

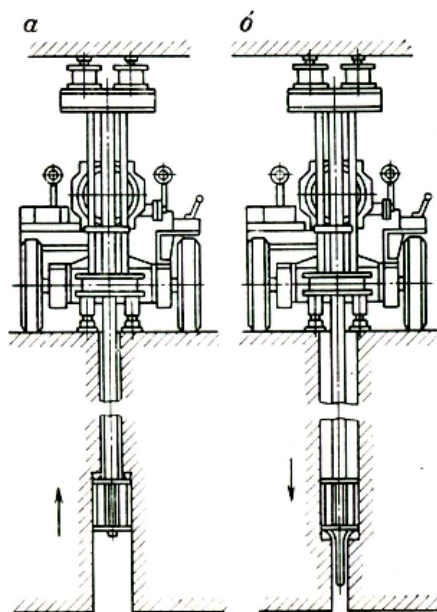


Рис.3.7. Схемы расширения скважин станком СБП-155/320

Горная промышленность выдвинула требование создания станка для бурения скважин по кругу. Это связано с необходимостью проходить восстающие выработки взрывным способом без присутствия людей в забое. Первоначально бурят скважину в центре восстающего большого диаметра, а затем по кругам с различным радиусом - скважины меньшего диаметра. С этой целью спроектирован станок СБСП-56/320 (главный конструктор М. Г. Панков). Центральную скважину бурят в две стадии: вначале диаметром 155 мм, а затем - диаметром 320 мм. Бурение производят с помощью пневмоударника. Отбойные скважины бурят радиально по контуру выработки. Параллельность бурения обеспечивается шарнирным устройством.

Во ВНИПИрудмаше (г. Кривой Рог) спроектирован стаж 1БП-160, а НИПИгормашем (г. Свердловск) - станки БП-100С БП-160С (ГОСТ 26698-85).

Фирма «Ингерсолл Рэнд» выпустила серию станков (СММ-1 СММ-2) для бурения скважин диаметром до 165 мм. С применением расширителей диаметр скважин увеличивают до 378 мм. Оба станка сходны по конструкции. Станок СММ-1 позволяет бурить скважины диаметром 101-165 мм, глубиной до 180 мм. При этом применяются пневмоударники, работающие при давлении до 2,4 МПа.

За рубежом погружные пневмоударники выпускаются в Швеции, США, Франции, Канаде, Японии, Великобритании, Бельгии. Фирма «Ингерсолл Рэнд» (США) производит пневмоударники ДНД-09, ДНД-15, ДНД-350, ДНД-380, ДНД-130 для бурения скважин диаметром 85-762 мм.

Особенностью пневмоударников зарубежных фирм является применение повышенного давления сжатого воздуха от 0,7 до 3,4 МПа. В пневмоударниках применяется схема

воздухо-распределения «золотник на поршне».

Ведущими зарубежными фирмами, выпускающими станки с погружными пневмударниками, являются американская фирма «Ингерсолл Рэнд» и шведская фирма «Атлас Копко». Фирма «Ингерсолл Рэнд» выпускает станки серии (СММ-1 и СММ-2) для бурения скважин диаметром до 378 мм и глубиной до 180 м.

3.10. Станки шарошечного бурения.

Проходка скважин станками шарошечного бурения

В горной промышленности для бурения вертикальных и наклонных скважин диаметром 160 - 320 мм и глубиной 32 - 60 м в породах с коэффициентом крепости $f = 16-18$ применяют станки шарошечного бурения. По массе M_c (т), развиваемому осевому усилию P_{oc} (кН) и диаметру буримых скважин d (мм) станки шарошечного бурения подразделяют на три класса: легкие ($M_c < 40$ т; $P_{oc} < 200$ кН; $d_c < 215,9$ мм), средние ($M_c < 60$ т; $P_{oc} < 350$ кН; $d_c = 216 - 269,9$ мм), тяжелые ($M_c > 85$ т; $P_{oc} > 350$ кН; $d_c > 269,9$ мм).

Легкие станки применяют для бурения скважин по породам с коэффициентом крепости $f = 6-16$; средние - $f = 10-16$; и тяжелые - f до 18.

Принцип шарошечного бурения заключается в следующем - от станка через буровой став шарошечному долоту передаются крутящий момент и осевое усилие. При вращении шарошки (конусы или цилиндры с зубками), свободно сидящие на осях цапф долота, перекатываются по забою, при этом зубки внедряются в породу, и разрушают её. Удаление продуктов разрушения с забоя скважины производится водой или сжатым воздухом, поступающими к забою через буровой став.

В 1950 г. в научно-исследовательском институте НИГРИС инж. И.М.Бирюков и М.Ф. Надион разработали долото, у которого вместо фрезерованных зубьев были установлены штыри из твердого сплава ВК-15. Такие зубки затуплялись в 40 раз медленнее, чем фрезерованные, что позволило осуществлять проходку глубокой скважины без замены долота. Это существенно увеличило производительность бурения за счет повышения скорости проходки и снижения затрат времени на выполнение вспомогательных операций. Бурение этими долотами на Лениногорском комбинате было начато с 1951 г., вначале на станках разведочного бурения ЗИФ-150, а в последующем - станками СБ-4. Модернизацией станка СБ-4 были модели БАШ-5М, СБ-5, РША-50А и П-10. Основываясь на опыте эксплуатации станков П-10 институтом ЦНИИподземшахтстрой разработан буровой станок БШ-145 (П-23), который позволяет бурить скважины от 70 до 190 мм глубиной до 50 м в породах и рудах с коэффициентом крепости до 18 по М.М.Протоdjяконову (рис.3.8).

