

Дисциплина

**Монтаж, демонтаж узлов и механизмов
горного оборудования**

Лекция 1-2

Преподаватель

Жумабекова Айла Ермековна

План лекции 1-2

1. **Понятия о надежности и долговечности горного оборудования.**
2. **Ремонтные базы горных предприятий**
3. **Смазка горных машин и электромеханического оборудования**
4. **Чтение технологических карт**
5. **Виды ремонтов. Организация ремонтной службы на горных предприятиях**

Введение к лекции

- ▶ Работа горных предприятий характеризуется большими объемами добычных и подготовительных работ для подземных разработок, вскрышных и добычных для открытых разработок, а также переработки и транспортирования горной массы. Для этого используется большое количество различного оборудования, характерного для определенных горно-геологических, метеорологических и климатических условий, потребляемые мощности которого колеблются в больших пределах.
- ▶ Все производственные процессы на горных предприятиях делятся на основные и вспомогательные, связанные между собой в пространстве и во времени единой технологической схемой, предназначенной для выпуска продукции (угля и руды).
- ▶ Операции выполняются последовательно различными машинами в определенном темпе на основе сохранения непрерывности общего процесса.

- ▶ Машины и механизмы, используемые при организации работ на горных предприятиях, образуют технологический комплекс, т.е. технологически связанную совокупность горных машин и транспортных средств, обеспечивающих максимальную производительность добычных машин, начиная с подготовки горных работ к выемке и кончая переработкой полезного ископаемого.
- ▶ Производственный процесс заключается в действии людей и орудий производства по добыче и переработке полезного ископаемого, следовательно, в состав производственного процесса входит не только монтаж и эксплуатация оборудования, но и работы по поддержанию его в исправном состоянии.
- ▶ Высокую производительность труда при использовании горных машин и оборудования можно достигнуть только при условии высококачественного монтажа, технического обслуживания и ремонта, гарантирующих надежную и долговечную работу.

1. Понятия о надежности и долговечности горного оборудования.

- ▶ Высокая производительность горных предприятий обеспечивается как рациональной технологией ведения горных работ, так и уровнем техники, предназначенной для электрификации, механизации и автоматизации технологических процессов.
- ▶ Широкое применение технологических комплексов в горной промышленности поставило в качестве первоочередной проблемы обеспечение надежности этих систем. Отказ горных машин и оборудования, находящихся в составе технологических комплексов, ведет к нарушениям технологического процесса технологического процесса и может быть причиной возникновения аварий с недопустимыми последствиями.
- ▶ Особая ответственность выполняемых функций горных машин и оборудования связана с обеспечением безопасности обслуживающего персонала, надёжностью объектов жизнедеятельности горных предприятий. Возрастание функциональной ответственности горных машин и оборудования связано тем, что надёжность технологического комплекса, определяется их критичностью по последствиям отказов составных элементов комплекса.

- ▶ Научной базой работ по обеспечению надежности технических устройств, машин и др. является теория надежности. К настоящему времени теория надежности представляет собой самостоятельную научную дисциплину. Ее основные задачи:
- ▶ - установление видов количественных показателей надежности;
- ▶ - выработка методов аналитической оценки надежности;
- ▶ - разработка методов оценки надежности по результатам испытаний;
- ▶ - оптимизация надежности на стадиях разработки и эксплуатации. Эти задачи могут решаться по двум направлениям.

- ▶ Первое — основано на изучении вероятностных, статистических закономерностей появления отказов у множества однотипных систем, устройств. При этом отказы рассматриваются как некоторые отвлеченные события, а физические состояния устройств и элементов сводятся к двум -исправному и неисправному, которые описываются функциями надежности. Это математическое моделирование надежности.
- ▶ Второе — основано на изучении физико-химических свойств элементов и устройств; происходящих в них процессов; физической природы и механизма отказов. При этом текущие состояния элементов и устройств описываются уравнениями, отражающими физические закономерности. Это физическое моделирование надежности.

- ▶ Наиболее верным и современным направлением является сочетание вероятностных, статистических методов с проникновением в физическую сущность процессов, протекающих в критических элементах горных машин и оборудования.
- ▶ Совершенствование горно-технологических процессов и внедрение новых, более эффективных технологий невозможно без использования систем автоматического управления и обработки информации. Рост единичной мощности оборудования также обуславливает повышение требований к его надежности, удобству управления и ремонтпригодности.
- ▶ Горный инженер должен хорошо знать основы обеспечения надежности горных машин и оборудования на всех стадиях их жизненного цикла.

- ▶ Целью первого вопроса сегодняшней лекции - научить студентов основам теории надежности и ее применению в решениях задач оценки и обеспечения надежности технических систем и оборудования в горной промышленности.
- ▶ Материал по первому вопросу можно разделить на 3 части.
- ▶ К первой части относится:
 - ▶ - термины и определения,
 - ▶ - единичные и комплексные показатели надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем.
- ▶ Вторая часть посвящена - оценке надежности резервированных и нерезервированных систем.
- ▶ Третья часть посвящена - методам оценки надежности функционирования горных машин в составе технических систем.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ

- ▶ Качество и надежность машин, оборудования и приборов во многом определяют успех научно-технического прогресса в любой отрасли. Современное горное производство характеризуется высоким уровнем механизации и применением сложных высокопроизводительных машин. Вопросы, связанные с повышением качества и надежности, должны решать будущие инженерные работники – студенты, которые обязаны овладеть теоретическими знаниями в области надежности машин, чтобы на практике решить прикладные задачи теории надёжности.

- ▶ Надежность различной техники, в том числе горного производства,— комплексная проблема, отражающая все этапы существования объекта (от конструкторской идеи до списания). Она постоянно находится в стадии развития по мере совершенствования базы знаний и умений специалистов, а также изменений и уточнений условий эксплуатации различных объектов. Однако создать совершенно безотказную и предельно долговечную машину невозможно потому, что с течением времени на нее непрерывно воздействуют различные факторы, изменяя свойства деталей и, как следствие, вызывая отклонения установленных показателей надежности. Экономические расчеты показывают, что создавать такую идеальную машину нецелесообразно, так как с течением времени изменяются требования к самой технике.
- ▶ Возникнув вначале в авиационной технике, теория надежности стала одной из основных инженерных дисциплин, главная задача которой — обеспечивать высокую безотказность и долговечность любой техники.

- ▶ Наука о надежности техники изучает закономерности изменения показателей работоспособности объектов с течением времени, а также физическую природу отказов, и на этом основании разрабатывает методы, обеспечивающие с наименьшей затратой времени и средств необходимую долговечность и безотказность объектов.
- ▶ Специфические особенности теории надежности состоят в том, что все этапы создания и использования объектов влияют на надежность, а процессы изменения функциональных параметров объектов случайны; физические закономерности, определяющие изменения характеристик объектов, разнообразны и сложны; при этом во всех закономерностях отражается фактор времени.
- ▶ Теоретические основы науки о надежности техники базируются на отдельных разделах фундаментальных наук: математической статистике и теории вероятностей, материаловедении и теории прочностей, на достижениях современной экономической науки.

