

## ТЕЗИСЫ ЛЕКЦИЙ

### Лекция №1.

#### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРНЫХ МАШИН.

*Курс горных машин по принципу функционального назначения оборудования делится на:*

- *машины и оборудование для механизации процессов бурения шпуров и скважин;*
- *машины для механизации процессов выемки полезных ископаемых, включающие врубовые машины, очистные комбайны и струговые установки;*
- *машины и оборудование для механизации проведения подготовительных и нарезных выработок;*
- *выемочные комплексы и автоматизированные агрегаты;*
- *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.

### Лекция №2.

#### ОСНОВЫ ТЕОРИИ ГОРНЫХ МАШИН

##### Виды производительности горных машин.

**Производительность горной машины** - определяется количеством производимой ею продукции в единицу времени (час, смену, год) и выражается в единицах: весовых (т/ч), объемных ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ), квадратных ( $\text{м}^2/\text{ч}$ ) 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.

**Эксплуатационная производительность** это действительная производительность, которая фактически достигается горной машиной в конкретных условиях. Эксплуатационная производительность определяется аналогично технической, но с учетом коэффициента использования машины во времени  $K_{и}$  — в течение часа, смены, года

Ремонт горных машин производится в соответствии с инструкциями завода-изготовителя и **графиками планово-предупредительных ремонтов (ППР)**, разрабатываемыми для каждого типа горных машин. **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.

#### **Основные показатели качества и надежности горных машин**

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, экологика и эстетика.**

#### **Основные физико-механические свойства горных пород.**

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.

### **Лекция №3.**

## **СПОСОБЫ И СРЕДСТВА БУРЕНИЯ ШПУРОВ И СКВАЖИН**

### **Классификация способов и средств бурения шпуров и технологических скважин.**

Процесс образования цилиндрических полостей (выработок) в горной породе носит название бурения. Цилиндрическую полость диаметром до 75 мм и глубиной до 5 м называют шпуrom. Цилиндрическую полость диаметром более 75 мм при глубине до 5 м или любого диаметра при глубине более 5 м называют скважиной.

Способы бурения шпуров и скважин можно подразделить на два вида. К первому виду относят механические способы бурения, ко второму — физические способы (огневой, термомеханический, плазменный, электротермический).

При **механическом бурении** разрушение породы на забое шпура или скважины осуществляют внедрением в породу под действием механических усилий твердых тел — инденторов, при этом кристаллографическая структура разрушенных пород не меняется.

По характеру работы инструмента в забое и приложению силовых нагрузок механическое бурение можно разделить на следующие четыре способа: вращательный, вращательно-ударный, ударно-вращательный и ударный (рис. 1).

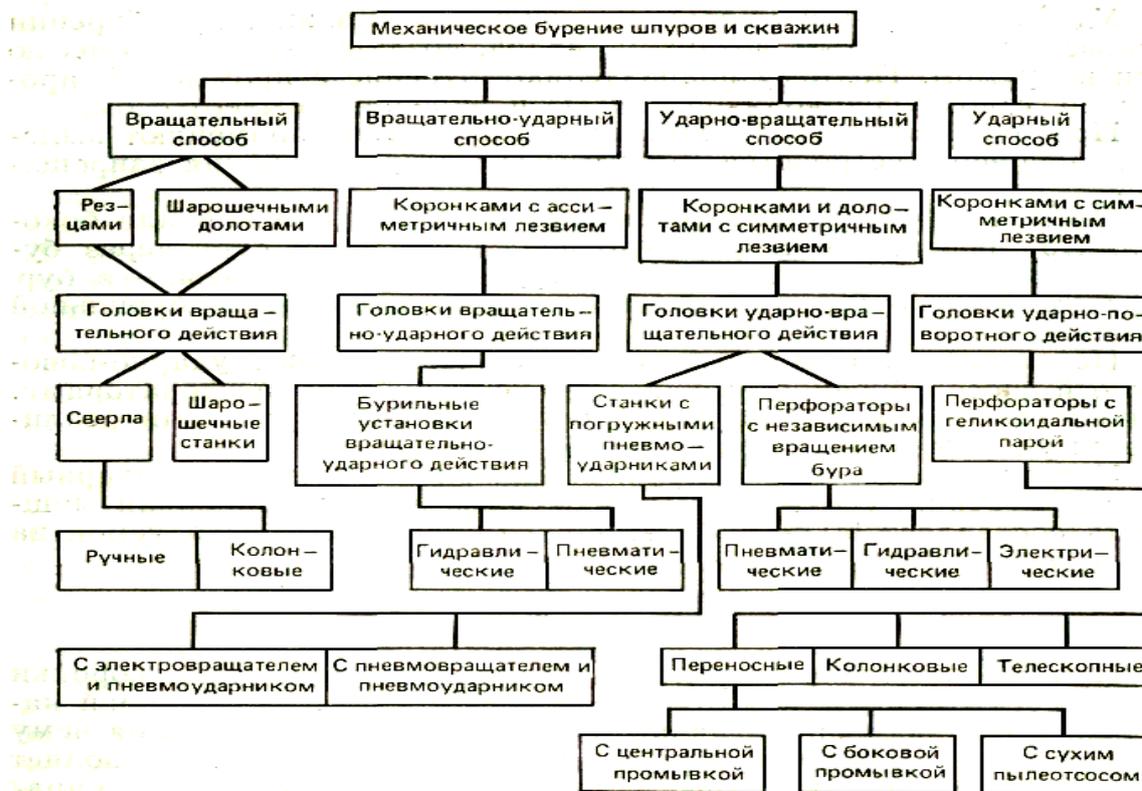


Рис. 1. Классификация способов механического бурения.

### Области применения различных способов бурения.

**Вращательный способ бурения.** Вращательное бурение резанием реализуется бурильными головками вращательного действия, к которым относятся сверла и станки. Электрические вращательные головки используют для бурения пород слабой и средней крепости ( $f < 8$ ).

Наибольшее распространение в горной промышленности получили ручные электросверла, которые применяют для бурения шпуров глубиной 1,5—3 м по углю и слабым породам с  $f < 3$  (каменная соль, сланцы). Диаметр шпуров 40—45 мм.

Для бурения шпуров и скважин большей глубины (до 10 м) или в более крепких углях (антрацитах) и породах применяют колонковые электросверла.

Для бурения скважин в породах с  $f \leq 8$  применяют станки вращательного действия, выпускаемые с электрическим и пневматическим приводами.

Станки для бурения долотами шарошечного типа с воздушной очисткой скважин нашли наибольшее распространение в горной промышленности. Такие станки применяют для бурения взрывных скважин по породам  $f = 6 \dots 18$ .

**Ударный способ.** В практике разработки рудных месторождений полезных ископаемых наибольшее распространение имеет ударное бурение переносными перфораторами с пневмодержками и телескопными перфораторами (ГОСТ 18093—79). Переносными перфораторами бурят шпуров диаметром 30—55 мм, глубиной до 4 м, а телескопными—скважины диаметром 40—85 мм, глубиной до 25 м. Перфораторами бурят скважины в породах с  $f = 6 \dots 20$  и выше.

**Вращательно-ударный способ.** Машины вращательно-ударного действия появились в последние двадцать лет. Из-за необходимости создания высокого осевого

усилия машины этого типа имеют большую массу и высокую стоимость. Бурение такими машинами ведут с колесных или гусеничных установок. Бурят шпуров диаметром 40—65 мм, глубиной до 4 м. Глубину бурения шпуров определяют длиной податчика, так как бурение производят цельными штангами. Опыт показывает, что машины этого типа целесообразно применять для бурения в породах с  $f=6\dots 12$ .

**Ударно-вращательный способ.** При отбойке руды методом глубоких скважин в подземных условиях бурят скважины глубиной до 50 м, диаметром 85—160 мм. Бурят такие скважины буровыми станками с погружными пневмоударниками. Станок состоит из механизма вращательного действия и пневмоударника, подаваемого в скважину с помощью штанг. Благодаря тому, что ударное бурение не требует больших силовых нагрузок, указанные станки имеют небольшую массу. Станки просты в изготовлении, удобны в эксплуатации. Их широко применяют при бурении скважин диаметром 85—125 мм.

К машинам ударно-вращательного действия относят и мощные колонковые перфораторы с независимым вращением бура. Такими перфораторами бурят глубокие взрывные скважины диаметром 46—85 мм, глубиной до 30 м в породах с  $f=6—20$ . Колонковые перфораторы устанавливают на колонках или передвижных установках.

## МАШИНЫ ВРАЩАТЕЛЬНОГО И УДАРНОГО БУРЕНИЯ.

### Машины вращательного бурения.

*При вращательном бурении (сверлении) разрушение горной породы происходит спиральными слоями за счет постоянного сообщения буровому инструменту (резцу) осевого усилия подачи и крутящего момента.* В связи с этим при вращательном бурении почти не образуется пыли и шума, а процесс разрушения породы идет непрерывно, что в породах ниже средней, а иногда и средней крепости делает его более эффективным. Весьма положительной чертой вращательного бурения является также возможность широкого использования электрической энергии, которая в 6—15 раз дешевле пневматической. Стоимость же капитальных затрат на приобретение и монтаж оборудования при использовании электрической энергии по сравнению с пневматической снижается почти в 100 раз. В последнее время проводятся большие работы по расширению области применения вращательного бурения на средние и крепкие породы.

*Машины вращательного бурения* предназначены для бурения шпуров и скважин по углю и породам с использованием в режиме резания. Горная порода при вращательном бурении (сверлении) разрушается спиральными слоями за счет сообщения буровому инструменту осевого усилия подачи, крутящего момента и движения инструмента по винтовой линии.

*Машины вращательного бурения* подразделяются на *ручные и колонковые сверла*, применяемые в основном для бурения шпуров по углю и породам ниже средней и средней крепости, *станки для бурения разведочных и взрывных скважин* по породам любой крепости и *гезенко-бурильные и сбоечные машины*. Последние применяются для бурения подземных вертикальных и наклонных выработок диаметром до 1000—1500 мм по мягким и средней крепости породам.

*Ручные горные сверла* предназначены для бурения шпуров диаметром до 50 мм по углям всех категорий крепости и слабым породам ( $f < 3$ ). Современные горные сверла по способу подачи бурового инструмента на забой подразделяют на *сверла с ручной и механической подачей; по роду потребляемой энергии — на электрические, пневматические и гидравлические* и по типу управления — *с непосредственным и дистанционным управлением*.

### Машины ударного бурения.

*Отбойные молотки* относятся к ручным машинам ударного действия и предназначены для отбойки угля, слабых пород и руд, дробления крупных кусков и образования лунок при креплении выработок и прокладке водосборных канавок. В

отечественной горной промышленности отбойные молотки начали применяться с 1904 г. и в настоящее время получили широкое распространение при проходческих, очистных и подготовительных и строительных работах.