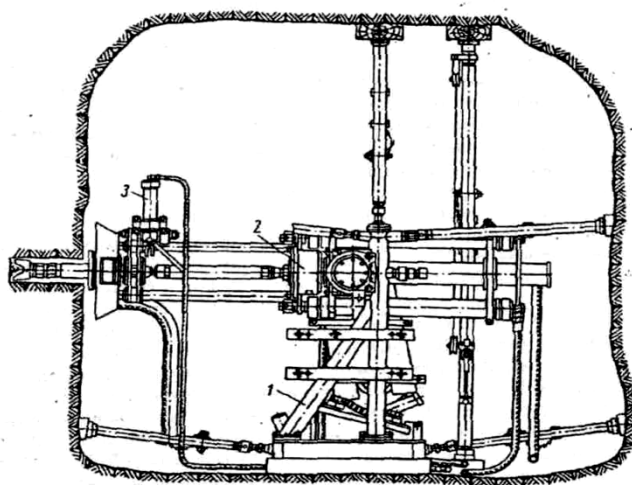


Рис. 3.8. Станок шарошечного бурения БШ - 145 (П - 23)

Основными узлами станка являются: рама станка 1, в цапфах которой установлен вращатель для обурирования веера скважин, направленных под углом от 0 до 180°. Основание рамы выполнено в виде салазок. В выработке раму укрепляют при помощи распорных колонок. Вращатель 2 состоит из траверсы, служащей для крепления става штанг при наращивании и разборке става, опорного узла, посредством которого осевое усилие от гидроцилиндров подачи передается на став штанг и долото, редуктора, передающего крутящий момент от электродвигателя на шпиндель. Гидроключ 3 служит для разборки става штанг.

Маслонасосная станция состоит из маслобака, установок насоса подачи и ускоренных ходов, пульта управления и электрического шкафа.

Для транспортирования маслонасосная станция установлена на салазках и связана со станком с помощью гибких шлангов высокого давления. Для удобства работы при наращивании и разработке става штанг (при бурении скважин под углом 45° и больше) станок укомплектован площадкой.

Станок обеспечивает высокую производительность бурения и одновременно конструктивно прост и надежен, ремонт его может быть произведен силами любой рудничной мастерской. Станок разбирают на узлы, удобные для транспортировки, и монтируют в выработке двое рабочих. Он удобен в обслуживании.

Став штанг легко разбирается с помощью гидроключа. Станок превосходит все другие станки шарошечного бурения для подземных работ в отношении требований техники безопасности. На нем исключена возможность падения става, вертлюг перемещается в специальном кожухе.

Опытно-промышленные образцы станка БШ-145 были изготовлены Поворовским опытным заводом, а серийный выпуск станка освоен Востокмашзаводом (г. Усть-Каменогорск).

СКБ Востокмашзавода на базе станка БШ-145 разработал самоходный станок СШС-190 для бурения скважин диаметром 145-190 мм и глубиной до 30 м при осевом усилии до 160 кН и частоте вращения долота до 2 с⁻¹.

Основные требования, предъявляемые к буровому станку для подземных горных работ, можно сформулировать следующим образом:

1. Высокая маневренность и транспортабельность;
2. Минимальные габариты для размещения в выработках небольшого сечения, отсутствие длинных деталей, затрудняющих транспортирование станка в выработках переменного направления;
3. Обеспечение технологических требований отбойки: диаметра, глубины и направления скважин при их минимальном искривлении;
4. Надежность станка, простота и удобство эксплуатации с минимальным количеством обслуживающего персонала;
5. Высокая производительность и относительно низкая стоимость бурения;
6. Технические данные станка должны обеспечивать бурение в наиболее эффективном режиме (усилие подачи, частота вращения, количество промывочного агента);

В настоящее время наметилось два направления в создании станков шарошечного бурения для подземных горных работ.

Первое направление - отделение от станка максимального числа узлов: маслостанции, оборудования промывки скважин, крана-укосины и т.п. Сам станок при этом осуществляет только вращение и подачу бурового инструмента;

Второе направление - создание самоходных станков на которых установлен весь комплекс основного и вспомогательного оборудования для бурения. Это направление

оправдано только для условий, когда станок длительное время будет работать на одном горизонте, или наличии на руднике слепого ствола для транспортирования с одного горизонта на другой крупногабаритного тяжелого оборудования.

Используя накопленный опыт ВНИПИрудмашем сконструирован станок БШ-200С, который намечено изготавливать Благовещенским заводом «Амурский металлист». Станок позволяет бурить скважины диаметром до 243 мм глубиной до 80 м в породах с коэффициентом крепости 6-20 в шахтах, не опасных по газу и пыли. Станок состоит из двух самоходных агрегатов на гусеничном ходу. Первый агрегат является собственно буровым станком, второй предназначен для перевозки и хранения буровых штанг. Буровой станок монтируется на ходовой раме. Вращатель станка приводится в действие от гидродвигателя. Раскрепляют раму податчика в кровлю и почву выработки с помощью гидродомкратов распора. Для подачи и снятия штанг от податчика служит манипулятор с захватом. Имеется ключ для развинчивания штанг. На первой установке также смонтированы пульт управления и гидросистема.

Анализ использования станков шарошечного бурения показывает, что в современных конструкциях следует в первую очередь обратить внимание на максимальную механизацию вспомогательных операций, уменьшение продолжительности их выполнения, а также на повышение надежности отдельных узлов станка. Это одновременно позволит снизить число обслуживающего персонала. Большие резервы в этом отношении имеются в создании специальных средств защиты от возникающих вибраций, что позволит применять форсированные режимы бурения.

3.11. Буровой инструмент станков шарошечного бурения

Буровой породоразрушающий инструмент представляет собой шарошечное долото, выполненное из корпуса и шарошек, свободно вращающихся на цапфах (рис.3.9). Шарошка является рабочей частью долота и представляет собой конус, на поверхности которого расположены зубки. Последние при перекачивании шарошек по забою скважины внедряются в породу под действием осевого усилия, прилагаемого к долоту. Разрушенная порода удаляется с забоя скважины сжатым воздухом или промывочным раствором.