- ▶ К задачам, стоящим перед теорией надежности, относятся следующие:
- ▶ – обеспечение минимальных затрат на создание, изготовление и эксплуатацию новых машин путем оптимального сочетания значения показателей надежности и других свойств, определяющих эффективность их работы;
- ▶ – установление слабых мест в конструкции машины, приводящих к частым и длительным простоям;
- ▶ – разработка мероприятий по совершенствованию конструкции, изготовления и эксплуатации машин, обеспечивающих дальнейшее повышение эффективности техники.

Основные термины и определения

- ▶ В процессе освоения основ теории надежности и ее расчетов необходимо пользоваться определенной терминологией, сформулированной в ГОСТ 27.002—89.
- ▶ Надежность — свойство объекта сохранять во времени в „установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.
- ▶ Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения состоит из сочетаний свойств: безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости. Каждое из этих свойств оценивается своими показателями, физическая сущность и содержание которых у новых машин зависят от их конструкции, технологии изготовления и условий эксплуатации, а у отремонтированных — от качества ремонта и условий эксплуатации.

- ▶ Безотказность — свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки.
- ▶ Работоспособное состояние — состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих его способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической документации.
- ▶ Долговечность — свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта. Предельное состояние — состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.
- ▶ Ремонтопригодность — свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов и к поддержанию, и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

- ▶ Сохраняемость — свойство объекта сохранять работоспособное состояние в течение и после хранения и транспортирования.
- ▶ Отказ — событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния. Критерий отказа — признак или совокупность признаков неработоспособного состояния объекта, установленных в нормативно-технической документации.
- ▶ Восстанавливаемый объект — объект, для которого в рассматриваемой стадии проведение восстановления работоспособного состояния предусмотрено в нормативно-технической документации.

- ▶ Для конкретных объектов и условий их эксплуатации основные свойства объектов, определяющие их надежность, могут иметь различную относительную значимость. Любая горная машина представляет собой восстанавливаемое изделие, поэтому свойство ремонтпригодности позволяет оценить затраты на техническое обслуживание и ремонт.

- ▶ **Долговечность машины** - свойство работать длительное время с возможными режимами, не снижая производительности и качества работы.
- ▶ **Сохраняемость** — свойство горных машин сохранять свою работоспособность после длительного хранения в межсезонье.
- ▶ Горная машина в процессе эксплуатации подвергается различным внешним и внутренним воздействиям, в результате чего может происходить отклонение одного или нескольких параметров за установленные пределы, т. е. потеря машиной работоспособности — отказ.
- ▶ Характер и интенсивность этих: воздействий определяются рядом факторов и, в частности, видами энергии, действующими на узлы и механизмы машины: механической, тепловой, электрической энергией.

- ▶ Механическая энергия вызывает статические и динамические # нагрузки на узлы и детали машины, которые рождают силы в кинематических парах, упругие деформации силовых элементов, усталостные явления в металле и др.
- ▶ Тепловая энергия, воздействуя на элементы машин, может приводить к их упругим и пластическим деформациям и явлениям ползучести, имеющим место при одновременном тепловом и силовом воздействии; к снижению прочности деталей, твердости, упругих свойств металла и других характеристик.
- ▶ Тепловая энергия возникает как при работе силовых агрегатов машин, так и при взаимодействии рабочих органов с горной породой при трении в подшипниках, зубчатых зацеплениях, в дросселирующих и демпфирующих устройствах гидросистем и т. д.
- ▶ Электрическая энергия воздействует на машины или непосредственно в виде электрохимических процессов, возникающих при коррозии металлов, или в преобразованном виде через механическую или тепловую энергию.

- ▶ Горная машина в процессе эксплуатации подвергается различным внешним и внутренним воздействиям, в результате чего может происходить отклонение одного или нескольких параметров за установленные пределы, т. е. потеря машиной работоспособности — отказ.
- ▶ Характер и интенсивность этих: воздействий определяются рядом факторов и, в частности, видами энергии, действующими на узлы и механизмы машины: механической, тепловой, электрической энергией.
- ▶ Механическая энергия вызывает статические и динамические # нагрузки на узлы и детали машины, которые рождает силы в кинематических парах, упругие деформации силовых элементов, усталостные явления в металле и др.
- ▶ Тепловая энергия, воздействуя на элементы машин, может приводить к их упругим и пластическим деформациям и явлениям ползучести, имеющим место при одновременном тепловом и силовом воздействии; к снижению прочности деталей, твердости, упругих свойств металла и других характеристик.

- ▶ Тепловая энергия возникает как при работе силовых агрегатов машин, так и при взаимодействии рабочих органов с горной породой при трении в подшипниках, зубчатых зацеплениях, в дросселирующих и демпфирующих устройствах гидросистем и т. д.
- ▶ Электрическая энергия воздействует на машины или непосредственно в виде электрохимических процессов, возникающих при коррозии металлов, или в преобразованном виде через механическую или тепловую энергию.

- ▶ Кроме энергетических воздействий, на состояние машины и ее деталей оказывает влияние ряд факторов, определяющих условия ее эксплуатации. К ним относятся:
 - ▶ —атмосферные температурные воздействия, от которых часто зависит уровень механических свойств конструкционных материалов деталей машины (например, при высоких температурах воздуха интенсивнее происходят отказы в гидросистеме, при длительном и интенсивном действии солнечной энергии увеличивается количество отказов электрооборудования и т. п.);
 - ▶ —атмосферные осадки (обильные дожди, росы, иней повышают скорость коррозии, увеличивают интенсивность отказов в электросистеме и т. п.);
 - ▶ —воздушная агрессивная среда (пыль и песок вызывают ускоренный износ пар трения и т. п.).

- ▶ В зависимости от характера технических устройств, условий, их использования те или иные признаки отказов могут приобретать различную значимость, а сами отказы с учетом этого классифицируют следующим образом:
- ▶ —внезапный отказ — отклонение одного или нескольких заданных параметров объекта, обусловленных нормативно-технической документацией, за допустимые пределы без видимого предшествующего изменения (ухудшения) этих параметров; причиной внезапного отказа машины могут быть: разрушение силовых элементов, отказ деталей гидросистем, и электросистем и т. п.;
- ▶ —постепенный отказ — отклонение одного или нескольких параметров, установленных нормативно-технической документацией, за допустимые пределы в результате постепенного изменения (ухудшения) их в процессе эксплуатации. Причинами постепенного отказа машин могут быть: абразивное, молекулярно-механическое или коррозионно-механическое изнашивание, усталостные явления, старение металла и т. п.

Отказы горных машин

Горные машины и комплексы относятся к восстанавливаемым системам. Отказы при этом можно разделить на износные, аварийные, технологические и ошибочные.

- ▶ **Износные отказы** вызываются истиранием или контактной усталостью поверхностного слоя деталей.
- ▶ **Аварийные отказы** возникают вследствие поломок, причинами которых являются конструктивные недостатки, некачественное изготовление или влияние на детали неучтенных условий эксплуатации.
- ▶ **Технологические отказы** происходят при несоблюдении во время работы заданных параметров рабочего процесса, установленного технологией горного производства в пределах характеристики машины.
- ▶ **Ошибочные отказы** происходят вследствие несоблюдения требований технического обслуживания машины, а также вследствие ошибок обслуживающего персонала из-за недостаточной квалификации или недисциплинированности, которые при оценке надежности машин в расчет не принимаются.