В последние годы наибольшее распространение получили пневматические *отбойные молотки МО-5П, МО-6П, МО-7П*, имеющие одинаковую конструкцию и отличающиеся в основном габаритами и массой.

#### Лекция № 4. ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПЕРФОРАТОРЫ.

##### Устройство и принцип действия пневматических перфораторов.

К машинам *ударно-поворотного действия* относятся *пневматические переносные* и *телескопные* бурильные молотки, именуемые перфораторами. Поворот буровой штанги в них производится за счет энергии движущего поршня-ударника. Они предназначены для бурения *шпуров* диаметром *30-55 мм*, глубиной *до 5 м*, а также *скважин* диаметром *40-85 мм* и глубиной *до 20 м* в породах *крепостью 6-20* по шкале М.М. Протоdjяконова.

*Колонковые перфораторы* относятся к машинам *ударно-вращательного действия*. В этих машинах непрерывное вращение буровой штанги обеспечено от отдельного двигателя.

Машины данного типа классифицируются

- *по виду потребляемой энергии* — на *пневматические, гидравлические, электрические* и работающие на тепловой энергии с *двигателями внутреннего сгорания* (бензо— перфораторы);

- *по способу поворота буровой штанги* — с *зависимым и независимым* поворотом;

- *по типу воздухораспределительного устройства* — с *клапанным, золотниковым, бесклапанным*, у которых воздухораспределение осуществляется движущимся поршнем;

- *по частоте ударов* — *обычного типа и высокочастотные* (более 2000 ударов в минуту);

- *по способу удаления буровой мелочи* — с *промывкой, продувкой и отсасыванием* продуктов разрушения;

- *по способу установки при работе* — на *переносные, колонковые и телескопные*.

*Перфоратор* состоит из *корпуса* и смонтированных в нем *ударно-поворотного механизма, воздухораспределительного устройства, механизма управления и устройства для удаления буровой мелочи* от забоя.

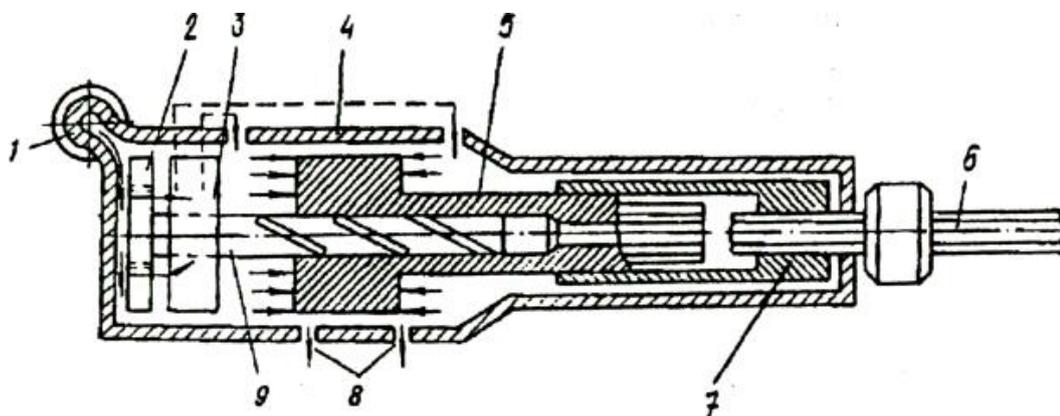


Рис. 1. Схема конструкции и принцип работы перфоратора (1 - пусковой кран; 2 - поворотное устройство; 3 - воздухораспределительное устройство; 4 - штоковая полость

цилиндра; 5 - поршень-ударник; 6 – буровой инструмент; 7 – поворотная букса; 8 - выхлопные отверстия; 9 – геликоидальный стержень)

**Пневматические переносные перфораторы** предназначены для бурения шпуров с пневматических поддержек или с рук при проведении горизонтальных и слабонаклонных горных выработок, а также при проходке стволов шахт. Параметры бурения: диаметр — **32-46 мм**; глубина бурения **до 5 м**, коэффициент крепости пород — **6-20**.

В соответствии с ГОСТом 10750-80 предусматривается выпуск четырех типов переносных перфораторов: **ПП36В, ПП50В, ПП54ВВ, ПП63СВП**.

В условном обозначении перфоратора последовательно указывается: **П** — перфоратор; **П** — переносной; **цифры** — энергия удара, Дж; **В** — пылеподавление водой (центральная подача); **Б** — с боковой промывкой; **С** — с усиленной продувкой; **П** — пылеотсос, **СВП** – продувка с увлажнением, **цифровые** обозначения — модернизация.

### Лекция № 5.

## ТЕЛЕСКОПНЫЕ И КОЛОНКОВЫЕ ПЕРФОРАТОРЫ.

**Колонковые перфораторы** предназначены для бурения шпуров и скважин любого направления в крепких породах. Это машины повышенной мощности, использование их по назначению возможно лишь с распорных колонок, либо манипуляторов. Подача перфоратора на забой обеспечивается механическим способом посредством специального устройства. Параметры буримых шпуров и скважин: диаметр — **до 85 мм**; глубина — **до 50 м**; коэффициент крепости пород — **до 20**.

В соответствии с ГОСТом 18092-79 принято шесть типоразмеров колонковых перфораторов **ПК-50, ПК 60А, ПК 75А, ПК120, ПК 150, ПК 175**. В качестве основного параметра принята масса перфоратора.

**Колонковые перфораторы** относятся к группе машин с **независимым вращением** бурового инструмента, и состоят из двух основных узлов — **ударного механизма и вращателя**. **Вращение** буровой штанги осуществляется отдельным тихоходным **планетарным пневмомотором**, выполняющим также функции редуктора. В перфораторах принято **клапанное воздухораспределительное устройство**, обеспечивающее запуск перфоратора в любом положении и автоматический режим его работы. Сжатый воздух в ударный механизм и во вращатель подается автономно, что позволяет оперативно регулировать параметры удара и частоту вращения независимо друг от друга. Для обеспечения развинчивания бурового става вращатель выполнен реверсивным. Направление подачи зависит от подачи воздуха к передней или задней полости вращателя.

**Телескопные перфораторы** предназначены для бурения **восстающих шпуров и скважин** (с отклонением от вертикали до 45°) в породах **любой крепости** на очистных и проходческих работах. Для проходки встающих выработок телескопными перфораторами используют проходческие комплексы типа КПВ или КПРС.

В соответствии с ГОСТом 18093-79 выпускаются два типа телескопных перфораторов **ПТ38 и ПТ 48А**. Они представляют собой **перфоратор** и расположенный соосно с ним **телескопический податчик**. Основным параметром перфоратора является его масса. В самой бурильной машине применяются основные узлы переносных перфораторов. **Конструкция** телескопных перфораторов основана на **ударно-поворотном принципе** действия с зависимым (задним) поворотом буровой штанги. Применяется **клапанная система воздухо-распределения с плоским кольцевым клапаном**.

## Лекция № 6. ГИДРОПЕРФОРАТОРЫ И БУРОВОЙ ИНСТРУМЕНТ

### Устройство и принцип действия гидравлических перфораторов.

*Гидравлические перфораторы* включают в себя *ударный и поворотный механизмы, органы управления и источники питания*. В отличие от ударно-поворотного механизма пневматических перфораторов гидравлические перфораторы имеют, как правило, независимое вращение бура с помощью автономно встроенного вращателя.

*Ударный механизм* включает в себя *поршень-ударник, устройства рабочего и обратного ходов*.

*Орган управления* осуществляет *распределение потоков жидкости* для обеспечения требуемого движения поршня-ударника. Он состоит из распределительных и управляющих элементов.

*Источник питания* включает в себя *гидронасос*, приводимый в движение от электрического или другого типа *двигателя, предохранительную аппаратуру, стабилизаторы давления, трубопроводы*. Иногда вместо насоса используют различные типы *аккумуляторов давления*.

*Рабочие камеры в ударном механизме* могут быть либо *гидравлическими*, либо *пневматическими*, причем механизм может иметь только одну пневматическую камеру. Управляемыми могут быть только гидравлические рабочие камеры. Возможны две управляемые камеры: обратного и рабочего ходов. Отработанная жидкость может удаляться непосредственно в маслобак, вспомогательную камеру или сетевой пневмоаккумулятор. При этом для повышения КПД следует стремиться к снижению потерь энергии на удаление жидкости.

*Механическая скорость бурения* и стойкость бурового инструмента гидравлических перфораторов *в 1,5—2 раза выше* по сравнению с пневматическими перфораторами той же мощности. Использование гидравлических перфораторов дает возможность получить большую экономию энергии: затраты энергии для бурения шпура гидравлическим перфоратором в два раза меньше по сравнению с пневматическим.

## Лекция № 7. 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 зарядания 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*.

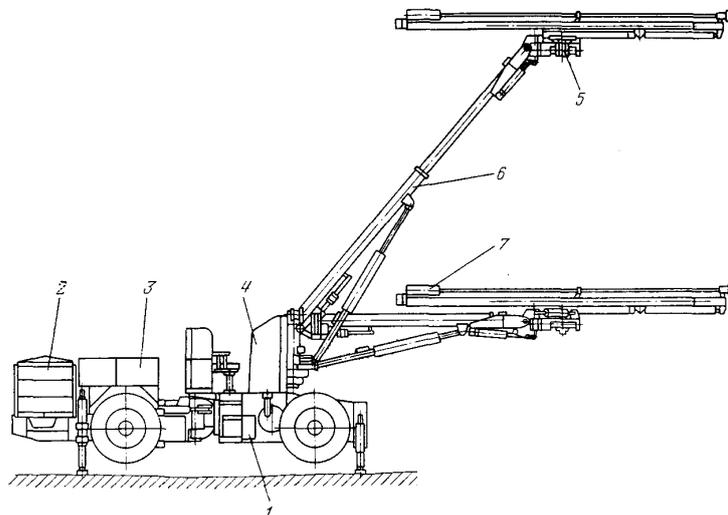


Рис. 1. Шахтная бурильная установка.

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.

### **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 обуривают 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*.

### **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.

### **Бурильные головки вращательно-ударного действия.**

Машины вращательно-ударного бурения применяются в основном при проведении выработок большого сечения для бурения шпуров и скважин и по принципу действия аналогичны тяжелым колонковым перфораторам с независимым вращением бурового инструмента. Необходимо отметить, что наблюдается стремление использовать машины вращательно-ударного действия и для бурения эксплуатационных скважин. Основная отличительная черта этих машин - большой крутящий момент, развиваемый так же как и у машин ударно-вращательного бурения специальным вращателем, не зависящим от ударного механизма.

Бурильная машина вращательно-ударного действия, состоящая из вращательного и ударного механизмов, скомпонованных в одном корпусе, называется бурильной головкой.