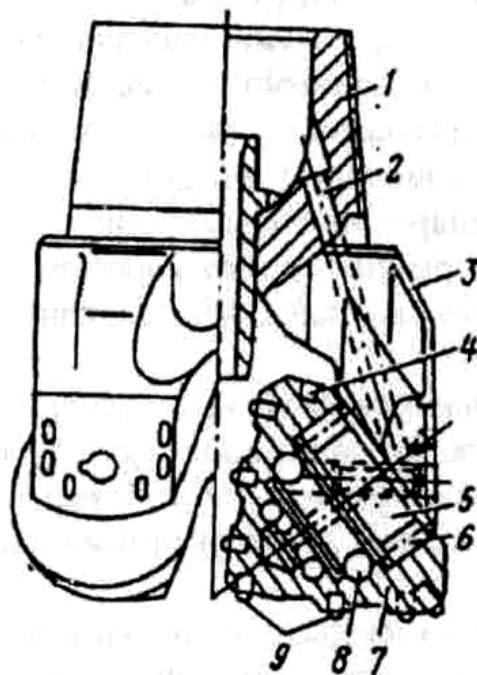


Рис. 3.9. Устройство шарошечного долота:

- 1 - резьбовой ниппель. 2 - канал для продувки, опор, 3 - секция, 4 - обратный конус,
- 5 - цапфа, 6 - роликовый подшипник, 7 - шарошка, 8 - замковый шариковый подшипник,
- 9 - твердосплавные зубья

Верхняя часть корпуса долота заканчивается резбовым ниппелем, с помощью которого долото соединяется со ставом буровых штанг. При вращении бурового става вращается корпус долота и шарошки. Причем частота вращения шарошки во столько раз больше частоты вращения долота, во сколько раз диаметр долота больше диаметра основания конуса шарошек.

Величина сил, возникающих в зубьях, пропорциональна усилию подачи, создаваемому на долоте, и частоте вращения. Эта величина тем больше, чем дальше расположен зубок от оси скважины. Зубья, расположенные на вершине шарошек, работают почти в безударном режиме и разрушают породу, благодаря смятию и срезу при проскальзывании. Зубья, расположенные у основания конуса шарошек, имеют наибольшую энергию удара и разрушают породу ударом и скалыванием.

Шарошки изготавливают из легированных малоуглеродистых сталей. Для увеличения твердости поверхность шарошек цементируют на глубину 1,5-2 мм, а затем закаливают. Для уменьшения износа долот по диаметру тыльную сторону шарошек армируют трубчато-зернообразным сплавом ТЗ или цилиндрическими вольфрамо-кобальтовыми стержнями.

Долота классифицируют по числу шарошек на одно, двух, трех, четырех и многошарошечные. Трехшарошечные долота являются наиболее распространенными. Они хорошо сочетают в себе достаточную динамичность работы, хорошую устойчивость на забое и механическую прочность опор. Многошарошечные долота применяют для бурения скважин большого диаметра (более 600 мм).

Долота различают также по геометрии наружной поверхности шарошек с одно и многоконусными шарошками, самоочищающиеся и несамоочищающиеся, со смещенными осями и без смещения осей. В долотах самоочищающегося типа зубчатый венец одной шарошки входит в межвенцовую впадину второй шарошки, что позволяет выполнить шарошки большего диаметра и разместить в них более прочные опоры. Кроме того, самоочищающиеся долота хорошо работают в вязких, склонных к слипанию породах.

В зависимости от условий применения выпускают зубчатые, зубчато-штыревые и штыревые долота. Зубчатые долота разрушают породы на забое стальными фрезерованными зубьями, а штыревые - штырями из твердого сплава, запрессованными или впаянными в тело шарошек.

Шарошки свободно вращаются на цапфах. Шарошки долот малого диаметра вращаются на подшипниках скольжения с одним шариковым замковым рядом. В шарошках долот большого диаметра предпочтение отдают роликовым подшипникам.

Для бурения пород с различными физико-механическими свойствами промышленностью изготавливается 13 типов трехшарошечных долот. Долота типа М и МС предназначены для бурения в наиболее мягких нецементированных или слабосцементированных и мерзлых породах с коэффициентом крепости по шкале М.М. Протодяконова 1-3. Долота типа С и СТ предназначены для бурения в пластичных и хрупкопластичных породах с $f=3-5$. Так как эти породы требуют для разрушения больших удельных нагрузок, зубьям этой группы придают большую прочность за счет увеличения угла заострения и уменьшения высоты. Долота типа МЗ и СЗ по конструкции сходны с долотами типа - М и С, но зубья у них выполнены в виде запрессованных твердосплавных штырей с клиновой рабочей частью. Это позволяет бурить скважины в абразивных породах.

Долота типа Т предназначены для бурения в твердых скальных породах сравнительно невысокой абразивности с $f=6-8$. Для разрушения таких пород необходимо ударно-дробящее действие зубьев при минимальном проскальзывании по забою. Шарошки их изготавливают одноконусными с массивными и прочными зубьями, имеющими угол заострения 50-60°. Иногда на периферийных венцах запрессовывают в тело шарошки штыри из твердого сплава ВК-8В. Такие долота называются зубчато-штыревыми.

Долота типа К применяются для бурения самых твердых и крепких пород повышенной

абразивности. Их шарошки выполняются одноконусными, самоочищающимися с зубками полусферической рабочей формы.

Долота типа ОК предназначены для бурения в особо крепких породах. Их шарошки оснащаются повышенным числом штырей, чем долота типа К. Вылет штырей у долота типа ОК меньше, чем у долот типа К. В обратный конус шарошек запрессованы штыри из твердого сплава с плоской рабочей поверхностью. Это позволяет более длительно сохранить диаметр долота.

Подвод воздуха для очистки скважины от продуктов разрушения может осуществляться через центральное отверстие в долоте или через периферийные сопла, размещенные между шарошками. Часть воздуха, подаваемого для продувки скважины может направляться по специальным каналам в лапах долота в опоры шарошек, омывая подшипники и выходя наружу. Это улучшает охлаждение опор и предотвращает попадание буровой мелочи в подшипники, что позволяет существенно повысить их стойкость. В марке долота указывается количество шарошек, диаметр долота и его тип. Например, ПП244.5 К-П (трехшарошечное, диаметром 244,5 мм, типа К с продувкой опорных подшипников).