- ▶ Показатели надёжности должны иметь физический смысл и количественно характеризовать, в какой степени конкретному объекту присущи определённые свойства, обуславливающие его надёжность.
- ▶ Показатели надёжности позволяют оценить надёжность на различных этапах, сравнивать различные машины по надёжности их эксплуатации, изыскивать пути и способы повышения надёжности наиболее слабых элементов и машины в целом, планировать техническое обслуживание и ремонт машин, а также рассчитывать необходимое количество запасных частей.

- ▶ Показатели надёжности имеют следующие особенности:
- ▶ - учитывая стохастическую природу факторов отказов, при их оценке применяются вероятностные методы, поэтому и сами оценки носят вероятностный характер (например, вероятность безотказной работы);
- ▶ *Стохастичность (др.-греч. $\sigma\tau\acute{o}\chi\omicron\varsigma$ — цель, предположение) означает случайность. Случайный (стохастический) процесс — это процесс, поведение которого не является детерминированным, и последующее состояние такой системы описывается как величинами, которые могут быть предсказаны, так и случайными.
- ▶ - характерной чертой показателей надёжности является отрезок времени, для которого они определены (например, $P(t) = P(500)$ - т. е. вероятность безотказной работы для отрезка времени 500 часов);
- ▶ - показателей надёжности должны сопровождаться описанием условий, для которых они установлены или определены (например, изделие такого-то завода, при эксплуатации на таком-то предприятии, в течение такого-то времени).

- ▶ *Надежность* – свойство объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования объекта, ремонта, хранения и транспортирования.

Надежность включает в себя:

- ▶ безотказность;
- ▶ долговечность;
- ▶ ремонтпригодность
- ▶ сохраняемость.
- ▶ *Безотказность* – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки.
- ▶ *Долговечность* – свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания (ТО) и ремонта.
- ▶ *Ремонтпригодность* – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин его отказов, повреждений и устранений их последствий путем проведения ремонта и ТО.

- ▶ *Сохраняемость* – свойство объекта непрерывно сохранять исправное и работоспособное состояние в течение и после хранения и (или) транспортирования.
- ▶ Для оценки надежности объекта используют показатели.
- ▶ *Показатель надежности* – это количественная характеристика одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта.
- ▶ *Объект* – предмет назначения и практической деятельности человека. В теории надежности рассматриваемые объекты определенного целевого назначения являются результатом производственной деятельности человека: изделие, система, элемент.
- ▶ *Изделие* расходует свой ресурс, продукт расходуется сам. Изделие рассматривается в периоды проектирования, изготовления, эксплуатации, исследований, испытаний на надежность.
- ▶ *Техническая система* является множеством элементов, взаимосвязанных функционально и взаимодействующих друг с другом в процессе выполнения определенного круга задач.

- ▶ *Элемент* простейшая в рамках конкретного рассмотрения составная часть системы.
- ▶ Понятие *система* и *элемент* относительны и трансформируются в зависимости от поставленной задачи.
- ▶ *Наработка* — продолжительность или объем работы объекта. *Предельное состояние* — состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация должна быть прекращена из-за неустранимых нарушений требований безопасности, или неустранимого ухода заданных параметров за установленные пределы, или неустранимого снижения эффективности эксплуатации ниже допустимой, или необходимости проведения среднего или капитального ремонта. Признаки (критерии) предельного состояния устанавливаются нормативно-технической документацией на данный объект.
- ▶ *Исправное состояние (исправность)* — состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией (НТД).
- ▶ *Работоспособное состояние (работоспособность)* — состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значение заданных параметров в пределах, установленных НТД.

- ▶ *Неисправное состояние (неисправность)* – состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований, установленных НТД.
- ▶ *Неработоспособное состояние (неработоспособность)* – состояние объекта, при котором значение хотя бы одного из заданных параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям, установленным НТД.
- ▶ *Повреждение* – событие, заключающееся в нарушении исправности объекта или его составных частей вследствие влияния внешних воздействий, превышающих уровень, установленный в НТД на объект.

- ▶ Повреждения могут быть незначительными или значительными. Первое означает нарушение исправности при сохранении работоспособности, второе – отказ объекта.
- ▶ Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта. Признаки (критерии) отказов устанавливаются НТД на данный объект.
- ▶ *Восстанавливаемый объект* – объект, работоспособность которого в случае возникновения отказа подлежит восстановлению в рассматриваемой ситуации.
- ▶ *Невосстанавливаемый объект* – объект, работоспособность которого в случае возникновения отказа не подлежит восстановлению в рассматриваемой ситуации.
- ▶ Восстанавливаемый и невосстанавливаемый объекты рассматривают в зависимости от этапа эксплуатации. Например, метеоспутник является восстанавливаемым во время хранения и невосстанавливаемым во время полета.

СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ В ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ

- ▶ Физические процессы практически в любой области носят случайный характер. Это связано с причинами их возникновения и течения. Поэтому исследования в теории надежности выполняются на основе методов теории вероятностей и математической статистики. Основой этих методов являются понятия события, случайной величины, теоремы сложения и умножения вероятностей для оценки надежности.

ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ

- ▶ Для решения практических вопросов в области надежности используются показатели, с помощью которых характеризуется количественно уровень надежности горных машин и оборудования.
- ▶ Показатели надежности позволяют:
 - ▶ оценивать надежность машин при проектировании, определять ее экспериментально при испытании и эксплуатации машин;
 - ▶ оценивать влияние уровня надежности машин на производительность Q ;
 - ▶ намечать пути повышения надежности, применяемого и вновь создаваемого оборудования;
 - ▶ рассчитывать количество запчастей;
 - ▶ определять оптимальную периодичность профилактики горных машин.
- ▶ Для количественной характеристики надежности могут использоваться различные показатели, которые относятся к различным свойствам надежности.

2. Ремонтные базы горных предприятий

- ▶ Ремонтные базы - это совокупность технических средств и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления работоспособности или исправности оборудования горных предприятий. Все оборудование ремонтных предприятий по назначению разделяют на производственное, вспомогательное, подъемно транспортное и энергетическое.

- ▶ 1. Собственные ремонтные базы расположены непосредственно на промышленной площадке карьера и обслуживают только его оборудование. Они могут включать: РММ, электроремонтные мастерские, центральные электромеханические мастерские, вагоноремонтные мастерские, вагоноремонтные пункты, электровозоремонтные депо, вагоноремонтные депо, авторемонтные мастерские. Наиболее универсальные из них РММ, где производят все виды ТОиР (иногда и КР) буровых станков, экскаваторов, бульдозеров и т.д. Изготавливают запчасти, инструмент, приспособления. Подразделения РММ имеют слесарно-механические, сварочные, кузнечные, электроремонтные, отделения или участки, кладовые (инструментальные, для запчастей и материалов) и бытовые помещения.
- ▶ Депо по ремонту подвижного состава имеют слесарное, механическое, кузнечно-термическое, электроремонтное, электро-газо-сварочное, моечное отделения, компрессорную, инструментальный склад, склад материалов и запасных частей, бытовые помещения.
- ▶ Авторемонтные мастерские включают: слесарные, механические, топливной аппаратуры, кузнечные, электро и газосварочные, аккумуляторные, радиаторные, вулканизационные, шиномонтажные, компрессорные участки, инструментальную кладовую, склад запчастей и материалов, трансформаторную подстанцию, бытовые помещения.