Буровой инструмент машин вращательно-ударного бурения состоит из буровых штанг диаметром 30—32 мм и буровых коронок. В отличие от перфораторного бурения коронки, предназначенные для вращательно-ударного бурения, имеют несимметричную заточку. При этом для бурения мягких и ниже средней крепости пород передний угол заточки лезвия принимается 10—15°, для крепких пород — 20—25°. Угол заточки задней грани составляет 45-60°.

### **Лекция № 8.**

## **САМОХОДНЫЕ СТАНКИ И КОЛОНКОВЫЕ УСТАНОВКИ**

Взрывные скважины на очистных работах бурят перпендикулярно к оси поэтажных выработок, располагая их в виде полного веера или его части. Чаще применяют верхний полумеер, реже — нижний. Скважины верхнего полумеера лучше сохраняются и не заполняются водой. Отбойку параллельными скважинами ведут в ограниченном объеме, несмотря на то, что параллельные скважины позволяют более равномерно распределить ВВ в массиве горных пород, получить лучшее дробление рудной массы. Ограничивающим фактором при параллельном бурении скважин является большая площадь сечения подготовительных выработок для размещения станков.

Для бурения взрывных скважин применяют мощные колонковые перфораторы, установленные на самоходных шасси. Бурение скважин в труднодоступных местах ведут колонковыми установками, а также телескопными перфораторами.

Отбойку руды осуществляют на открытое пространство или на зажатую среду, при этом большое внимание уделяется диаметру и предельной глубине скважин.

Скважины уменьшенного диаметра позволяют улучшить фракционный состав отбиваемой горной массы. Наиболее распространенным является диаметр скважин 56 мм, реже — 65 мм. Глубина скважин варьирует от 6 до 25 м. Бурение скважин большей глубины приводит к уменьшению производительности станков, а также к искривлению

скважин, что отрицательно сказывается на качестве дробления отбиваемых руд. Вместе с тем увеличение глубины скважин сокращает объем подготовительных работ. При бурении скважин глубиной 30—70 м применяют агрегаты с погружными пневмоударниками.

Выпуск станков и колонковых установок регламентирует ГОСТ 26698—85. Станки ударного бурения (БУ) оснащают бурильными головками ударно-вращательного, вращательно-ударного и ударного действия. Тот же ГОСТ предусматривает выпуск станков ударного бурения с погружными пневмоударниками (БП) и выпуск станков шарошечного бурения (БШ).

Станки могут быть как самоходными, так и несамоходными. Самоходные станки должны иметь возможность бурить круговой веер скважин в вертикальной плоскости. ГОСТ определяет ресурс до первого капитального ремонта не менее 3150 ч и для станков типа БП160—3450 ч. Ниже приведены основные параметры станков типа БУ, БП, и БШ.

Тип станка Условный диаметр скважины, мм Глубина бурения, м, не менее Направление бурения	БУ			
	50 25	80 30	100 40	100 40
Ресурс до первого капитального ремонта, ч, не менее	3150			
Техническая производительность, м/ч не менее, для пород				
$f = 10 \div 12$	16,5	16,5	22,5/16,5	22,5
$f = 12 \div 14$	14	14	19/14	19
$f = 14 \div 16$	12	12	16,5/12	16; 5
$f = 16 \div 18$	10	10	14,5/10	14,5
Тип станка Условный диаметр скважины, мм Глубина бурения, м, не менее Направление бурения	БП		БШ	
	100 50, 80	160 80	250 80	250 80
Ресурс до первого капитального ремонта, ч, не менее	3150		3150	
Техническая производительность, м/ч не менее, для пород			Бурение восходящими скважинами	
$f = 10 \div 12$	14	14	5	
$f = 12 \div 14$	12	12	4,2	
$f = 14 \div 16$	9	9	3,6	
$f = 16 \div 18$	7	7	3,2	

### Классификация станков

Поскольку станки предназначены для бурения глубоких взрывных скважин с целью отбойки руды, на первый план выступают возможности станка обуривать блоки по различным схемам.

Шифр признака	Исполнение признака	Номер исполнения	Схема осуществления признака по номерам исполнения
Схема бурения скважин	Полный веер	1	
	Верхний полувеер	2	
	Нижний полувеер	3	
	Параллельные скважины	4	
Тип ходового устройства	Колесно-шинный	1	
	Гусеничный	2	
Число бурильных машин	Одномашинные	1	
	Двухмашинные	2	
	Трехмашинные	3	
Расположение бурильных машин относительно продольной оси рамы станка	В центре рамы	1	
	Консольное одностороннее	2	
	Консольное двухстороннее	3	
Размещение осей вращения бурильных машин	Вращение в середине податчика	1	
	Вращение в основании податчика	2	
	Вращение на кулисе	3	
	Вращение на поворотной траверсе	4	
Крепление податчика	Распор в кровлю и почву	1	
	Надвиг в кровлю гидроцилиндром с упором в почву	2	
	Надвиг в кровлю с поднятой на домкратах рамой станка	3	
	Консольное расположение податчика на раскрепленной раме	4	

**Лекция № 9.**  
**БУРОВЫЕ СТАНКИ С ПНЕВМОУДАРНИКАМИ.**  
**СТАНКИ ШАРОШЕЧНОГО БУРЕНИЯ**

**Машины с погружными 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 резовыми 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 с<sup>-1</sup>.

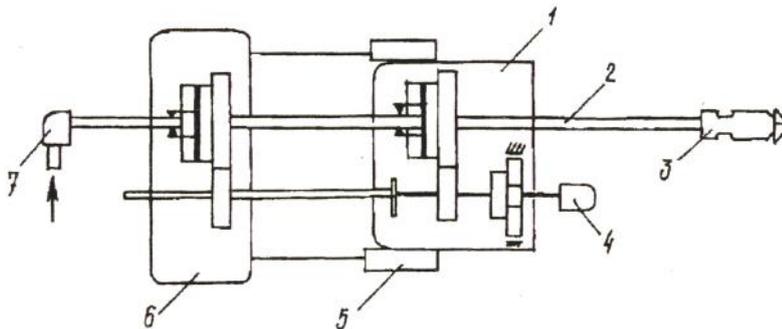


Рисунок 2. Принципиальная схема конструкции станка НКР —100:

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

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.

**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.

Буровой породоразрушающий инструмент представляет собой шарошечное долото, выполненное из корпуса и шарошек, свободно вращающихся на цапфах. Шарошка является рабочей частью долота и представляет собой конус, на поверхности которого расположены зубки. Последние при перекатывании 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.

## Лекция № 10 ПОГРУЗОЧНЫЕ МАШИНЫ

### Классификация погрузочных машин

На угольных и рудных шахтах погрузочные машины предназначены для механизации процесса погрузки отделенной от массива буровзрывным способом горной массы в транспортные средства при проведении подземных подготовительных выработок, а также при очистных работах при камерно-столбовой системе разработки руд.

По принципу работы погрузочные машины могут быть периодического действия с ковшовым погрузочным органом и непрерывного действия с нагребными лапами. Машины *периодического* действия работают по принципу захвата горной массы периодически, т.е. через определенные интервалы времени и машинист управляет каждым циклом захвата. У машин *непрерывного* действия захват горной массы осуществляется через более короткие интервалы времени, машина после пуска работает в автоматическом режиме и машинист не управляет захватом каждой порции груза.

В погрузочных машинах периодического действия применяют в основном ковшовый исполнительный орган, реже грейферный и гребковый, а в машинах непрерывного действия — парные нагребные лапы для кусковатой горной массы, барабанно-лопастной рабочий орган для липких горных пород. Ранее в конструкциях погрузочных машин непрерывного действия применялись исполнительные органы гребково-роторные, ковшово-элеваторные с нагребными цепными барами и рифлеными дисками.

По способу захвата отделенной от массива горной массы выпускаемые в настоящее время машины бывают нижнего или бокового захвата. По способу захвата горной массы различают погрузочные машины с *нижним захватом* — в основном почти все типы ковшовых погрузочных машин; *верхним захватом* — некоторые типы ковшовых машин, машин с нагребными лапами и гребковым рабочим органом; *боковым захватом* — погрузочные машины с парными нагребными лапами.

По способу передачи груза на транспортное средство — с прямой задней и боковой погрузкой (ковшовые машины) и со ступенчатой задней погрузкой (ковшовые машины и машины с нагребными лапами и ленточным или скребковым конвейером для подачи горной массы от нагребных лап в транспортное средство), когда горная масса перегружается на передаточный конвейер, расположенный на самой погрузочной машине.

По способу разгрузки ковшовые погрузочные машины разделяют на три типа: с *задней*, *боковой* и *фронтальной* разгрузкой ковша.

Привод погрузочных машин обычно пневматический или электрический с питанием по шлангу или кабелю, а механизм перемещения — колесно-рельсовый или гусеничный, реже пневмошинный.

## Лекция № 11 ВНУТРИШАХТНЫЙ ТРАНСПОРТ

### 1. Общие сведения о внутришахтном транспорте.

*Транспортные установки рудников* служат для перемещения горной массы от забоев до поверхности, а в обратном направлении — породы для закладки выработанного пространства, крепи, оборудования и материалов. Все эти грузы перемещаются различными *способами и средствами: под действием собственного веса, самоходными машинами, скреперными установками, конвейерами, в вагонах электровозами или лебедками*. Кроме грузовых операций, на транспортных установках перевозят людей от ствола до забоя и обратно. Транспортирование осуществляется по горизонтальным, наклонным и вертикальным выработкам. Большая разветвленность транспортной сети связана с одновременной работой значительного числа забоев на разных горизонтах.

### 2. Классификация транспортных установок

В зависимости от места функционирования транспортных машин различают *подземный транспорт, транспорт на поверхности* (строительной площадке и до отвалов) и *внешний*, предназначенный для доставки материалов и оборудования от заводов-изготовителей до строительной площадки.

Подземный транспорт разделяют на *участковый*, служащий для доставки грузов между забоями и основным горизонтом шахты, и *магистральный* — для доставки грузов от участковых транспортных средств до околоствольного двора. Транспорт грузов от околоствольного двора на поверхность по наклонным или вертикальным выработкам называют *подъемом*.

В зависимости от вида транспортируемых грузов различают транспорт *основной*, предназначенный для перемещения породы из забоя и добываемого полезного ископаемого, и *вспомогательный*, обеспечивающий перемещение в подготовительный забой различных материалов, оборудования и людей.

Транспортные машины рудников можно классифицировать по принципу действия, способу перемещения груза и грузонесущего органа, конструкции тягового органа и способу передачи тягового усилия, длительности работы на одном месте, конструктивному выполнению.

В зависимости от **конструктивного исполнения и способа транспортирования** различают следующие виды транспорта:

- *локомотивный по рельсовым путям,*
- *конвейерный* (включая конвейерные перегружатели),
- *самоходный,*
- *канатный* (с канатной тягой по наземным рельсам или подвесным канатным путям),
- *скреперный,*
- *гравитационный,*
- *трубопроводный* (гидравлический или пневматический),
- *монорельсовый подвесной.*

### Принцип действия и виды гравитационного транспорта

Транспортирование грузов под действием собственного веса происходит при скатывании или сползании груза по наклонной плоскости или свободном падении по вертикали.