4. ПОГРУЗОЧНЫЕ, БУРОПОГРУЗОЧНЫЕ И ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ

4.1. Общие сведения и классификация

Погрузочные машины предназначены для механизации погрузки отделённой от массива горной массы в транспортные средства при проведении подземных подготовительных выработок, а также при очистной выемке полезных ископаемых.

Погрузочные машины могут служить базой для компоновки комплекса оборудования, механизмирующих основные технологические операции при проведении горизонтальных и наклонных выработок.

Погрузочные машины выполняют три основные функции: захват горной массы, отделённой от массива взрывными работами и передачу груза на последующую транспортную установку с подъёмом на необходимую при этом высоту, транспортировку на некоторое расстояние.

Погрузочные машины классифицируют:

1. По способу захвата – определяющий каким образом происходит захват горной массы – нижний, боковой, верхний.
2. По типу исполнительного органа – ковшовый, гребковый, барабанно-лопастной, нагребные лапы.
3. По способу передачи груза на последующие транспортное устройство – прямая погрузка; ступенчатая погрузка.
4. По принципу действия исполнительного органа – периодический или непрерывный.
5. По способу передвижения машин – с колёсно-рельсовым ходом, гусеничным, пневмоколёсным.
6. По роду энергии – электрическая, пневматическая, гидравлическая, двигателями внутреннего сгорания.
7. По весу – лёгкие, средние, тяжёлые особо тяжёлые.

Буропогрузочные машины классифицируют:

1. По типу навесного бурового оборудования – несъёмное или съёмное.
2. По типу привода буровой машины.
3. По числу манипуляторов – с одним, двумя или тремя.

Виды погрузочных машин. Принцип работы погрузочной машины периодического действия заключается в следующем: машину с прицепленной к ней вагонеткой и опущенным ковшом по рельсовым путям подгоняют к штабелю разрыхленной горной массы. При соприкосновении ковша со штабелем механизм передвижения создает напорное усилие внедрения ковша. После его заполнения включают механизм подъема и горная масса разгружается в вагонетку, затем механизм подъема переключают на обратное вращение и рабочий орган под действием силы тяжести опускается в исходное положение, после чего цикл работы машин повторяется.

В погрузочных машинах непрерывного действия рабочий орган - нагребные лапы - захватывает горную массу отдельными порциями и проталкивает ее на конвейер, установленный на погрузочной машине.

Погрузочные машины периодического действия. Ковшовые погрузочные машины периодического действия могут быть машинами прямой и ступенчатой погрузки. Они широко применяются при проведении выработок и имеют достаточно большое число типоразмеров. В ковшовых погрузочных машинах ковш может быть закреплен на перекачивающейся рукояти или на шарнирной стреле.

К преимуществам погрузочных машин с ковшом на перекачивающейся рукояти

относятся маневренность и компактность, к недостаткам - большая высота подъема ковша при его разгрузке. Отечественная промышленность выпускает погрузочные машины на перекаत्याющейся рукояти ППН-1с, ППН-2г, ППН-3с с вместимостью ковша соответственно 0,2; 0,32 и 0,5 м³.

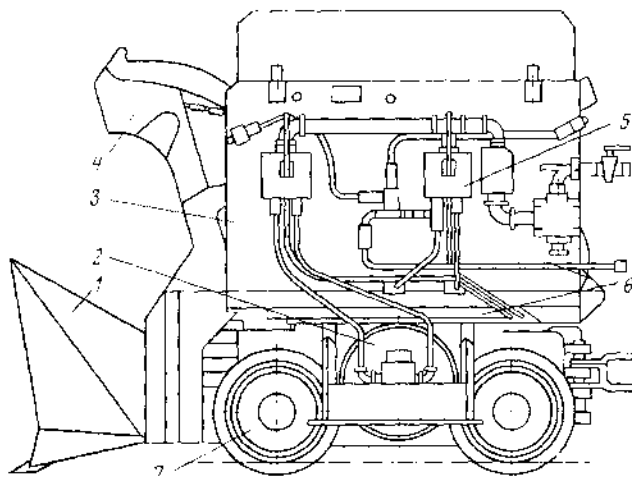


Рис.4.1. Погрузочная машина циклического действия ППН-1с с ковшом на перекаत्याющейся рукояти

Погрузочная машина ППН-1с (рис. 4.1) прямой погрузки, пневматическая, на колесном ходу, состоит из ковшового погрузочного органа 1 с рукоятью 4; ходовой тележки 7 с лебедкой для подъема ковша, установленный в корпусе машины 3; поворотной платформы 6; двух пневматических двигателей 2 и пульта управления 5. Машина предназначена для погрузки в вагонетки разрушенной и разрыхленной взрывом горной породы (сухой и влажной) с крупностью кусков до 300 мм. Машина производит погрузку с рельсового пути. Привод машины осуществляется двумя пневматическими двигателями мощностью 9 кВт каждый.

Пневматическая погрузочная машина ППН-3 по компоновке и принципу действия аналогична машине ППН-1с, но отличается большими вместимостью ковша, мощностью привода и фронтом погрузки.

Погрузочная машина ППН-2г выпускается на гусеничном ходу и имеет индивидуальный привод гусениц. Благодаря этому возможны повороты машины вокруг точки вращения, а следовательно, и внедрение ковша в породу в различных направлениях без отхода назад. Машина может грузить куски разрыхленной горной массы крупностью до 400 мм.

К ковшовым погрузочным машинам с креплением на шарнирной стреле относятся машины 1ППН5, 1ППН5-П (с пневмоприводом) и ППМ4У. Это машины периодического действия, разгрузка ковша назад, погрузка ступенчатая.

Машины 1ППН5 и 1ППН5-П используются при проведении горизонтальных выработок с коэффициентом крепости пород $f < 16$. При проведении выработок с углом наклона до 18° применяется машина ППМ4У, которая оборудована дополнительно грузовым тормозом, подвесным (канатным) и стопорным устройствами.

Исполнительный орган указанных машин состоит из ковша, стрелы, ковшовых цепей, амортизационных цепей и пружин.