- ▶ 2. Районные Ремонтные базы по обслуживанию оборудования для группы карьеров. Они включают комбинированные предприятия (например, экскаваторно-вагоно-электровозоремонтные) или специализированные заводы по ремонту автомобилей, вагонов, электровозов, экскаваторов, дробильного оборудования, транспортных и автомобильных двигателей, рудоремонтные (РРЗ) заводы, ремонтные тресты и т.д.

- ▶ 3. Крупное карьерное оборудование (ротаторные экскаваторы, отвалообразователи, драглайны и др.) ремонтируют в полевых условиях. Сборочные единицы и детали восстанавливают на ремонтных базах или на месте.
- ▶ 4. Ремонтные заводы имеют литейный, кузнечный, термический, металлоконструкций, механический, экскаватороремонтный, электровозоремонтный, вагоноремонтный, электроремонтный и другие цеха.
- ▶ Имеются специализированные ремонтные заводы: для ремонта экскаваторов буровых станков, вагонов, автосамосвалов, бульдозеров и др.

- ▶ 5. Ремонтные тресты объединяют ремонтные заводы и участки. Они выполняют ремонты различного оборудования для нескольких карьеров.
- ▶ Для проектирования ремонтного предприятия необходимо определить номенклатуру и число объектов ремонтируемых в течении года, массы, габаритов и марок машин и оборудования, годовой выпуск продукции, стоимость каждого объекта и общая стоимость годового выпуска продукции. Выбрать площадку для строительства.
- ▶
- ▶ 6 Передвижные ремонтные мастерские ПРМ. Бывают: самоходные, буксируемые и перевозные. Они размещаются на автомашинах, автомобильных и гусеничных прицепах, ж/д вагонах.

- ▶ Типы ПРМ: ПММ - передвижные ремонтные машины для обслуживания и ремонта механической части горного и транспортного оборудования. ПЭМ - для ремонта и наладки электрооборудования. ПВМ - передвижные вулканизационные мастерские (для ремонта конвейерных лент и резиновых оболочек кабелей). ПМС - передвижная маслозаправочная станция. Диагностическая лаборатория.
- ▶ В состав ПРМ входит диагностическая лаборатория предназначенная для диагностики механизмов, испытаний, исследования новой техники, метрологической проверки приборов, контроля рабочих параметров, проверки санитарных и экологических норм. При комплексном выполнении работ разные ПРМ объединяют в ремонтные автоколонны и поезда. Ремонтные автоколонны включают слесарно-механическую, электроналадочную, вулканизационную, маслозаправочную мастерские, столовую, грузоподъёмную платформу, краны, компрессоры и др. Ремонтный поезд состоит из вагон-мастерских (слесарно-, металлообработки, сварки, гидросистем, смазки и др) платформ, административно-бытового вагона, ж/д крана (300т).

- ▶ Технология современного горного производства требует применения большого числа машин и механизмов, выполняющих самые различные функции. Для поддержания оборудования в работоспособном состоянии необходима достаточно развитая цепь ремонтных баз, обеспечивающая систематическое ТО, текущие и капитальные ремонты оборудования.
- ▶ Все ремонтные базы ГМиО разделяются на две группы: собственные ремонтные базы, расположенные в подземных выработках и на поверхности шахт, рудников, разрезов и карьеров и обслуживающие только оборудование данного предприятия; ремонтные базы, расположенные в определенных районах и обслуживающие группы горных предприятий.

- ▶ К собственным ремонтным базам горных предприятий относятся: подземные участковые кладовые и мастерские кладовые; подземные общешахтные ремонтные мастерские; поверхностные общешахтные ремонтные мастерские; передвижные ремонтные мастерские и ремонтно-механические мастерские карьеров и разрезов.
- ▶ К ремонтным базам, предназначенным для обслуживания шахт, рудников, карьеров и разрезов относятся: ЦЭММ (центральные электромеханические мастерские), РРЗ (рудоремонтные заводы).

3. Смазка горных машин и электромеханического оборудования

Общие сведения о смазочных материалах.

- ▶ Смазка предназначена для снижения трения и износа деталей, их охлаждения, а также для удаления из зазоров продуктов износа, а в сочленениях, воспринимающих ударную нагрузку, она выполняет работу гидравлического буфера.
- ▶ В сильно изношенных узлах трения смазка компенсирует наличие больших зазоров и неровностей.
- ▶ До второй половины прошлого столетия для смазывания машин пользовались только растительными маслами и животными жирами.

- ▶ В настоящее время в чистом виде их применяют редко вследствие того, что при высыхании они образуют прочные пленки, приводящие к отложению нагара, а также выделяют органические кислоты, вызывающие коррозию. Чаще их добавляют к нефтяным сказочным материалам для улучшения маслянистости последних.
- ▶ Применяемые повсеместно минеральные масла получают из мазута – остатка нефти, не испарившего в процессе ее перегонки. Для этого его подвергают вторичной, вакуумной, перегонке, при которой из него выделяют масляные фракции. В остатке на этот раз остается гудрон и полугудрон. Гудрон идет на изготовление резиновых смесей, а полугудрон, как более насыщенный масляными фракциями, применяется для смазывания грубых механизмов с открытыми подшипниками (например, вагонеток).

- ▶ Полученные при перегонке мазута жидкие неочищенные масла называют дистиллатами. Иногда для обработки дистиллатов применяют щелочь. Такие масла называют выщелочными и в обозначении кроме цифры ставят букву В. Очищенные дистиллаты смешивают между собой в различных пропорциях и подвергают дополнительной обработке для придания им специальных физических и химических свойств. В результате получают специальные масла: турбинные, автотракторные, авиационные и др. Эксплуатационные свойства масел улучшают добавлением различных искусственных присадок.

- ▶ Известны присадки антиизносные, противозадирные, антикоррозионные и другие. Смазочные материалы бывают жидкие и консистентные (густые). Консистентные смазки получают путем загущения жидких масел натриевым или кальциевым мылами, парафином, минеральным воском и др. Густые смазки на кальциевом мыле называют солидолами. Разновидностью консистентных смазок являются эмульсионные. Их изготавливают путем смешивания смеси воды (20–50%) и нефтяного сырья. Эмульсии являются негорючими, маловязкими и дешевыми смазочными и охлаждающими жидкостями.

Физико-химические свойства смазочных масел.

- ▶ К основным физико-химическим свойствам смазочных материалов относятся: плотность, вязкость, температура вспышки, воспламенения, застывания и каплепадения, пенетрация, содержание воды и механических примесей, коксуемость, кислотное число, стабильность и маслянистость (липкость). Плотность для качества масла имеет небольшое значение. Она всегда меньше единицы и определяется ареометром при температуре $+15^{\circ}\text{C}$.

- ▶ Плотность характеризует способность масла всплывать, т. е. осадить воду: чем меньше плотность масла, тем легче оно всплывает, отделяясь от воды. Вязкость характеризует силы внутреннего трения одного слоя масла относительно другого и зависит от его состава, температуры и давления, под которым оно находится. Различают вязкость динамическую, кинематическую и условную. Динамическая вязкость характеризует свойства масла оказывать сопротивление взаимному перемещению его слоев. Единица динамической вязкости ньютон-секунда на квадратный метр (паскаль-секунда). Десятая часть паскаль-секунды называется пуаз (П), а тысячная – сантипуаз (сП).