Транспорт насыпных грузов под действием собственного веса широко применяют на рудных и угольных шахтах при добыче полезных ископаемых, при закладочных работах, при проведении восстающих выработок, в технологических комплексах поверхности шахт, а также для доставки в подземные выработки по трубам бетонной, а по скатам — леса и других вспомогательных грузов.

Самотечное транспортирование (гравитационный транспорт) под действием собственного веса в подземных условиях применяется как в очистных забоях на крутых и наклонных залежах, так и в специально пройденных наклонных и вертикальных выработках (рудоспусках). Гравитационный транспорт характеризуется динамичностью грузопотока, так как при скатывании по наклонной плоскости, а также при вертикальном падении (рудоспуск) отдельные куски ископаемого, имеющие разные размеры, форму и массу, сталкиваются друг с другом или перекатываются. Поэтому средняя скорость перемещения грузопотока отличается от скорости скатывания одиночных кусков.

#### **Способы самотечного транспортирования по наклонным и вертикальным плоскостям**

Самотечный транспорт осуществляют по почве, деревянному настилу, металлическим листам, плоским или отбортованным открытым или закрытым металлическим желобам, трубам, винтовым и каскадным спускам.

Гравитационный транспорт возможен практически при следующих углах наклона: порода или уголь по почве —  $35...38^\circ$ ; руда по почве —  $50...55^\circ$ ; уголь по стальным листам —  $17...25^\circ$ ; руда по стальным листам —  $35...45^\circ$ .

#### **Конструкции люков и питателей**

Погрузочные люки по их устройству подразделяют на две группы: с затворами и вибрационные.

**В люках с затворами** движение руды при загрузке ее в транспортные сосуды происходит под действием силы тяжести при открывании затвора.

Выбор типа люка зависит от количества руды, которое должно быть выпущено через него, необходимого срока службы, гранулометрического состава выгружаемой руды, размеров откаточной выработки и способа ее крепления, вместимости и размеров откаточного сосуда.

#### **Пневматические и гидравлические транспортные установки.**

##### **Способы перемещения груза в гидро- и пневмотранспортных установках, область их применения.**

Пневматические и гидравлические транспортные установки, в которых материал перемещается по трубам в потоке воздуха или жидкости, относятся к транспортным устройствам непрерывного действия. Этот вид транспорта часто называют трубопроводным.

Принцип действия пневматических и гидравлических транспортных установок основан на использовании свойств потока газа или жидкости оказывать давление на

помещенные в них тела, а при соответствующей скорости поддерживать их во взвешенном состоянии и перемещать.

Гидро- и пневмотранспортные установки на предприятиях горной промышленности применяют для транспортирования и подъема на поверхность угля, руд и других полезных ископаемых, а также для доставки закладочных материалов с поверхности в выработанное пространство.

На рис.1 приведены классификация и принципиальные схемы гидротранспортных установок, применяемых в горной промышленности.

Принцип создания напора	Тип	Схема
Гравитационные	с наклонными желобами (канавками)	
	с вертикальным участком трубопровода	
С искусственным напором	с пульпонасосом	
	с насосом и питателем	
	гидроэлеватор	
	эрлифт	

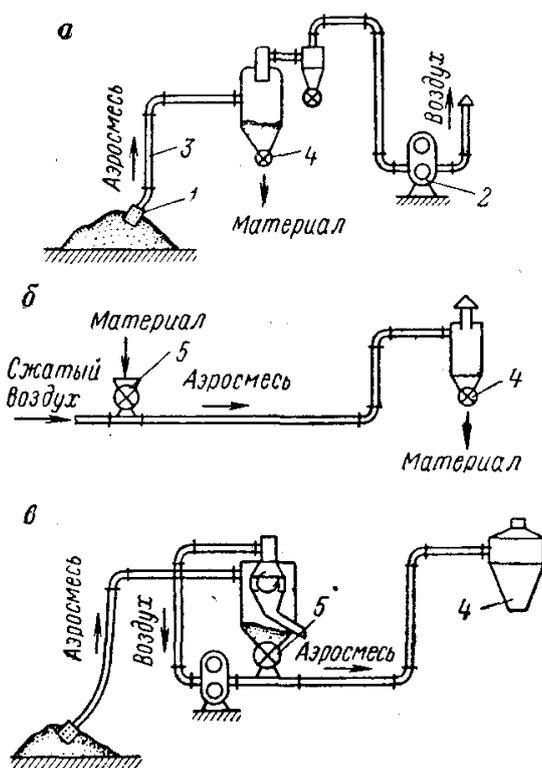


Рис. 2. Принципиальные схемы пневмотранспортных установок: а — всасывающая; б — нагнетательная; в — всасывающе-нагнетательная; 1 — всасывающий наконечник; 2 — компрессор; 3 — трубопровод; 4 — грузоотделитель; 5 — закладочная машина.

## Лекция № 12 ЛОКОМОТИВНЫЙ ТРАНСПОРТ

### Общие сведения о локомотивном транспорте

**Локомотивный транспорт** является основным видом транспорта на шахтах горнодобывающей промышленности и служит для перевозки основных и вспомогательных грузов, перевозки людей и производства маневровых работ. Локомотивная откатка применяется в выработках с уклоном до  $5^\circ/\text{оо}$ .

Применяются следующие **виды локомотивов**:

- **аккумуляторные и контактные электровозы постоянного тока**;
- **электровозы переменного тока повышенной частоты с бесконтактным съемом энергии с питающей линии** (неправильно называемые «высокочастотными электровозами»);
- **инерционные локомотивы (гировозы)**;
- **дизелевозы**.

Шахтные **локомотивы** имеют следующие **виды исполнения**: **рудничное нормальное РН** (контактные электровозы); **рудничное повышенной надежности РП** (аккумуляторные электровозы и электровозы переменного тока); **рудничное взрывобезопасное РВ** (гировозы, взрывобезопасные аккумуляторные электровозы, взрывобезопасные дизелевозы). Область применения локомотивов различных уровней взрывозащиты определяется ПБ.

По *сценному весу* локомотивы подразделяют на: *легкие* – до 50кН, *средние* – 50-140кН, и *тяжелые* свыше 140 кН.

### Основные узлы устройства контактных и аккумуляторных электровозов

Электровоз включает в себя:

- *механическое оборудование*: в которое входят рама, ходовая часть, рессорное подвешивание, тормозная система, песочная система;
- *пневмооборудование*: состоит из компрессора с электродвигателем от которого работает пневмопривод тормозов, песочницы, пневмосигнал и токоприемник;
- *электрическое оборудование*, состоящее из тяговых двигателей, источника питания и пускорегулирующей аппаратуры.

Оборудование контактных и аккумуляторных электровозов принципиально одинаково, за исключением источника питания и подвода энергии.

## Лекция № 13

### СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ЛОКОМОТИВНОГО ТРАНСПОРТА

#### Электровозы бесконтактные переменного тока повышенной частоты

*Бесконтактные электровозы переменного тока повышенной частоты* предназначаются для откатки по магистральным выработкам шахт, опасных по газу или пыли, где разрешена эксплуатация локомотивов повышенной надежности.

*Принцип действия* электровоза основан на *передаче энергии* от тяговой сети к локомотиву без электрического контакта *за счет электромагнитной индукции*. *Генератор* высокой частоты (5000 Гц) питает *высокочастотный кабель*, уложенный между рельсами или подвешенный над путями. *Энергоприемник* электровоза состоит из ферромагнитного сердечника и нескольких витков медных жил. *Тяговая сеть и энергоприемник* локомотива образуют *трансформатор*, первичной обмоткой которого является тяговая сеть, а вторичной—энергоприемник.

#### Инерционные локомотивы

*Инерционные локомотивы (гировозы)* предназначены для откатки вагонеток по вентиляционным выработкам сверхкатегорных шахт, а также по выработкам шахт, опасных по внезапным выбросам угля или газа или по суфлярным выделениям метана. Для движения их используется кинетическая энергия вращающегося маховика.

Для *раскручивания* (зарядки) *маховика* (массой 1,5-3т с частотой вращения  $500\text{ с}^{-1}$ ) используется *пневматический двигатель*, питающийся от воздушной магистрали сжатым воздухом давлением не менее 0,4 МПа. Редуктор соединен с пневмодвигателем при помощи промежуточного вала и системы эластичных муфт. Раскручивание маховика осуществляется через *зубчатую передачу от пневмодвигателя*, подключаемого периодически к пневмосети, проложенной вдоль откаточной выработки. Передача энергии от вращающегося *маховика к колесным парам* осуществляется через многоступенчатую *понижающую зубчатую и цепные передачи*.

#### Дизелевозы

*Рудничные дизелевозы* изготавливаются в нормальном и взрывобезопасном исполнениях и поэтому могут применяться в условиях, опасных по газу или пыли. Важными преимуществами дизелевозов перед другими подземными локомотивами являются автономность работы, отсутствие вспомогательных зарядных и преобразовательных установок, меньшая чувствительность к толчкам и перегрузкам.

Однако дизелевозы конструктивно сложны и требуют квалифицированного и систематического ухода.

**Дизельгидравлический шахтный напочвенный локомотив** представляет собой буксирное транспортное средство, предназначенное для горизонтальной рельсовой транспортировки людей и грузов в шахтах с наличием угольной пыли и метана.

**Дизелевоз** состоит из трех частей: **двух кабин** и промежуточной секции - **машинного отделения**. Конструкция кабин обеспечивает водителю все удобства, хороший обзор рельсового пути, защищает его от травм и позволяет выходить в обе стороны. Обе кабины, оснащенные управляющими, контрольными и защитными приборами, можно снять при перевозке дизелевоза под землю.

Силовой единицей является **четырёхтактный дизельный двигатель** с водяным охлаждением и косвенным впрыском топлива. Двигатель заводится с помощью пневматического стартера низкого давления. Передачу мощности **от ДВС** к осям **ходовых колес** обеспечивает **гидравлическая система передачи** с автоматической регулировкой мощности через взаимно соединенные механические коробки передач, расположенные на осях. **Гидравлическая система передачи** обеспечивает плавное трогание с места с возможностью использования максимального крутящего момента, плавное изменение выходных параметров дизелевоза при постоянных входных параметрах ДВС, выгодные динамические свойства, полную защиту ДВС от перегрузок и действенное торможение дизелевоза.

## Лекция № 14 ШАХТНЫЕ ОТКАТОЧНЫЕ СОСУДЫ

### Общие сведения о рудничных вагонетках

В зависимости от назначения **рудничные вагонетки** разделяют **на грузовые** для транспортирования насыпных грузов, **пассажирские** — для перевозки людей и **специальные** — для доставки различных вспомогательных грузов.