За рубежом и в России применяются ковшовые погрузочные машины с боковой разгрузкой ковша, которые обеспечивают сокращение продолжительности рабочего цикла за счет уменьшения длины пути ковша, возможность работы машины в сочетании с конвейерным и рельсовым транспортом.

В России выпускается погрузочная машина с боковой разгрузкой ковша МПК-1000Т (разработчики-Копейский машзавод, институт ЦНИИПодземмаш, Россия). Погрузочная машина МПК-1000Т с боковой разгрузкой ковша, расположенного на телескопической рукояти, предназначена для погрузки разрыхленной горной массы в вагонетки, на конвейер и другие транспортные средства, а также для доставки материалов и оборудования в призабойной части выработки, подъема затяжек и забутовочного материала.

Машина применяется при проведении горизонтальных и наклонных до $\pm 12^\circ$ выработок в шахтах, включая опасные по газу и пыли, сечением в свету, не менее:

14,4 м² при погрузке в вагонетки;

10,3 м² при погрузке в ленточный конвейер;

8,5 м² при погрузке на скребковый конвейер.

Машина МПК-1000Т состоит из погрузочного органа 1, ходовой части 3, электрооборудования 2, гидрооборудования 4, насосной станции 5, ограждения 6 (рис. 4.2).

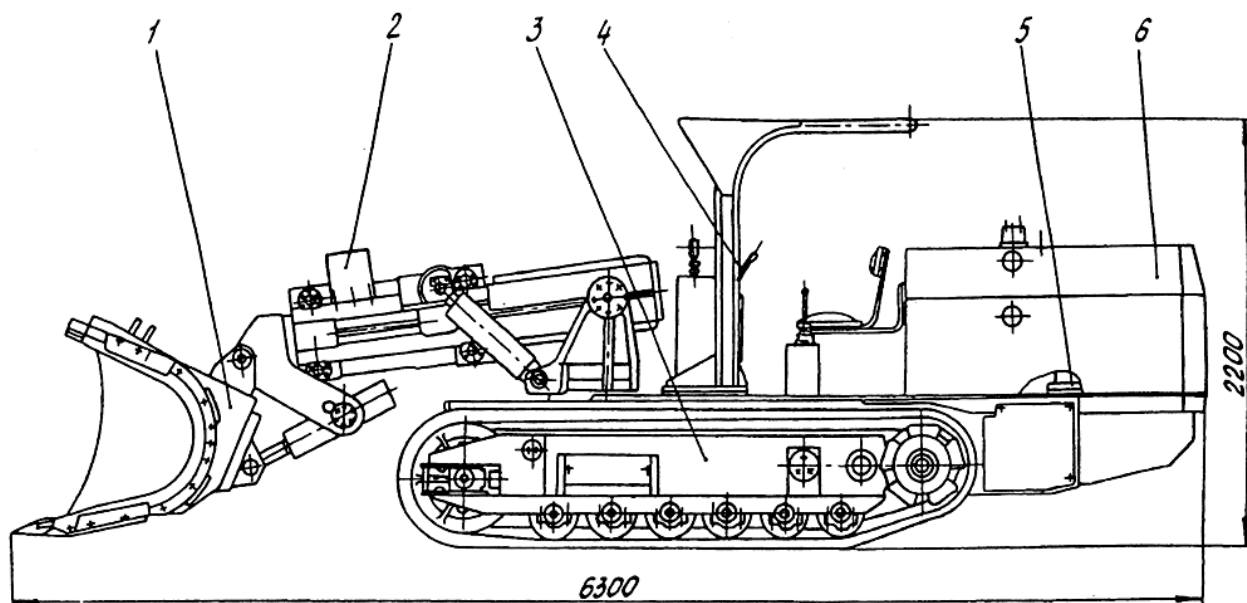


Рис. 4.2. Общий вид машины МПК-1000Т

Погрузочный орган (рис. 4.3) состоит из ковша 1, рукояти 3, гидроцилиндров 2 и 4. Ковш имеет возможность бокового поворота относительно опоры. Боковой поворот ковша осуществляется гидроцилиндром разгрузки 4, корпус которого крепится к опоре, а шток к ковшу. Опора ковша с одной стороны шарнирно соединена с телескопической рукоятью 3, с другой также шарнирно с гидроцилиндрами черпания ковша 2. Ковш крепится на опоре с возможностью разгрузки в правую или левую стороны.

Ходовая часть машины (рис. 4.4) состоит из рам 2 и 4, тележек гусеничных 3, гидроцилиндров 1 и привода хода 5. Рамы, передняя 2 и задняя 4, между собой соединены осью и четырьмя болтами. На рамах монтируются все остальные узлы машины. К передней раме с обеих сторон с помощью осей крепятся две гусеничные тележки 3. Гусеничная тележка состоит из корпуса, на котором установлены привод хода 5, ленивец, гусеничная цепь, гидроцилиндр, предназначенный для натяжения гусеничной цепи. В нижней части сварного корпуса установлены шесть опорных катков, опирающихся на гусеничную цепь. Цепь гусеничная состоит из штампованных траков, соединенных между собой пальцами.