- ▶ В практике чаще пользуются кинематической и условной вязкостью. Кинематическая вязкость определяется отношением динамической вязкости к плотности и измеряется в квадратных метрах на секунду. Сотая часть этого измерения называется стоксом (Ст), а десятитысячная — сантистоксом (сСт). Один сантистокс соответствует вязкости дистиллированной воды при 4° С. Условная (относительная) вязкость является отвлеченным числом, выражающим отношение времени истечения из вискозиметра типа ВУ 200 г испытуемого масла, нагретого до температуры 50 или 100° С, ко времени истечения такого же количества дистиллированной воды при температуре 20° С.
- ▶ Условная вязкость выражается в градусах ВУ50 или ВУ100 (индекс обозначает температуру масла при испытании). Иногда появляется необходимость перевести условную вязкость в кинематическую. Приблизительно это можно сделать по формуле

$$\nu = 7,32^{\circ} \text{ ВУ} - \frac{6,31}{^{\circ} \text{ ВУ}} \text{ сСт.}$$

- ▶ Более качественными считаются масла, у которых вязкость в меньшей степени зависит от температуры. При смешивании различных по вязкости масел образуются однородные смеси. Этим пользуются для получения масла необходимой вязкости. Температура вспышки — температура, при которой пары масла образуют с окружающим воздухом смесь, вспыхивающую при поднесении к ней пламени. Она служит показателем испаряемости и огнеопасности масла.

- ▶ При сравнении двух масел примерно одинаковой вязкости лучшим считается то, которое имеет более высокую температуру вспышки. Температура воспламенения — температура, при которой смазочный материал загорается от поднесенного пламени и горит не менее 5 с. Она обычно на 20–60°С выше температуры вспышки. Температура воспламенения, так же как и температура вспышки, позволяет определять возможность применения смазочного материала в условиях высоких температур. Температура застывания — такая температура, при которой масло теряет свою подвижность. Она характеризует возможность использования масла в условиях пониженных температур.

- ▶ Температура каплепадения — такая температура, при которой происходит падение первой капли смазки, помещенной в специальный прибор (прибор Убеллоде). Она характеризует возможность поступления смазки в сопряжение самотеком, например при пользовании масленками капельного типа.
- ▶ Пенетрация характеризует степень густоты смазки и определяется глубиной погружения в нее стандартного конуса за 5 с при температуре 25° С.
- ▶ Пенетрация выражается в сотых долях глубины погружения конуса, выраженной в сантиметрах.
- ▶ От величины пенетрации зависит подвижность смазки при подаче по трубопроводам.
- ▶ Наличие воды в масле является результатом небрежного хранения или транспортирования. Нефтеперерабатывающие заводы обычно выпускают масла, не содержащие воду. Присутствие даже следов воды в масле вызывает коррозию металлов. Масло, содержащее более 0,05% воды, невозможно подать к местам трения посредством фитилей и тампонов, так как напитанные водой, они перестают пропускать масло. Поэтому содержание воды в большинстве смазочных масел недопустимо.

- ▶ Механические примеси попадают в смазочные материалы при их изготовлении, хранении и во время работы машин.
- ▶ Находясь в масле во взвешенном состоянии, они вызывают повышенный износ, закупоривание маслопроводов и контрольно-измерительных приборов.
- ▶ Особенно опасно наличие волосовидных примесей. Консистентные смазочные материалы содержат обычно больше механических примесей, чем жидкие.
- ▶ В чистых солидолах содержание их доходит до 0,6%, в то время как в жидких смазках допустимое их содержание не более 0,05%.
- ▶ Для снижения загрязненности жидких масел в первую очередь обеспечивают герметизацию корпусов редукторов горного оборудования, что достигается выбором надлежащей конструкции уплотнений на выходных концах валов и прокладок на плоскостях стыков.

- ▶ Для предупреждения коробления корпусов и крышек редукторов важное значение имеет искусственное старение этих деталей после грубой механической обработки.
- ▶ Обработанная начисто деталь после искусственного старения самопроизвольно не деформируется.
- ▶ Заслуживает серьезного внимания опыт поддержания чистоты жидких масел путем сочетания принудительной системы смазки, установки в картерах магнитов, улавливающих металлические продукты износа, и отстойников, легко снимаемых промывки.

- ▶ Коксуемость выражает содержание кокса в весовых Процентах. Она характеризует степень очистки масла и количество нагара, которое может образоваться в смазываемых узлах. Из сравниваемых масел то лучшее очищено, у которого числовое значение коксуемости меньше. Такие масла могут находиться в циркуляционных системах более длительное время. Кислотное число выражает массу едкого калия (в миллиграммах), требующегося для нейтрализации 1 г масла, и характеризует содержание в маслах органических кислот, наличие которых сверх 0,35% может вызвать коррозию металла.

- ▶ По содержанию кислот и щелочей смазочные материалы должны быть нейтральны. Наличие кислоты в смазке усиливает коррозию и износ деталей. Щелочи вызывают потемнение цветных металлов. Однако небольшое количество свободных щелочей предохраняет консистентную (т.е. густую, типа солидолов) смазку от разложения во время хранения. Стабильность — свойство нагретого масла сопротивляться окислению кислородом воздуха. Она имеет большое значение для масел, используемых в условиях высоких температур (компрессоры, двигатели внутреннего сгорания и т. п.).

- ▶ Маслянистость, или липкость, смазочного материала характеризует его способность прилипать к смазываемым поверхностям и сопротивляться выдавливанию из зазоров между ними. Чем лучше маслянистость, тем меньше масло выдавливается из зазоров и тем выше его качество. Маслянистость смазочных материалов неодинакова. Лучшими являются растительные и животные жиры. Среди растительных масел наибольшей маслянистостью обладает касторовое, среди животных жиров костное и среди минеральных — цилиндрическое масло.

Классификация смазочных материалов

- ▶ Работоспособность и долговечность ГМиО (горные машины и оборудование) в значительной степени зависят от качества смазочных материалов. Высококачественная смазка повышает производительность и снижает эксплуатационные расходы, снижает потери мощности на трение, уменьшает изнашивание деталей, стабилизирует температуру их нагрева, предохраняет от коррозии, уплотняет зазоры, амортизирует ударные нагрузки в сочленениях.
- ▶ В зависимости от происхождения смазочные материалы делятся на *минеральные*, получаемые из нефти, угля и других минералов; *растительные*, получаемые из растений (хлопка, подсолнечника, кукурузы и т.д.); *животные*, получаемые из жира животных (свиное сало, тюлений, китовый, рыбий жир и т.д.); *синтетические*, получаемые в результате синтеза.

- ▶ Основное распространение получили смазочные материалы минерального происхождения.
- ▶ По физическим свойствам смазочные материалы подразделяются на смазочные масла, консистентные смазки и твердые смазочные материалы (тальк и графит), рабочие жидкости - для гидравлических систем. К смазочным маслам относятся материалы, которые сохраняют текучесть при температуре $t = +10-15^{\circ}\text{C}$, консистентные смазки при этой температуре переходят в мазеподобное состояние [4].