**Грузовые вагоны** служат для перевозки полезного ископаемого, пустой породы, оборудования и крепежных материалов. **Людские вагоны** предназначаются для перевозки людей по горизонтальным и наклонным выработкам. **Вагоны специального назначения** применяют для перевозки противопожарного инвентаря, взрывчатых материалов, смазки, воды.

**Основными частями** грузовых вагонеток для перевозки горной массы (рис. 1), являются **кузов 1, рама 2, полускат 3, подвагонный упор 4, буфер 5 и сцепка 6**.

**Грузовые вагонетки** можно классифицировать по выполнению кузова:

1. **с глухим, жестко закрепленным на раме вагонетки кузовом** (тип ВГ) с разгрузкой в круговых опрокидывателях;
2. **с кузовом, снабженным откидными днищами** (тип ВД и ВДК) с разгрузкой через днище;
3. **с кузовом, шарнирно закрепленным на раме и поднимающимся откидным бортом** (тип ВБ) с разгрузкой при наклоне кузова и подъеме борта;
4. **с глухим опрокидным кузовом** (тип ВО) с разгрузкой при опрокидывании кузова.

5. *саморазгружающимся кузовом с донным конвейером* для загрузки и разгрузки (тип ВПК).

#### **Вагонетки вспомогательного транспорта и специального назначения**

К шахтным вагонеткам *вспомогательного* транспорта относятся вагонетки для *перевозки людей* по горизонтальным и наклонным выработкам, *лесных материалов, арочной крепи, кабеля и каната, секции секционного поезда для перевозки людей* по горизонтальным выработкам и др.

### **Лекция № 15**

## **ТЕХНОЛОГИЯ УКЛАДКИ И УСТРОЙСТВО РЕЛЬСОВОГО ПУТИ**

### **Основные элементы и строение рельсового пути**

Шахтный, *рельсовый путь* состоит из нижнего и верхнего строений. К нижнему строению пути относятся *почва выработки и водоотводные устройства*. К основным элементам *верхнего строения* относятся *балластный слой, шпалы, рельсы со скреплениями и противоугоны*. К верхнему строению относятся также *стрелочные переводы, съезды и брусья*.

*Назначение верхнего строения пути* — воспринимать и передавать нагрузку от колес ходовой части подвижного состава на почву выработки, а также направлять движение колес ходовой части.

*Назначение нижнего строения пути* — воспринимать нагрузку от верхнего строения пути и обеспечивать устойчивое его положение в продольной, поперечной и вертикальной плоскостях, а также отводить воду от почвы выработки.

*Ширина рельсовой колеи*, определяемая расстоянием между внутренними гранями головок рельсов равна для шахт и рудников горной промышленности **600, 750 и 900 мм**.

При укладке рельсового пути *рельсы* между собой соединяются *накладками и закрепляются болтами*. Рельсы опираются на шпалы через *подкладки*, увеличивающие площадь опорной поверхности рельса. Применяют в основном клинчатые подкладки, которые придают рельсам уклон внутрь колеи (подуклон), равный конусности колес подвижного состава обеспечивая тем самым большую его устойчивость и меньший износ рельсов и колес.

### **Технология укладки рельсового пути**

*Рельсовые пути* в зависимости от назначения и времени нахождения на одном месте разделяют на *временные*, укладываемые после уборки горной массы вслед за продвижением забоя (не далее 25 м от забоя). И *постоянные*, укладываемые взамен временных на длительный период эксплуатации.

*Укладку постоянных путей* производят в следующем порядке:

Вначале *маркшейдер* разбивает ось пути и устанавливает *реперы на стенке* выработки *через каждые 10—15 м на высоте 1 м* от уровня головки рельсов. Затем производят *планировку почвы* выработки, раскладывая шпалы перпендикулярно к оси выработки.

*Концы шпал, обращенные к проходу для людей, располагают по шнуру*.

*Рельсы, уложенные на подкладки с зазором между концами 3—4 мм, соединяют между собой накладками и скрепляют болтами*.

*После соединения рельсов нить*, расположенную ближе к *шнуру*, пришивают к *шпалам костылями*, затем *по путевому шаблону* пришивают *вторую нить* с допуском на *уширение* колеи 4 мм, а на *сужение* — до 2 мм. Перед забивкой костылей в деревянных шпалах засверливают отверстия диаметром на 4 мм меньше диаметра костыля.

После проведения *рихтовки рельсового пути* пространство между шпалами (*шпальные ящики*) *засыпают балластом* и *поднимают путь домкратами* до проектного уровня, подгребают под шпалы балласт и подбивают его подштопками и подбойками. *Шпалы заглубляют* в балласт на *2/3 их высоты*. Балласт разравнивают и устанавливают балластную призму, величина плеча которой при деревянных шпалах составляет 10 см, при железобетонных — 15 см.

*После подбивки балласта* производят окончательную *рихтовку пути*, которая заключается в передвижке рельсовых ниток *до придания им строгой прямолинейности*. Для *проверки уклона пути* используют *ватерпас*, расположения *головок двух параллельных ниток рельсов* на одном горизонтальном *уровне* — *рейку с уровнем, ширины колеи* — *шаблон*.

### Путевое оборудование для обмена вагонеток

При проведении выработок и загрузке погрузочной машиной одиночных вагонеток необходимо выполнение операций по обмену груженых вагонеток на порожние. Откатку вагонеток при обмене производят вручную, локомотивами, маневровыми лебедками, а для сокращения времени обмена вагонеток применяют различное путевое оборудование.

В зависимости от времени использования различают *временное путевое оборудование*, которое располагают непосредственно у забоя и продвигают вслед за продвижением подготовительного забоя, и *стационарное путевое оборудование*, устанавливаемое периодически *через 50—100 м и более*. По отношению к рельсовому пути, по которому производят откатку при обмене вагонеток, различают накладные, врезные и рамные конструкции путевого оборудования.

*Передвижное временное путевое оборудование* располагают *на расстоянии 20—25 м от забоя* и накладывают на рельсовый путь. К ним относятся *накладные стрелки, накладные плиты-разминовки и съезды, поперечные роликовые перекатные платформы*.

## Лекция № 16

### САМОХОДНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ.

#### Общие сведения о самоходных машинах

*Самоходные транспортные машины* - используют для доставки горной массы от забоев к рудоспускам и откаточным штрекам или к блоковым конвейерным штрекам в пределах выемочного участка от погрузочной машины до рудоспуска; от забоев до ствола или на поверхность. Кроме того, самоходные транспортные машины все более широко применяют в качестве машин вспомогательного назначения для доставки различных грузов и перевозки людей.

На подземных горных работах применяются следующие *типы самоходных транспортных машин*:

- 1. ковшовые погрузочно-транспортные машины;*
- 2. ковшово-бункерные погрузочно-транспортные машины;*

**3. автосамосвалы и самосвальные автопоезда;**

**4. шахтные самоходные вагоны.**

Самоходные транспортные машины оснащаются *дизельным, электрическим и пневматическим приводом.*

### **Ковшовые погрузочно-транспортные машины**

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-транспортные машины ПД** предназначены для *погрузки* горной массы насыпной плотностью *до 2 т/м<sup>3</sup>* в другое транспортное средство или доставки ее в ковше к месту погрузки по горным выработкам с предельным *углом подъема 18°* при ведении очистных и подготовительных работ в шахтах, не опасных по газу и пыли. Эти машины могут также использоваться и для выполнения различных вспомогательных работ.

Погрузочно-транспортные *машины ПД* представляют собой *ковшовый погрузчик нижнего черпания* на пневмошинном шасси, с дизельным или электрическим приводом.

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..

### **Подземные автосамосвалы**

**Автосамосвалы** с дизельным приводом получили широкое распространение для доставки горной массы по подземным горным выработкам рудников горнорудной промышленности.

**Конструктивная схема автосамосвалов типа МоАЗ** — *шарнирно-сочлененная рама*, обеспечивающая высокую маневренность. *Автосамосвал* состоит из *одноосного тягача 1* и соединенного с ним шарнирной системой *2 полуприцепа 3* с самосвальной *разгрузкой назад*, осуществляемой гидроцилиндрами *4*.

## **Лекция № 17 СКРЕПЕРНЫЕ УСТАНОВКИ**

### **Принцип действия и схемы скреперования**

Принцип действия скреперных установок основан на перемещении груза по почве скрепером с помощью скреперной лебедки, канатов и системы блоков.

Во время работы скрепер совершает возвратно-поступательные движения. Движение скрепера от забоя (рабочий ход) осуществляется головным канатом, на забой (холостой ход) — хвостовым канатом. При рабочем ходе скрепер, внедряясь в штабель разрыхленной горной массы, самозагружается и транспортирует груз волочением по почве до места разгрузки в рудоспуск или в вагонетку.

Наибольшее распространение получили скреперные установки в подземных рудниках черной и цветной металлургии для доставки дробленой руды из очистных забоев в штреках и ортах скреперования и для уборки взорванной горной массы при проходке горизонтальных и наклонных выработок с уклоном до 30°. Доставка горной массы в подземных условиях производится, в основном, на грохот или полук по прямой или переменной трассе с помощью двух- и трех барабанных лебедок. Длина доставки составляет от 5 до 100 м.

В зависимости от горно-геологических условий средняя производительность составляет 150—300 т/смену, максимальная — 700—800 т/смену. Транспортироваться могут любые кусковые грузы размером до 1000 мм, насыпной плотностью до 3 т/м<sup>3</sup>.

## **2. Устройство скреперных установок**

Основными элементами скреперной установки являются скрепер, лебедка, канаты и блоки.

## **Лекция № 18 КОНВЕЙЕРНЫЙ ТРАНСПОРТ**

### **Области применения конвейерного транспорта**

Основная область применения конвейеров — транспортирование массовых грузов: полезного ископаемого, породы от проходки подземных выработок, в ряде случаев — закладочных материалов.

В значительной степени распространению конвейеризации способствует широкий диапазон технических параметров средств конвейерного транспорта:

производительность от 150 до 1500 т/ч, а в ряде случаев свыше 3000 т/ч; длина от 200 до 3000 м и более в одной установке; способность эффективно работать при наклонах от  $-16^\circ$  до  $+18^\circ$ , а в случае принятия специальных мер — до  $\pm 25^\circ$ .

Современные конвейерные установки разделяют:

по назначению и месту установки в шахте: на забойные, штрековые, уклонные, бремсберговые, магистральные, подъемные и специального назначения (проходческие, бункерные, питатели, перегружатели и др.);

по типу тяговых органов: с цепным, ленточным и канатным тяговыми органами; без тяговых органов;

по конструкции: скребковые, пластинчатые, ленточные, ленточно-канатные, ленточно-цепные, качающиеся, вибрационные, винтовые;

по роду потребляемой энергии: электрические, пневматические, гидравлические, электромагнитные.

Все конвейерные установки состоят из следующих основных частей: тягового органа, грузонесущих элементов, приводного устройства и вспомогательного оборудования.