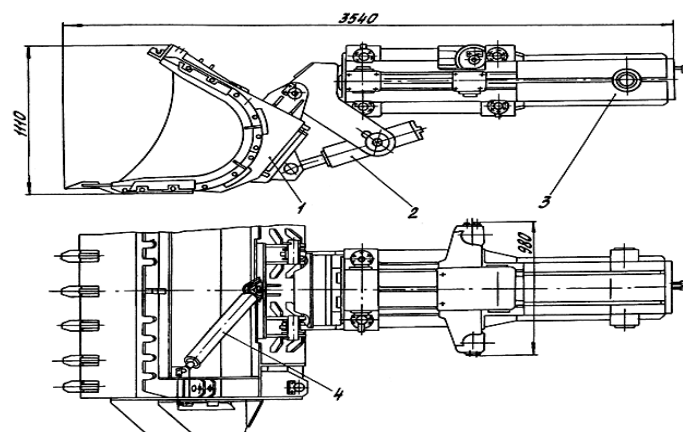


Рис. 4.3. Орган погрузочный

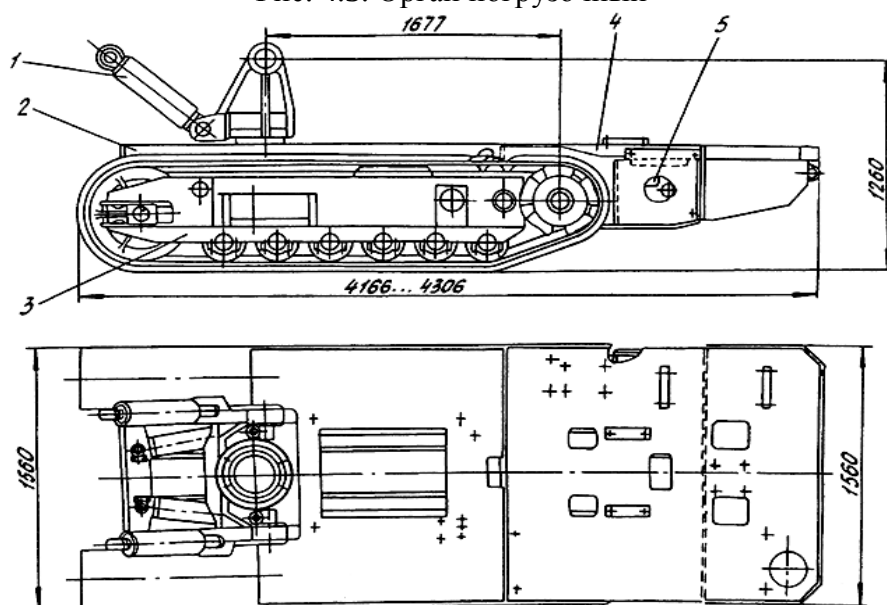


Рис. 4.4. Ходовая часть

Привод хода (рис. 4.5) включает аксиально-поршневой гидромотор, цилиндрический редуктор и прифланцеванный к нему двухступенчатый планетарный редуктор, на выходном валу которого установлена звездочка. Для исключения самопроизвольного скатывания машины на уклонах, в приводе хода между гидромотором и корпусом цилиндрического редуктора размещается тормозная муфта. При выключении гидромотора ее фрикционные диски под действием пружин прижимаются друг к другу - включается тормоз.

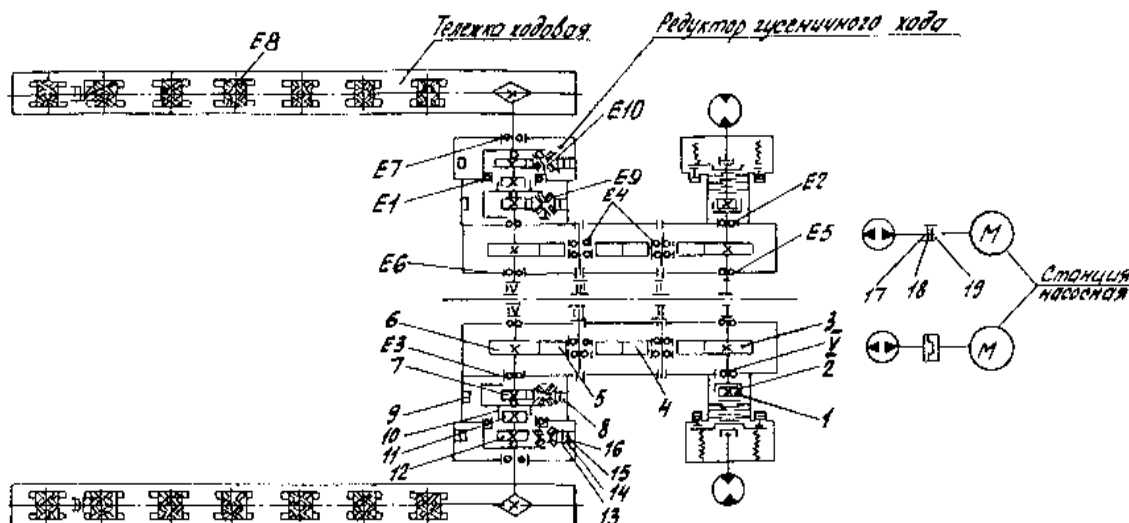


Рис. 4.5. Схема кинематическая

Электрооборудование погрузочной машины предназначено для управления электроприводами машины, освещения места работы, обеспечения блокировок, диагностики и подачи предупредительного сигнала. Питание электроэнергией машины производится переменным током частотой 50Гц, напряжением 380 или 660В от сети с изолированной нейтралью.

На машине установлены: двигатель насосной станции ВРП225МК4 мощностью 55кВт; двигатель заливочного насоса АИУ80В4 мощностью 15кВт; излучатели акустические; пульт управления; фары освещения; станция управления; преобразователь уровня и температуры.

Принципиальная электрическая схема машины (рис. 4.6) обеспечивает: дистанционное включение штекового пускателя, подающего напряжение на машину; предварительную подачу звукового сигнала при пуске насосной станции; управление насосом орошения и заливочным насосом; местное освещение; защиту от токов короткого замыкания и максимальную токовую защиту; нулевую защиту; защиту от потери управляемости; контроль целостности жилы заземления питающего кабеля; контроль целостности цепей сигнализации; управление пускателями и насосной станцией по искробезопасным цепям; световую индикацию состояния электрооборудования; тепловую защиту и защиту от опрокидывания или несостоявшегося пуска двигателей; подключение метан-реле для контроля газа метана в выработке; контроль изоляции силовых цепей двигателей; контроль уровня и температуры жидкости в маслобаке.