Смазочные масла

- ▶ Минеральные масла получают вакуумной и химической обработкой мазута, оставшегося после первичной переработки нефти. При этом выделяют масляные дистилляты: легкие, средние и тяжелые индустриальные масла; цилиндровые масла и масляный гудрон.
- ▶ Для удаления вредных примесей масляные дистилляты очищают добавлением в масло серной кислоты H_2SO_4 , обрабатывают щелочами (NaOH), воздействуют специальными веществами адсорбентами (землями, в порах которых происходит адсорбция содержащихся в масле примесей); обрабатывают масло специальными растворителями (фенолом, фурфуролом, нитробензолом и пропаном), обеспечивающими растворение вредных примесей; для очистки от серы обрабатывают водородом повышенного давления.

- ▶ Очищенные дистилляты (рафинады) подвергаются специальной обработке для придания маслам необходимых физических и химических свойств. Введение в масла присадок улучшают их эксплуатационные свойства.
- ▶ Основными физико-механическими свойствами минеральных масел являются их плотность, вязкость, температура вспышки, температура застывания, маслянистость, содержание механических примесей, воды, химическая стойкость.

▶

- ▶ Плотность минеральных масел находится в пределах 0,87-0,95 г/см³.
- ▶ Вязкость характеризует внутреннее трение жидкости и обуславливает образование маслянистой пленки на поверхности деталей. От вязкости масел зависят потери мощности на преодоление сил трения в сопряжениях, скорости изнашивания деталей, легкость запуска двигателя внутреннего сгорания, степень уплотнения поршня и гильзы. Вязкость определяется капиллярными вискозиметрами с калиброванными насадками, в которых замеряют время истечения жидкости.

- ▶ Различают динамическую, кинематическую и условную вязкость.
- ▶ *Под динамической вязкостью* понимают силу сопротивления взаимному перемещению двух параллельных слоев жидкости, Па·с.
- ▶ *Кинематическая* - это отношение динамической вязкости жидкости к ее плотности при измеряемой температуре, м²/с. Вода при t=+20°С имеет вязкость, равную 10⁻⁶ м²/с.
- ▶ *Условная вязкость* - это отношение времени истечения через калиброванное отверстие вискозиметра типа ВУ 200 мл исследуемой при определенной температуре жидкости ко времени истечения того же количества дистиллированной воды при t = +20°С.
- ▶ Кинематическая вязкость приводится в ГОСТах, и существуют коэффициенты перевода в динамическую и условную.

- ▶ Для определения вязкости жидкости при определенных температурах применяют специальные номограммы.
- ▶ Вязкостно-температурные свойства масел оцениваются индексом вязкости, чем он выше, тем лучше масло. Масла с индексом 80-90 считаются хорошими, а 100 и более - лучшими.
- ▶ *Вязкость* определяется при $t = +50^{\circ}\text{C}$, а для очень вязких при температуре $t = 100^{\circ}\text{C}$.
- ▶ Вязкость зависит от температуры и давления. С их повышением вязкость уменьшается, и наоборот. Масла, вязкость которых изменяется с изменением температуры незначительно, являются наиболее качественными. С повышением давления вязкость масел увеличивается.

- ▶ Температура, при которой масло теряет свою подвижность, называется температурой застывания. При этом мениск масла в наклонной на 45° пробирке не должен менять свою форму в течение 1 минуты. Температура застывания масла характеризует его пригодность для использования в различных климатических условиях. Температура застывания масел находится в пределах $t = -5-30^\circ\text{C}$.
- ▶ Температура, при которой масло загорается, если поднести к нему горящую спичку, и горит не менее 5 секунд, называется *температурой вспышки*. Она характеризует содержание в масле летучих углеводородов и пригодность масла для работы с нагретыми поверхностями. Температура вспышки минеральных масел $t=+200-300^\circ\text{C}$.

▶

- ▶ Маслянистость характеризует смазывающие качества масел, определяемые их способностью обеспечивать граничное трение между сопрягаемыми поверхностями за счет адсорбированных пленок. Масла растительного и животного происхождения обладают большей маслянистостью, чем нефтяные.

Химическая стойкость масел оценивается следующими показателями.

- ▶ *Кислотное число* характеризует коррозионные свойства жидкости и представляет собой количество миллиграммов едкого калия (KOH), необходимого для нейтрализации органических кислот в 1 грамме масла.
- ▶ *Зольность* масла показывает содержание в нем минеральных примесей. Она определяется количеством оставшейся воды в процентах после медленного выпаривания 50 грамм масла в тигле и прокаливании остатка до полного выгорания. Для промышленных - 0,007% и для автотракторных - 0,025%.
- ▶ *Коксовое число* характеризует способность масла к образованию нагара. Оно равно процентному содержанию кокса в навеске масла.
- ▶ *Термоокислительная способность* масла показывает его склонность к образованию лаковых колец в зоне работы поршня.

- ▶ Содержание воды в масле является причиной образования вредных эмульсий уменьшения вязкости и липкости масла и способствует окислению. Высоким требованиям, предъявляемым к смазочным материалам, удовлетворять обычные масла не могут, поэтому для придания маслам необходимых свойств добавляют специальные добавки.
- ▶ Для повышения вязкости и сообщения им свойств всесезонных масел используют присадки винилола (ВБ-2, КП-2) до 5%.
- ▶ Снижение температуры застывания масла достигается с помощью добавки депрессантов в количестве 0,1 - 2% АзНИИ, АФК.
- ▶ Антикоррозийные присадки за счет образования на поверхности материала прочной изолирующей пленки нейтрализуют в маслах продукты, вызывающие коррозию. К присадкам этого относятся НИИ, ГСМ-12 (0,5 - 3%).
- ▶ Антикислотные присадки (ингибиторы) повышают сопротивляемость материала к окислению БК-69, КП, АзНИИ-12, АН-22к (0,1 - 0,3%).

- ▶ Смазочные масла вырабатываются по стандартам и выпускаются по различным техническим условиям.
- ▶ Буквы и маркировка обозначают область применения, способ очистки, а цифры - вязкость. Например, АК 3п-6: А - автотракторное; К - кислотное; 3 - загущенное; п - присадка; 6 - кинематическая вязкость при $t=+100^{\circ}\text{C}$, равная $6 \cdot 10^6 \text{ м}^2/\text{с}$.
- ▶ По двойной классификации масла разделены на 6 групп по эксплуатационным свойствам А,Б,В,Г,Д,Е и на 7 групп по вязкости 6,8,10,12,14,16,20.
- ▶ Смазочные масла выбирают исходя из условий работы: давления на рабочих поверхностях, частоты вращения вала, температурного режима и конструкции узла (открытая или закрытая передача, наличие уплотнений и т.д.).

- ▶ Чем выше давление, тем большей вязкостью должны обладать смазочные материалы. Масло недостаточной вязкости будет выжиматься из зазора между поверхностями трения, толщина масляной пленки будет уменьшаться до полного ее разрыва, что приведет к непосредственному соприкосновению трущихся поверхностей.

- ▶ По основному назначению смазочные масла делят на следующие группы и подгруппы.