### **Виды конвейерного транспорта**

**Ленточные конвейеры.** В ленточных конвейерах лента с лежащим на ней грузом перемещается по стационарным роlikоопорам и служит одновременно грузонесущим и тяговым органом.

Подземные ленточные конвейеры разделяют на уклонные, штрековые (горизонтальные или слабонаклонные) и бремсберговые. Хотя указанные типы конвейеров могут иметь значительную степень унификации, каждому из них свойственны некоторые характерные черты.

Ленточные конвейеры, используемые в подземных условиях, имеют следующие основные параметры: ширина ленты 800 — 1200 мм, реже 1600 и 2000 мм; производительность от 50 до 1100 т/ч (для дробленой руды до 6000 т/ч) при скорости перемещения ленты 0,8—3,15 м/с, длина в одном ставе до 2000—2500 м.

## **Лекция № 19** **СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ КОНВЕЙЕРОВ**

**Скребковые конвейеры.** Транспортирование насыпных грузов скребковыми конвейерами осуществляется волочением по неподвижному желобу с помощью тягового органа, состоящего из одной или нескольких цепей с укрепленными на них перегородками-скребками, погруженными в слой насыпного груза. Скребковые конвейеры, предназначенные для доставки руды, перемещают груз с помощью скребкового тягового органа непосредственно по почве или по специальному настилу.

Наибольшее распространение скребковые конвейеры получили при доставке полезного ископаемого по очистному забою.

Современные скребковые конвейеры имеют производительность, достигающую 570 т/ч, длину става до 300 м и суммарную мощность приводных станций до 275 кВт. Максимальный угол наклона, при котором скребковые конвейеры могут транспортировать насыпные грузы, достигает 20°, а для тормозных конвейеров — 40°. При больших углах наклона начинается пересыпание груза через скребки.

**Пластинчатые конвейеры.** В пластинчатых конвейерах функции тягового и грузонесущего органов разделены. Для передачи тягового усилия применяют пластинчатые или кольцевые сварные цепи. Грузонесущий орган состоит из соединенных между собой пластин. В подземных условиях пластинчатые конвейеры могут применяться на всех звеньях транспортной цепочки от забоя до околоствольного двора. Пластинчатые конвейеры способны перемещать насыпные грузы практически любой крупности и крепости, исключая мелкозернистые и пылевидные материалы, а также могут быть использованы для доставки крепежных материалов и оборудования.

Сравнительно невысокая производительность пластинчатых конвейеров (серийные модели для угольных шахт имеют максимальную производительность 750 т/ч) объясняется малой скоростью движения пластинчатого полотна (до 1,06 м/с, в исключительных случаях — до 1,5 м/с).

## **Лекция № 20** **МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

В зависимости от горно-геологических условий, назначения и сроков службы выработки крепятся *деревянной крепью, металлической арочной или анкерной крепью и монолитной бетонной или железобетонной крепью.*

Возведение шахтной крепи является трудоемким и дорогостоящим процессом, занимающим до 25% общей длительности проходческого цикла при 30—45% общей стои-

мости проведения шахтной выработки. Элементы шахтной крепи громоздки и обладают значительной массой, а их монтаж в выработках небольшого сечения неудобен и трудно поддается механизации, что приводит к большим затратам времени на крепление выработок, резко снижая скорость и увеличивая стоимость проходки.

**Горные машины, предназначенные для возведения различных видов постоянной крепи** при проведении горизонтальных и наклонных выработок, называются **машинами для возведения крепи или крепеукладчиками**. Одним из основных требований, предъявляемых к таким машинам, является возможность их применения без осложнения или нарушения проходческого цикла. Это связано со стесненностью пространства проходческого забоя, в котором находится различное проходческое оборудование и машины, чем работа последних должна быть согласована с работой машин без возведения крепи и не затруднять их эксплуатации.

Применяемые в настоящее время в горной промышленности **машины для возведения крепи** можно **классифицировать**:

**по назначению**: для возведения разборной крепи, состоящей из отдельных, заранее заготовленных элементов, и для возведения неразборной крепи — монолитной бетонной и анкерной;

**по способу перемещения** : на самоходные и несамоходные;

**по типу привода**: на оборудованные ручным, электрическим, пневматическим и комбинированным приводом.

**Монтаж разборной крепи** включает в себя **подъем отдельных ее элементов, подачу их к месту установки, установку и поддержание** вплоть до прикрепления к остальным элементам. **Крепеукладчики** могут быть **универсальными или предназначенными для одного какого-либо вида крепи**, например для трапециевидных выработок с трехэлементным креплением деревянными, железобетонными или металлическими стойками (верхняя и боковые стойки), арочной металлической или железобетонной крепи, а также для блочного крепления из металлических, бетонных или каменных блоков.

**Крепеукладочные машины**, предназначенные для возведения разборной крепи, обычно **выполняются кранового типа — переносными, с размещением ходовой тележки под кровлей выработки (подвесные), под стенкой выработки на одном рельсе (велосипедные) и на почве выработки с порталом (портальные) или с тележкой**.

Для **установки анкерной крепи** в горной породе выбуриваются шпуровые или скважины, в которые вставляются и расклиниваются анкерные болты или штанги. Затем производится затяжка гаек анкерных болтов, каждым из которых крепится некоторый участок горной породы.

Таким образом, **при анкерном креплении** необходимо **обеспечить бурение шпуров, подачу анкеров в шпур, расклинивание и затяжку гаек**, а также (при извлечении крепления) **развинчивание гаек и выдергивание анкерных болтов**. Поскольку бурение шпуров и скважин производится с помощью **бурильных машин**, развивающих значительный крутящий момент, зачастую последние **оборудуют дополнительными приспособлениями для затяжки гаек анкерной крепи с определенным крутящим моментом**. Последнее представляет значительное удобство, так как дает возможность использовать уже имеющиеся в забое бурильные машины, самоходные буровые установки, полки для бурения кровли выработок большого сечения или камер. При этом в качестве **вспомогательного оборудования** используются **пневмосболчиватели, динамометрические ключи, насадки-сболчиватели, установочные и выдергивающие муфты**. Комплекс оборудования, состоящий из пневмосболчивателя ПИ-35, ключа М-40 и насадки М-35, может использоваться и с большинством серийно выпускаемых бурильных машин и крепеукладчиками.

Машины, предназначенные для возведения монолитной бетонной крепи, подразделяют на работающие без опалубки и с опалубкой.

**Машины для крепления выработок бетоном без опалубки**

При проведении выработок в относительно устойчивых породах с коэффициентом крепости более 4—5 применяют нанесение на их стенки без опалубки нескольких слоев бетона толщиной по 4—7 см методом набрызга. **Набрызг-бетон состоит из смеси цемента марки не ниже 400, гравия или щебня крупностью до 20—25 мм, песка, ускорителя твердения и воды.** Наносимый на поверхность пород специальными машинами набрызг-бетон в зависимости от условий применения может служить самостоятельной крепью, предохранительной отделкой или применяться в комбинации с анкерной крепью, металлическими сетками и металлической крепью. Применение набрызг-бетона для безопалубного крепления позволяет снизить стоимость сооружения горных выработок на 18—25% и повысить производительность труда на 40%.

Машины для нанесения набрызг-бетона и торкретирования по конструктивному исполнению разделяют на камерные, роторные и шнековые. **Для нанесения набрызг-бетона под давлением на бетонируемую поверхность могут применяться машины БМ86,** производительностью 5...6,5 м<sup>3</sup>/ч, дальность подачи 300 м, высота подачи 100 м.

**Машины для крепления выработок бетоном, с применением опалубки** Для возведения **монолитной крепи толщиной 20—50 см** из бетона марки М100— М200 (в основном в камерах и выработках околоствольных дворов) на закрепляемом участке выработки **делается опалубка, за которую подается бетон.** После твердения бетона опалубка снимается и переносится на новое место.

При **механизированном возведении монолитной бетонной крепи** применяют **передвижную опалубку и механизм для подачи бетона за опалубку.** В частности, в качестве механизмов для приготовления бетона и подачи его за опалубку **могут использоваться машины типа БМ, специальные бетононасосы и укладчики бетона.** Бетононасосы отличаются от пневматических бетономашин меньшей скоростью движения смеси и лучшим ее качеством, меньшим износом трубопроводов, более стабильной работой и более низкой стоимостью работ. (Бетоносмеситель БПШ, бетононасос БН-1.)

## Лекция № 21

### МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ЗАРЯЖАНИЯ ШПУРОВ И СКВАЖИН

#### Зарядные устройства и машины для заряжания шпуров и скважин в подземных горных выработках

По **принципу действия** механизмы для заряжания россыпными гранулированными ВВ шпуров и скважин подразделяются на **эжекторные, камерные (нагнетательные и комбинированные) и барабанные.**

**Эжекторные зарядчики «Курама-7», «Курама-8» (ЭЗП-7 и ЭЗП-8)** предназначены для заряжания россыпными ВВ горизонтальных, наклонных и вертикальных («Курама-8») шпуров диаметром от 34 до 56 мм. Зарядчики состоят из открытого бункера, эжектора, клапанного устройства и зарядной трубки.

**Зарядчики нагнетательного типа** предназначены для заряжания шпуров и скважин диаметром до 105 мм и состоят из цилиндрического корпуса, загрузочной воронки, запорного устройства, обеспечивающего герметичность камеры, регулятора давления и зарядного шланга.

**Нагнетательные порционные зарядчики типа ЗП** с дозирующим устройством конструкции Казахского политехнического института им. В. И. Ленина предназначены для заряжания шпуров и скважин любого направления. Порционные зарядчики типа ЗП конструктивно состоят из загрузочного устройства (бункера), камеры дозирования подающей порцию ВВ в зарядный шланг. Конструкции загрузочного устройства различаются по способу подачи ВВ в зарядчик.

*Камерные зарядные аппараты КНВВ (насос) и КЗВВ (зарядчик)* конструкции института «Гипроникель» имеют плоское днище, Трубки для подвода воздуха и вращающийся на валу грибовый азратор. Для обеспечения герметичности камера снабжена шаровым затвором с загрузочной воронкой. Внутри по центру камеры под трубками установлена разгрузочная труба с оканчивающейся снизу воронкой, выходящей через верхнюю стенку камеры наружу. Снаружи на разгрузочной трубе установлен клапан-отсекатель с коробкой на поддуве воздуха в магистраль и полиэтиленовый прозрачный отрезок трубопровода, который служит для контроля концентрации транспортной смеси.

## **Лекция № 22**

### **ВЫЕМОЧНЫЕ КОМБАЙНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ ОЧИСТНЫХ РАБОТ**

#### **Общие сведения о выемочных комбайнах**

Выемочный комбайн — комбинированная горная машина, обеспечивающая одновременно механизацию отделения полезного компонента от забоя, его разрушение и погрузку на транспортную машину.