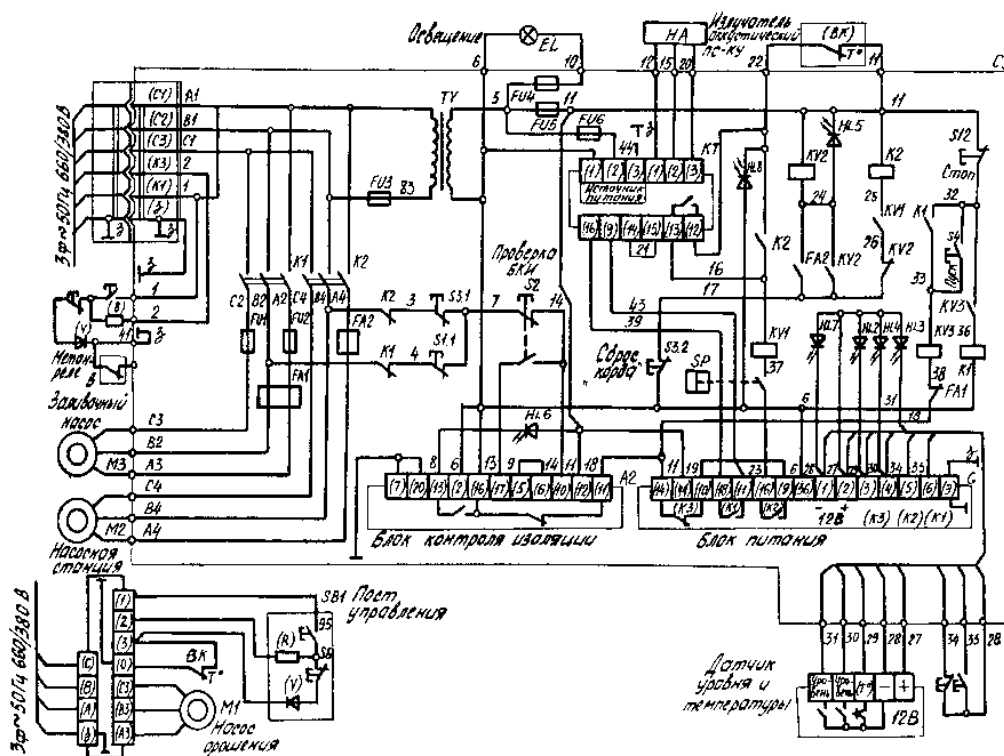


Рис. 4.6. Схема электрическая принципиальная

Погрузочные машины непрерывного действия - это машины с нагребными лапами; преимущество их - более высокая производительность, чем у ковшовых машин, но вместе с этим они имеют более сложную конструкцию и более высокую стоимость.

Погрузочные машины с нагребными лапами по массе и производительности подразделяются четырех основных типоразмеров: легкие- ПНБ-1; средние - ПНБ-2; тяжелые- ПНБ-3; особо тяжелые - ПНБ-4. Материал соответствующих деталей всех типов погрузочных машин типа ПНБ одинаковый.

Машины с нагребными лапами имеют следующие модификации - 1ПНБ (1ПНБ2, 1ПНБ2У, 1ПНБ2Д), 2ПНБ (2ПНБ2, 2ПНБ2У), ПНБ-3 (ПНБ-3К, ПНБ-3Д2М) и ПНБ-4 (ПНБ-4Д).

Машины первого типоразмера предназначены для погрузки на транспортные средства отделенной горной массы с коэффициентом крепости $f \leq 6$ и размером кусков не более 400 мм, а второго типоразмера - горной массы с $f \leq 12$ и крупностью кусков до 500.

К буропогрузочным относятся погрузочные машины, на которые устанавливается навесное бурильное оборудование, и которые поочередно могут производить обуривание забоя и погрузку породы.

Использование комбинированных буропогрузочных машин сокращает число применяемых в проходческом забое машин и необходимость обмена в забоях подготовительных выработок бурильных установок и погрузочных машин.

Буропогрузочные машины классифицируются по типу базовых погрузочных машин; по типу навесного бурильного оборудования - съемное или несъемное; по числу манипуляторов и бурильных машин; по типу головки бурильной машины; по области применения - для слабых, средних и крепких пород; по роду энергии - электрические, пневматические, гидравлические.

Навесное оборудование состоит из бурильных машин, гидравлических манипуляторов, поворотных устройств, пультов управления - общего и манипуляторами.

Особенность конструкций манипуляторов буропогрузочных машин - синхронизация движений их складывания и поворота бурильной машины.

При сложенном манипуляторе бурильная машина располагается вдоль оси погрузочной машины.

Несъемным навесным бурильным оборудованием со складывающимися манипуляторами оснащаются в основном погрузочные машины непрерывного действия.

На ковшовых погрузочных машинах применяется обычно съемное навесное бурильное оборудование, устанавливаемое на время бурения шпуров.

Для проведения выработок в породах с коэффициентом крепости $f < 8$ применяют электрические бурильные машины вращательного действия, в породах с $f = 8 \dots 16$ и более - вращательно-ударные и ударно-вращательные бурильные машины.

Буропогрузочные машины имеют обычно один или два манипулятора и комплектуются одной, двумя и четырьмя бурильными машинами.

В России в настоящее время выпускаются буропогрузочные машины 1ПНБ2Б, 1ПНБ2Бс и 2ПНБ2Б, снабжены одним манипулятором.

Буропогрузочные машины 1ПНБ2Б и 1ПНБ2Бс выполнены на базе погрузочной машины 1ПНБ2 и дополнительно оснащены бурильным оборудованием для бурения шпуров при буровзрывном способе проведения выработок.

Машина 1ПНБ2Бс является модификацией машины 1ПНБ2Б для сланцевых шахт и обеспечивает процесс фронтального и флангового бурения. Обе буропогрузочные машины оснащаются электрическими бурильными машинами вращательного действия.

Система пылеподавления при бурении шпуров машины 1ПНБ2Б предусматривает разводку промывочного шланга для осуществления промывки шпура, а в машине 1ПНБ2Бс в зоне бурения установлена форсунка для орошения устья шпура. Машины комплектуются насосом системы орошения.