Группа	Подгруппа
Моторные	Универсальные Карбюраторные Авиационные Дизельные
Турбинные	Газотурбинные Турбинные общего назначения
Трансмиссионные	Для механических передач Для гидромеханических передач Для гидростатических передач
Индустриальные	Индустриальные общего назначения
Масла различного назначения	Компрессорные Цилиндровые Холодильные Изоляционные

- ▶ *Моторные* применяются для смазки деталей и сопряжений в двигателях внутреннего сгорания (автотракторные АКЗп-6 (М6Б), АК-Зп-10 (М10Б) и др. дизельные ДС-8 (М8Б) ДС-11 (М10Б) и др.).
- ▶ *Трансмиссионные* масла применяются для смазки тяжело нагруженных передач, трансмиссионное зимнее и летнее (Тац-10, Тац-15, ТС-8, ТС- 10, МТ-14П, МТ-16П и др.).
- ▶ *Индустриальные* применяют для смазки деталей в нормальных условиях (И-12А, И-20А, И-40А и др.).
- ▶ *Цилиндровые* применяют для смазки деталей тяжело нагруженных узлов, работающих при высокой температуре и во влажной среде (цилиндровое 11, цилиндровое 24 и др.).

- ▶ *Турбинные* применяют для смазки деталей, работающих с большими скоростями и выдерживающими высокие удельные нагрузки (Т46, Т47 и др.). *Компрессорные* применяют для смазки деталей и сопряжений, работающих в условиях высоких давлений и температуры (12М, 19М, Т. КС-19 и др.).
- ▶ *Специальные* масла - железнодорожные, трансформаторные, приборные (приборное МВП, осевое Л, З и С).

Консистентные смазки

- ▶ Консистентные смазки получают в результате механического смешивания маловязких или средневязких минеральных масел (80-90%) с загустителями (20-10%).
- ▶ В качестве загустителей применяют: кальциевые, натриевые, литиевые бариевые мыла высокомолекулярных жирных кислот; твердые углеводороды - парафин, церезин, петралатунь, твердые органические соединения и продукты обработки неорганических кислот.
- ▶ Консистентные (густые) смазки с кальциевым загустителем (солидолы) и натриевым (консталины) - получили широкое применение.

- ▶ Важнейшие свойства этих материалов создавать сплошной смазочный слой при высоких удельных нагрузках на поверхности трения, удерживаться на них продолжительное время и надежно смазывать детали, работающие в больших диапазонах температур (от -60 до $+250^{\circ}\text{C}$). Благодаря этому пластичные смазочные материалы применяют для смазывания тяжело нагруженных поверхностей трения и деталей, работающих при низких и высоких температурах, подшипников, вертикальных валов, плоских и цилиндрических направляющих. Эти материалы используются также при нагрузках, часто меняющих направление (вращение в противоположных направлениях, возвратно-поступательное движение), при толчках и ударах.

- ▶ Эти смазки препятствуют попаданию на поверхности трения загрязнений и используются в условиях воздействия на поверхности трения воды, пыли и грязи. Системы с такими материалами не требуют сложных уплотнительных устройств, не нуждаются в постоянном внимании со стороны обслуживающего персонала, смазывают в течение длительного времени труднодоступные поверхности трения.
- ▶ Основными свойствами густых смазок являются: теплостойкость, прочность, влагостойкость, растворимость, антикоррозийность, стабильность. Содержание мелких примесей и антифрикционность.

- ▶ *Теплостойкость* смазок характеризуется температурой каплепадения, при которой из смазки, нагреваемой в определенных условиях, выделяется первая капля.
- ▶ Для нормальной работы узла трения температура каплепадения смазки должна быть выше возможной температуры нагрева детали не менее чем на $+15^{\circ}\text{C}$. Смазки с температурой каплепадения $t=+65 - 100^{\circ}\text{C}$ относятся к среднеплавким и с температурой более $t=+100^{\circ}\text{C}$ к тугоплавким.
- ▶ *Прочность смазки* - ее способность сопротивляться действию сил, сбрасывающих или срывающих ее со смазываемой поверхности. С повышением температуры предел прочности смазки уменьшается и при температуре плавления равен нулю. При большом пределе прочности смазки плохо проникают в зазоры.
- ▶ *Влагостойкость смазок* характеризуется их способностью противостоять эмульгированию. Смазки с углеводородными загустителями имеют наибольшую влагостойкость, а с натриевыми - наименьшую.

- ▶ *Растворимость смазок* определяется по потере в весе покрытой смазкой металлической пластинки, опущенной в кипящую воду.
- ▶ *Антикоррозийность* определяется степенью воздействия на металлические поверхности. Высокие антикоррозийные свойства имеют смазки, не содержащие водорастворимых кислот, щелочей и свободных органических кислот.
- ▶ *Стабильность* характеризует способность смазок сохранять свои первоначальные свойства: механические - структуру при механических воздействиях; химические - устойчивость при окислении воздухом.
- ▶ *Термическая стабильность* - свойства смазки сохранять свою структуру при длительном нагреве.
- ▶ *Коллоидная стабильность* - стойкость смазок против выделения из них жидкого минерального масла при хранении и нагреве. Качественные смазки имеют небольшое выделение.

- ▶ *Антифрикционные свойства* консистентных смазок зависят от качества базового масла, вида загустителя и содержания противоизносных присадок.
- ▶ Антифрикционные пластичные смазки делятся на 12 подгрупп: общего назначения, многоцелевые, термостойкие, морозостойкие, противозадирные, противоизносные, химически стойкие, редукторные (трансмиссионные), приборные. Из них наиболее распространены следующие:
- ▶ *общего назначения* (солидол марки Ж и пресс-солидол Ж по ГОСТ1033-79, синтетические солидол марки С и пресс-солидол С по ГОСТ 4366-76) для узлов трения качения и скольжения, различных машин и механизмов, работающих при температурах от -25 до +65° С;

- ▶ *общего назначения для повышенных температур* (1-13 жировая по ОСТ 3801145-80), для узлов трения с рабочей температурой до 110°С;
- ▶ *многоцелевые* (Литол-24, Униол -2, ЦИАТИМ-221,) для узлов трения с рабочей температурой от -30 до +130°С в условиях повышенной влажности среды;
- ▶ *термостойкие* (Униол-2, ЦИАТИМ-221, ВНИИ НП-207) для узлов трения с рабочей температурой +150°С и выше;
- ▶ *морозостойкие* (ЦИАТИМ-201, ЦИАТИМ-203) для узлов трения с рабочей температурой -40°С и ниже;
- ▶ *противозадирные и противоизносные* (ВНИИ НП-242, Униол-2) для подшипников качения при контактных напряжениях выше 2500 МПа и подшипников скольжения при удельных нагрузках выше 150 МПа;
- ▶ *химически стойкая* (ЦИАТИМ-205) для узлов трения, контактирующих с агрессивными средами

- ▶ Кроме этих материалов для смазки горных машин применяются: *лита* консервационная, влагостойкая смазка, с температурой от -50 до
- ▶ +100°С. Ее применяют для смазывания узлов трения механизмов переносного инструмента с электрическим и механическим приводом;
- ▶ *Зимой* - влагостойкая с улучшенными противозадирными свойствами смазка, применяемая для узлов трения ГМиО, эксплуатируемого в районах с холодным климатом;
- ▶ *НБЗ-3* литиевая смазка, употребляемая для смазывания роликовых опор конвейеров, узлов экскаваторов, буровых станков, бульдозеров и др. В герметических узлах трения она работает без смены 3-5 лет;

- ▶ 39У - смазка канатная, влагостойкая, используемая для смазки канатов подъемно-транспортных машин, ручного и бурового оборудования.
- ▶ К смазочным консистентным материалам относятся также уплотнительные, которые используют для герметизации зазоров, облегчения сборки и разборки арматуры, сальниковых устройств, резьбовых, разъемных и подвижных соединений любых систем.
- ▶ Уплотнительные смазочные материалы разделяют на три группы: арматурные, резьбовые, вакуумные.