Выемочные комбайны работают по цикличной технологии, обрабатывая очистной забой заходками определенной ширины при одновременном перемещении вдоль забоя по односторонней или челноковой схеме выемки. В конце пути в зоне сопряжения со штреками выполняется цикл вспомогательных операций, способствующий началу выемки очередной полосы. В связи с этим комбайн имеет исполнительно-погрузочный орган, механизм, обеспечивающий перемещение машины вдоль забоя, а также дополнительные средства для подавления пыли в очистном пространстве. Управление механизмами комбайна возможно как с пульта, расположенного непосредственно на машине, так и вынесенного за пределы очистного пространства в подготовительную выработку специального устройства.

Ввиду разнообразия горно-геологических условий разработки месторождений полезных ископаемых отмечается и разнообразие конструкций и технических решений очистных комбайнов.

В зависимости от направления выемки и перемещения комбайна различают фланговые и фронтальные конструкции. Фланговые комбайны перемещаются вдоль длинных забоев, обеспечивая выемку полосы угля определенной ширины, при этом отработка и продвижение лавы производится перпендикулярно направлению движения комбайна. Это основной тип комбайнов, применяемых на угольных шахтах. Фронтальные комбайны обеспечивают выемку всей полосы полезного ископаемого, при этом перемещение комбайна соответствует направлению движения фронта забоя. Такие комбайны нашли применение при разработке калийных и соляных месторождений полезных ископаемых камерными системами разработки.

Фланговые комбайны по ширине выемки за один проход вдоль лавы разделяют на широкозахватные (1.0 — 1.8 м) и узкозахватные (менее 1.0 м). В последнее время узкозахватные машины практически вытеснили широкозахватные. Переход на узкозахватную выемку связан с разработкой более прогрессивной и принципиально новой технологии ведения очистных работ.

*Основные технологические схемы механизации очистных работ.* Конструкция комбайнов непосредственно связана с требованием технологии ведения горных работ, технологическими схемами выемки полезных ископаемых.

Выемка пластовых (угольных) месторождений полезных ископаемых очистными комбайнами производится (в основном) по двум технологическим схемам: широкозахватной и узкозахватной.

Узкозахватная схема выемки основана на существенном уменьшении ширины захвата комбайна ( $B < 1.0$  м). В зависимости от мощности пласта и горногеологических условий разработки изготавливаются узкозахватные комбайны с шириной захвата 0.9; 0.63; 0.5 и даже 0.4 м. Резкое уменьшение ширины захвата обеспечило возможность размещения комбайна и конвейера непосредственно у груди забоя на одной машинной дороге. Это уменьшило допустимые обнажения в зоне выемки угля и позволило передвигать конвейер к забою механизированным способом по мере выемки угля, поддерживая необходимые обнажения кровли лишь консольными верхняками крепи. Непрерывность и последовательность выполнения основных операций выемки и одновременной передвижки конвейера обеспечила возможность челноковой работы комбайна без каких-либо простоев на выполнение вспомогательных операций, имеющих место при широкозахватной схеме выемки. Постоянное нахождение конвейера непосредственно у груди забоя и размещение на нем комбайна улучшило условия механизированной погрузки угля самим исполнительным органом комбайна без применения каких-либо дополнительных механических средств. Малая ширина захвата комбайна создала условия для разработки специальных крепей, передвигаемых механизированным способом вслед за подвиганием очистного забоя. Таким образом, с переходом на новую технологию узкозахватной выемки угля появляется возможность создания принципиально новых и более прогрессивных конструкций машин, работающих по схеме близкой к поточной технологии выемки угля, при которой исключается необходимость выполнения ранее описанной серии вспомогательных операций. Но переход на новую технологическую схему выемки угля требовал разработки принципиально новых конструкций машин, включая очистной комбайн, конвейер и механизированную крепь. Все это явилось основой для разработки и создания средств комплексной механизации очистных работ с развитием их в дальнейшем в агрегатированные и полностью автоматизированные варианты конструкций машин, предназначенных для выемки угля. Новые конструкции очистных комбайнов обеспечивали не только механизацию операций выемки угля, но и процесса подготовки ниш, что существенно снизило трудоемкость ведения очистных работ и повысило нагрузку на забой. В современных выемочных комплексах механизированы все операции технологического цикла: выемка, погрузка угля, его транспорт, крепление и управление кровлей. Резкое уменьшение ширины захвата комбайна и работа исполнительного органа в отжатой зоне пласта обеспечили существенное увеличение скорости движения комбайна вдоль забоя, что с лихвой компенсировало кажущееся снижение производительности за счет уменьшения ширины захвата комбайна за один проход. Постоянное совершенствование конструкции комплексов за счет увеличения мощности приводов комбайнов и повышения несущей способности крепи обеспечило реальные нагрузки на очистной забой до 10 и более тысяч тонн в сутки. Узкозахватные комбайны последних модификаций обеспечивают выемку угля при скоростях подачи 8.0 — 10.0 м/мин, против 1.0 — 2.0 м/мин широкозахватных машин. Кроме того, рост производительности узкозахватных комплексов существенно возрос за счет сокращения времени выполнения вспомогательных операций и более интенсивного использования дорогостоящего оборудования по его основному назначению — выемке полезного ископаемого.

### **Врубовые машины**

Врубовая машина предназначена для проведения дополнительной плоскости обнажения в очистном забое, разрушаемом буровзрывным способом. Дополнительная плоскость способствует более эффективному разрушению полезного ископаемого и точному оконтуриванию ширины захвата в пределах выемочного цикла. Ширина захвата (глубина подрубки щели), как правило, принимается равной 1.8 м (кратной паспорту крепления очистного забоя). В настоящее время применение этой технологии и использование врубовой машины крайне ограничены особыми условиями залегания

угольных пластов. Применение врубовых машин оправдано в условиях отработки пластов с горно-геологи-ческими нарушениями их залегания, а также при наличии пропластков высокой крепости. Промышленностью выпускается лишь один тип врубовых машин — «Урал-33».

### **Угольные струги.**

Угольный струг — выемочная машина струговой установки, в отличие от очистных комбайнов, разрушает уголь резанием с поверхности забоя вдоль линии напластования угля с постоянной или переменной (в зависимости от сопротивляемости угля резанию) глубиной резания (толщиной угольной стружки). По способу воздействия рабочего инструмента струга на разрушаемый массив угольного пласта струги могут быть статическими и динамическими.

В статических стругах передача энергии стругу для разрушения угля резанием осуществляется непосредственно замкнутой тяговой цепью привода, без каких либо преобразований.

В динамических стругах подводимая к стругу тем или иным способом энергия преобразуется в ударные импульсы, передающиеся на рабочий инструмент струга.

Наибольшее распространение в России и за рубежом получили струги статического действия, которые отделяют уголь от массива с помощью резов под действием усилия подачи, создаваемого гидроцилиндами

передвижения, и за счет усилий, передаваемых на струг тяговой цепью.

Как показывает опыт эксплуатации стругов, их применение наиболее целесообразно на пластах тонких и средней (не более 2 м) мощности. Сопротивляемость пласта резанию должна составлять не более 250 кН/м в стабильной (неотжатой) зоне и 110—125 кН/м в зоне работы режущего инструмента. Весьма благоприятны для работы стругов пласты угля с кливажем под углом 5—40° к линии забоя и эффективным отжимом угля под влиянием горного давления; спокойное залегание пласта.

### **Лекция № 23**

## **ОЧИСТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И АГРЕГАТЫ ДЛЯ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

### **Общие сведения и классификация**

Очистным механизированным комплексом называют группу взаимоувязанных машин, предназначенных для выемки, погрузки, транспорта полезного ископаемого в пределах очистного забоя, а также крепления и управления кровлей. Комплекс состоит из выемочной машины (комбайн, струговая установка), механизированной крепи и вспомогательного оборудования. Взаимосвязь машин предполагает технологическую и конструктивную связь оборудования, т.е. взаимосвязь в определенной последовательности выполнения операций и в конструктивном взаимодействии машин друг с другом (комбайн перемещается по ставу конвейера, конвейер по принципу передвижения к забою конструктивно увязан с крепью). Как правило, роль базовой конструкции в комплексе, определяющей направление и интервалы движения всех машин, выполняет став конвейера. Механизированная крепь принимает на себя до 90-95 % металлоемкости конструкции и, примерно, в той же пропорции измеряется её стоимость и трудоемкость технического обслуживания. Чем длиннее лава, тем больше доля участия механизированной крепи в этом балансе распределения.

В настоящий период выемочные комплексы являются основным средством механизации очистных работ на угольных шахтах как у нас в стране, так и за рубежом. С их помощью обеспечена выемка до 90 % общего объема угля в подземных условиях.

Выемочные агрегаты, так же как и комплексы представляют собой группу взаимоувязанных машин аналогичного назначения, но обеспечивающих поточную схему

выемки угля при дистанционном и автоматическом управлении всем оборудованием. Автоматическое и дистанционное управление требует жесткой агрегатной связи всех машин, обеспечивающей их строго заданное направление и расстояние передвижения. Поточная схема предполагает непрерывный процесс выемки угля в любой период времени при совмещении с ним выполнения всех остальных необходимых операций выемочного цикла.

Разнообразие условий эксплуатации машин диктует различие конструктивных решений очистных комплексов и агрегатов. Для лучшего усвоения материала введем классификацию комплексов.

По типу конструкций механизированных крепей и условиям их взаимодействия с боковыми породами различают комплексы с крепями поддерживающего; оградительно-поддерживающего; поддерживающе-оградительного и оградительного типов.

По принципу взаимосвязи между составляющими элементами и схеме передвижения — комплексы комплектной и агрегатной конструкции.

Комплексы могут работать с механизированной и индивидуальной металлической крепью. Индивидуальная крепь предполагает отдельное конструктивное выполнение призабойной, посадочных крепей и консольных верхняков, которые вручную переносятся и устанавливаются вслед за продвижением забоя. Механизированная крепь не имеет четкого распределения на призабойную и посадочную крепь, выполнена как единая конструкция, имеющая возможность перемещения вслед за продвижением забоя механическим способом без потери кинематической связи между составляющими элементами.

## **Лекция № 24**

### **ПРОХОДЧЕСКИЕ КОМБАЙНЫ.**

#### **ПРОХОДЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И НАКЛОННЫХ ВЫРАБОТОК**

##### **Общие сведения и классификация**

Проходческие комбайны предназначены для механизированного проведения подготовительных выработок угольных шахт, рудников, а также тоннелей при строительстве подземных сооружений. Использование комбайнов позволяет совместить во времени основные, наиболее тяжелые и трудоемкие операции (разрушение забоя и последующую уборку горной массы), что дает возможность повысить в 2...2,5 раза темпы проведения выработок и производительность труда, снизить стоимость проходческих работ и значительно облегчить и обезопасить труд проходчиков. Вместе с тем при комбайновом способе проведения существенно повышается устойчивость горных выработок, так как связанность пород в массиве нарушается в меньшей степени, чем при взрывных работах, что снижает расходы на поддержание выработок.