Суммарная мощность двигателей буропогрузочных машин 1ПНБ2Б и 1ПНБ2Бс составляет соответственно 41 и 48,5 кВт:

Буропогрузочная машина 2ПНБ2Б выполнена на базе погрузочной машины 2ПНБ2 и предназначена для механизации процессов бурения шпуров и погрузки горной массы с размером кусков до 500 мм при проведении горизонтальных и наклонных ($\pm 8^\circ$) горных выработок.

Навесное бурильное оборудование включает в себя опорную часть, стрелу

манипулятора, две сменные бурильные установки — электрическую вращательного действия (для пород с $f = 6 \dots 8$) и пневматическую вращательно-ударного действия (для пород с $f = 8 \dots 12$), пульт управления, гидроразводку, систему орошения.

Гидравлическая система навесного оборудования получает питание от насосной станции погрузочной машины. Сжатый воздух для пневматической бурильной машины подается из магистрального трубопровода, проложенного в выработке. При бурении шпуров пылеподавление осуществляется подачей воды через полую буровую штангу в шпур. Суммарная мощность двигателей буропогрузочной машины составляет 74,5 кВт.

Управление погрузочным органом машины - двустороннее, навесным оборудованием - одностороннее.

По конструктивному исполнению погрузочно-транспортные машины делят на два типа:

с транспортным кузовом (типа ПТ); загружаемым ковшовым погрузочным органом, расположенным на самой машине;

с совмещением погрузочно-транспортным ковшом (типа ПД), самозагружающимся за одно или несколько черпаний и служащим для транспортирования горной массы.

Погрузочно-транспортная машина типа ПД состоит из исполнительной и приводной частей, шарнирно соединенных между собой, что обеспечивает возможность поворота машины под углом 30°. На передней полураме самоходного шасси с пневмошинным механизмом перемещения смонтирован ковш со стрелой, на задней полураме — двигатель машины, трансмиссия, гидропривод погрузочного органа и механизма поворота машины, кабина машиниста..

В России выпускаются погрузочно-транспортные машины ПД2, ПД3, ПД5, ПД8, ПД12, ПТ4, ПТ6. В обозначениях машин типа ПД цифрами указана грузоподъемность ковша в тоннах, типа ПТ — грузоподъемность кузова.

Наиболее широкое распространение в качестве привода погрузочно-транспортных машин получил дизельный привод.

Машины типа ПД оснащаются дизельными двигателями мощностью от 66 до 200 кВт. Дизельные четырехтактные двигатели снабжены двухступенчатой газоочистительной системой с каталитическим и жидкостным нейтрализаторами.

Начат выпуск ковшовых погрузочно-транспортных машин с электроприводом, питание которого производится с помощью электрического кабеля, обеспечивающего плечо доставки до 200 м.

Машины типов ПД и ПТ используются на рудных шахтах. Машины типа ПТ имеют пневмопривод, все четыре пневмобалонных колеса машины являются ведущими. Ковш, закрепленный на шарнирной рукояти, поднимается цепью от лебедки. Кузов машины при разгрузке опрокидывается с помощью гидроцилиндра назад.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Махно Д.Е., Страбыкин Н.Н., Кисурин В.Н. Горные машины и оборудование для подземных работ. Учебное пособие. Второе издание. - Иркутск: Иркутский государственный технический университет, 2004. – 240 с.
2. Горное оборудование и электромеханика / Научно-аналитический и производственный журнал. – М.: Новые технологии. 2005 – 2007.
3. Клорикьян С.Х. Машины и оборудование для шахт и рудников: Справочник. – 7-е изд., репринтное. – 2002. – 471 с.
4. Кривенко А.Е. Основы проектирования горных машин и оборудования: Учебное пособие. – 2006. – 105 с.
5. Кантович Л.И., Наумкин В.М. Буровой станок НКР-100М. Практикум: Учебное пособие. – 2006. – 83 с.
6. Морозов В.И., Чуденков В.И., Сурина Н.В. Очистные комбайны: Справочник. – 2006. – 650 с.
7. Карепов В.А., Чесноков В.Т. Горнопроходческие машины и комплексы: Методические указания к лабораторным работам. АФ ГУЦМиЗ. – Ачинск: 2006. – 80 с.
8. Божко В.Г. Буровые станки с погружными пневмоударниками: Методические указания по выполнению практических занятий.. – М.: МГГУ, 2006. – 30 с.
9. Кантович Л.И., Божко В.Г. Переносные перфораторы.: Методические указания по выполнению практических занятий. – М.: МГГУ, 2006. – 30 с.
10. Кантович Л.И., Божко В.Г. Горные ручные сверла: Методические указания по выполнению практических занятий. – М.: МГГУ, 2006. – 30 с.
11. Махно Д.Е., Страбыкин Н.Н., Кисурин В.Н. Горные машины и комплексы. Краткий курс лекций. Ч.1-П. - Иркутск: Иркутский государственный технический университет, 1996.
12. Солод В.И., Зайков В.И., Петров К.М. Горные машины и автоматизированные комплексы. - М.: Недра, 1981.
13. Иванов К.И., Латышев В.А., Андреев В.Д. Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых. -М.: Недра, 1987.
14. Малевич Н.А. Горнопроходческие машины и комплексы. - М.: Недра, 1980.
15. Яцких В.Г., Спектор Л.А., Кучерявый А.Г. Горные машины и комплексы. - М.: Недра, 1987.
16. Кантович Л.И., Геторанов В.Н. Горные машины. - М.: Недра, 1989.
17. Крапивин М.Г., Раков И.Я., Сысоев Н.И. Горные инструменты. - М.: Недра, 1990.
18. Васильев В.М. Перфораторы. Справочник. - М.: Недра, 1989.

Учебное текстовое электронное издание

**Великанов Владимир Семенович
Козырь Александр Валерьевич**

ГОРНЫЕ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Учебное пособие

1,14 Мб

1 электрон. опт. диск

г. Магнитогорск, 2017 год
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»
Адрес: 455000, Россия, Челябинская область, г. Магнитогорск,
пр. Ленина 38

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»
Кафедра горных машин и транспортно-технологических комплексов
Центр электронных образовательных ресурсов и
дистанционных образовательных технологий
e-mail: ceor_dot@mail.ru