Комбайновый способ проведения выработок наиболее прогрессивен, так как совмещает во времени основные операции и проведение выработки протекает как непрерывный процесс. Существующие проходческие комбайны механизированы процессы разрушения забоя и погрузки отбитой горной массы на перегружатели, устанавливаемые за комбайном, и, далее, в общешахтные транспортные средства. Все проходческие комбайны оснащены средствами пылеподавления.

*Проходческие комбайны* классифицируют по следующим основным признакам:  
способу обработки забоя исполнительным органом — избирательного (циклического) действия с последовательной обработкой забоя и бурового (непрерывного) действия с одновременной обработкой всей поверхности забоя;

крепости разрушаемого горного массива — для работы по углю и слабой руде с прослойками и присечками слабых пород с  $f \leq 4$ , по породам средней крепости с  $f = 4 \dots 8$  и по крепким породам с  $f > 8$ ;

области применения — для проведения основных и вспомогательных подготовительных выработок по полезному ископаемому

и по смешанному забою, основных и капитальных подготовительных выработок и тоннелей по породе и нарезных работ по полезному ископаемому;

по площади сечения проводимой выработки (в проходке) — от 5 до 16 м<sup>3</sup>, от 9 до 30 м<sup>2</sup> и более 30 м<sup>2</sup>.

Кроме основных признаков проходческие комбайны классифицируют еще по следующим дополнительным признакам: установленной мощности, габаритам, способу погрузки отбитой горной массы, способу передвижения, роду применяемой энергии.

Эти признаки не являются определяющими, так как существуют комбайны с различными конструктивными особенностями, в том числе взаимозаменяемыми способами погрузки, типами ходовых частей, привода и т. д.

Многообразие горно-геологических условий и опыт применения различных типов проходческих комбайнов показывают, что нужно развивать и совершенствовать проходческие комбайны как избирательного, так и бурового действия.

Проходческие комбайны с избирательными исполнительными органами находят преимущественное применение при проведении выработок по породам с  $f \leq 8$ , при необходимости изменения в широком диапазоне размеров и формы сечений выработок и при раздельной выемке горного массива.

Буровые проходческие комбайны непрерывного действия по сравнению с комбайнами избирательного действия применяют при проведении круглых или арочных выработок одного сечения в породах различной крепости.

Основным показателем работы проходческого комбайна является техническая производительность, обычно выражаемая в т/с (т/мин) или м<sup>3</sup>/с (м<sup>3</sup>/мин) и учитывающая специфику работы того или иного типа комбайна. Важный показатель—коэффициент использования проходческих комбайнов избирательного действия обычно составляет около 0,25—0,3.

Эксплуатационная производительность комбайна (т/смену) сдерживается остановками комбайна, связанными с выполнением большого и сложного комплекса работ по креплению, зачистке забоя, обмену вагонеток и т. д., а также в связи с изменениями скорости подачи, вызванных неравномерностью отбойки горной массы или породы и их доставки, изменениями геологического характера забоя и организационными неполадками.

## Лекция № 25

### ПРОХОДЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И НАКЛОННЫХ ВЫРАБОТОК

#### Проходческие комплексы для проведения горизонтальных и наклонных выработок

Важным этапом в переходе к комплексной механизации проведения подготовительных выработок с целью увеличения производительности и сокращения ручного труда является создание проходческих комплексов, механизующих рабочие процессы проходческого цикла.

Проходческие комплексы — это системы взаимодополняющих друг друга горных и транспортных машин и механизмов, обеспечивающих наиболее полную механизацию основных и вспомогательных работ.

Главным определяющим признаком проходческих комплексов является кинематическое и технологическое объединение машин в единую систему, обеспечивающую выполнение полного проходческого цикла в горной выработке. Основным принципом объединения машин в комплексе является соответствие их параметров по производительности и габаритам, позволяющее оборудованию работать в едином технологическом цикле.

Проходческие комплексы классифицируют по ряду основных признаков:

1. способу проведения выработок — комбайновый или буровзрывной;
2. углу наклона выработок — для горизонтальных, с углом наклона до  $10^\circ$ , от  $11^\circ$  до  $20^\circ$  и до  $35^\circ$ ;
3. месту установки постоянной крепи — на некотором расстоянии от забоя и непосредственно у забоя;
4. форме сечения выработки - круглая, арочная, трапециевидная, прямоугольная, овальная;
5. сечению выработки — конвейерные, однопутные, двухпутные;
6. виду крепи — анкерная, деревянная, металлическая, тубинговая, из набрызг-бетона, из монолитного бетона;
7. назначению выработки — нарезные по углю и сланцам (разрезные печи и ходки, просеки и др.); подготовительные по углю и смешанному забояю; основные по породе (полевые штреки, квершлагги).

Весьма сложная задача — создание оборудования для механизации процесса возведения крепи одновременно (параллельно) с работой проходческого комбайна. Работы здесь ведутся в следующих двух направлениях:

1. Установка постоянной крепи на некотором расстоянии от забоя вне зоны работающего проходческого оборудования, что возможно при устойчивой кровле и применении временной крепи призабойной части выработки. В качестве временной крепи может быть использована анкерная крепь, которая часто (например в Кузбассе) применяется и как постоянная крепь, а также механизированные проходческие крепи поддерживающего или оградительного типов.

2. Установка постоянной крепи непосредственно у забоя, что в наибольшей степени способствует реализации условий по наиболее надежному поддержанию проводимой выработки.

Как следует из классификационных признаков по способу проведения комплексы разделяют на две основные группы для проведения выработок комбайновым способом и для проведения выработок буровзрывным способом. Комплексы для проведения выработок буровзрывным способом (так их называют в литературе) правомернее называть комплектами проходческого оборудования для проведения выработок буровзрывным способом, поскольку при их работе операции по бурению шпуров (обуриванию забоя), заряданию шпуров, их взрыванию, проветриванию и уборке горной массы выполняются последовательно во времени, что позволяет использовать только технологические связи между средствами механизации выполнения указанных операций проходческого цикла.

## Лекция № 26

### ПРОХОДЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВОССТАЮЩИХ

*Проходить восстающие с помощью комплексов типа КПВ* можно практически в любых условиях при наличии в забое устойчивых пород. При неустойчивых породах восстающий крепят сплошной венцовой или анкерной крепью с металлической сеткой и набрызгбетоном. Проходка восстающих с помощью комплекса КПВ имеет следующие преимущества по сравнению с обычным способом проходки: скорость проходки в 3—4 раза и производительность труда в 1,5—1,8 раза выше, а себестоимость на 30—40% ниже.

Кроме того, повышается безопасность труда проходчиков и снижается трудоемкость работ в несколько раз.

Скорости проходки восстающих обычным способом в породах с  $f=8...12$  редко превышают 25—30 м/мес, тогда как скорость проходки с помощью комплекса КПВ при одном забое может достигать 200 м/мес.

При проходке восстающих бурением распространение получил комбайн 2КВ. Достоинствами способа являются безопасность работ, невысокие затраты на проходку и крепление выработок, почти полная механизация работ по проходке.

Комбайн спускается в шахту по частям. Он монтируется в камере на двух швеллерах, уложенных на бетонную подушку. Камеры сооружаются как на нижнем, так и на верхнем горизонте. При установке комбайна на верхнем горизонте сверху вниз бурится передовая скважина диаметром 270 мм. После выхода бурового инструмента на нижний горизонт к нему крепится разбуриватель и скважина расширяется снизу вверх на всю высоту. Процессом бурения управляют со специального пульта; все операции по наращиванию и демонтажу бурового става механизированы.

## **Лекция № 26** **ПРОХОДЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ** **СТВОЛОВ ШАХТ**

### **Комплексы оборудования для проведения стволов БВР**

Институтом ЦНИИПодземмаш совместно с шахтостроителями и машиностроителями для проходки стволов буровзрывным и комбайновым способом созданы комплексы оборудования, которые классифицируют по следующим основным признакам:

по назначению — для проходки устьев стволов глубиной до 50 м, неглубоких стволов (до 300 м), стволов средней глубины (300—700 м) и глубоких (более 700 м);

по диаметру ствола в свету — для стволов малого диаметра {4—4,5 м), среднего (5—6,5 м) и большого (7—9 м);

по способу проходки — буровзрывным или комбайновым способом;

по механизации бурения шпуров — с ручным и механизированным бурением;

по типу погрузочной машины — с ручным и механизированным вождением грейфера;

по емкости породных бадей — с бадьями малой емкости (до 2 м<sup>3</sup>), средней емкости (2—4 м<sup>3</sup>) и большой емкости (5 м<sup>3</sup> и более);

по схемам проходки — для последовательной, совмещенной и параллельной схем.

Последовательная схема проходки с временным креплением в настоящее время признана неэкономичной в связи с малой скоростью проходки, высокой стоимостью и трудоемкостью возведения временной крепи. Эта схема применяется в очень редких случаях, когда невозможна проходка ствола по совмещенной схеме, т. е. при проходке стволов специальными способами по обводненным неустойчивым породам.

Наиболее распространенной является совмещенная схема проходки с возведением постоянной бетонной или тюбинговой крепи из забоя, при которой частично совмещаются во времени крепление и погрузка породы.

Параллельная схема с возведением постоянной крепи с подвесного полка предусматривает полное совмещение во времени крепления и погрузки породы и использование щита-оболочки, заменяющего временную крепь на участке от полка до забоя.

Эта схема экономически целесообразна для проходки глубоких стволов (более 700 м) и для скоростных рекордных проходок.

### **Комплексы оборудования для проведения стволов бурением**

Проходка стволов буровзрывным способом обуславливает наличие людей в забое ствола, работа которых протекает в весьма тяжелых условиях при шуме, вибрациях, капеже.

Проходка стволов буровыми установками не требует в процессе проходки присутствия в стволе людей. Это отличие способа проходки стволов бурением выдвигает его в число прогрессивных способов производства работ в определенных горно-геологических условиях. Наиболее эффективно способ бурения может быть применен при проходке стволов в слабых водоносных породах, где проходка обычным буровзрывным способом невозможна. В этих условиях, кроме бурения, возможна проходка ствола специальным способом с замораживанием пород, однако последний способ дорогостоящий, с невысокими темпами и не всегда обеспечивает безопасность работ. Проходка стволов бурением позволяет механизировать и автоматизировать почти все процессы сооружения ствола, кроме тампонажа.

Несмотря на перспективность и относительное совершенство способа бурения стволов, он в настоящее время из-за ряда недостатков не имеет широкого применения.

Существующие установки для бурения стволов диаметром 3,5 м и выше при строительстве шахт имеют сравнительно небольшую область применения, так как ими наиболее эффективно бурить в слабых породах и породах средней крепости. Количество же стволов, проходимых только в слабых породах и породах средней крепости, незначительно. Большинство стволов строящихся шахт залегает в породах различной крепости.