Смазочные системы

- ▶ Ни одна современная машина, а горная в первую очередь, не могут работать без смазки поверхностей трения. Эффект смазки зависит от того, насколько свойства применяемых смазочных материалов, соответствуют условиям работы поверхностей трения и способа подачи к ним этих материалов. Способ подачи смазочного материала, в свою очередь, зависит от конструкции смазывающих деталей и условий их работы.
- ▶ *По числу пар поверхностей трения, смазываемых одним смазывающим устройством, способы подачи делятся на индивидуальные и централизованные. При индивидуальном способе - смазочный материал подается к каждому узлу трения отдельным устройством. При централизованном способе - материал подается одним устройством к нескольким узлам трения.*

- ▶ По характеру подачи смазочных материалов способы подразделяются на непрерывный и периодический.
- ▶ По способу дозирования смазочного материала различают подачу с объемным дозированием и дроссельным. При первом способе количество смазочного материала, подаваемого к поверхностям трения, зависит от рабочего объема насоса или питателя, а при втором - от степени перекрытия потока материала.

- ▶ *В зависимости от вида подачи смазывающего материала к трущимся поверхностям различают подачу под давлением, создаваемым насосом или шприцем, и без принудительного давления (под действием силы тяжести) благодаря капиллярным свойствам фитиля или путем переноса вращающимися деталями внутри узла трения.*
- ▶ В соответствии с этими факторами и видом смазочного материала (консистентный или жидкий) выбирают конструкцию смазочной системы.
- ▶ *По характеру присоединения нагнетателя к смазывающему устройству эти системы делят на неразъемные, в которых нагнетатель присоединен к смазывающему устройству постоянно, и отдельные, где нагнетатель присоединен только на время подачи смазывающего материала. Неразъемные системы делятся на системы непрерывной и периодической подачи.*

- ▶ *По возможности контроля* подачи смазочного материала смазочные системы бывают с неконтролируемой и контролируемой подачами.
- ▶ *По характеру циркуляции* - проточные, циркуляционные и специальные.
- ▶ *Периодическое смазывание* производят в промежутки времени, предусмотренные инструкцией по ТО, а *непрерывное* - через заранее установленные периоды времени в процессе работы машины. *Принудительная подача* выполняется насосами различного типа, а в системах без принуждения - самотеком.
- ▶ *В проточных системах* смазочные материалы пропускают через смазываемые системы и не возвращаются к ним, а при *циркуляционных* - многократно возвращаются.

- ▶ *В индивидуальных системах* применяют периодическое и непрерывное смазывания. Наиболее простыми индивидуальными системами являются пресс-масленки. Жидкие смазочные материалы подаются фитильными, капельными или кольцевыми устройствами. Широко применяются в опорах горизонтальных устройств кольцевые смазочные устройства. Кольцевое смазывание - циркуляционное.
- ▶ Подшипники качения питаются жидкой смазкой с частичным погружением опоры в масло, залитое в корпус, брызгами или масляным туманом. Смазывание солидолом заключается в периодической набивке его в подшипниковый узел.

- ▶ Подвод смазочной жидкости к месту контакта зубьев колес осуществляется захватыванием масла из ванны (смазка окунанием), а также с помощью капельных и струйных устройств. В редукторах за счет окунания смазывается обычно часть зубчатых колес, остальные детали - за счет разбрызгивания масла. Смазывание окунанием рекомендуется в цилиндрических и червячных передачах со скоростью 14 м/с 10 м/с соответственно.
- ▶ При выборе системы смазывания необходимо учитывать размеры смазываемых поверхностей, взаимное расположение точек смазки, сорта смазочных материалов.

- ▶ Основным руководящим документом по выбору смазочных материалов является карта смазки, которую составляют в процессе проектирования машины. Карта содержит схему машины с нанесенными и пронумерованными точками и спецификацию этих точек.
- ▶ На схеме четко указываются места залива масла, маслоуказатели, насосы, фильтры, масленки и другие смазочные приборы.

- ▶ В спецификации указывается порядковый номер и название детали, количество смазочных точек, система и режим смазывания. Сорт и норма расхода смазочного материала, вместимость масляной ванны, сроки службы масла до смены и заменитель основных сортов смазочных масел. Порядковые номера смазываемых точек на схеме наносят по часовой стрелке, а вся спецификация дается по узлам. При этом все пары деталей, смазываемые от одной масленки, на схеме принимают за одну точку. Для централизованной системы смазывания дается развернутая схема с указанием всех смазываемых точек.

4. Чтение технологических карт

- ▶ **Технологическая карта** – это стандартизированный документ, содержащий необходимые сведения, инструкции для персонала, выполняющего некий технологический процесс или техническое обслуживание объекта. Надо сказать, что чаще всего технологическая карта составляется для каждого отдельно взятого объекта, оформляясь в виде понятной таблицы.

- ▶ В одной технологической карте могут учитываться различные, но при этом имеющие какое-либо сходство между собой модели объектов. Данный вид документации составляется исключительно техническими службами предприятия, тогда как утверждается непосредственно руководителем предприятия. Технологическая карта (ТК) должна отвечать на вопросы:
 - ▶ Какие операции необходимо выполнять
 - ▶ В какой последовательности выполняются операции
 - ▶ С какой периодичностью необходимо выполнять операции (при повторении операции более одного раза)
 - ▶ Сколько потрачено времени на выполнение каждой операции
 - ▶ Какие необходимы инструменты и материалы для выполнения операции.

- ▶ Технологические карты разрабатываются в случае:
- ▶ Высокой сложности выполняемых операций;
- ▶ Наличие спорных элементов в операциях, неоднозначностей;
- ▶ При необходимости определения трудовых затрат на эксплуатацию объекта.
- ▶ Как правило, ТК составляется для каждого объекта отдельно и оформляется в виде таблицы. В одной ТК могут быть учтены различные, но схожие модели объектов. Технологическая карта составляется техническими службами предприятия и утверждается руководителем предприятия (главным инженером).

- ▶ **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ** (a. flowsheet of a mine; н. technologisches Schema eines Bergwerk; ф. schema technologique de l'entreprise miniere; и. esquema tecnologica de empresa minera) — совокупность основных и вспомогательных производственных процессов в сочетании с необходимыми для их выполнения выработками, средствами механизации и автоматизации, обеспечивающая при рациональной организации работ безопасную и эффективную разработку месторождения.

- ▶ Основа технологической схемы горнодобывающего предприятия — взаимосвязанное решение вопросов вскрытия, подготовки шахтного поля, системы разработки и механизации очистных работ, транспорта, подъёма, вентиляции, энергоснабжения, водоотлива. В связи с этим технологическая схема горнодобывающего предприятия реализуется в виде цепи последовательно осуществляемых процессов, которая включает ряд звеньев — основных, непосредственно создающих поток полезных ископаемых, и вспомогательных, обеспечивающих его функционирование в заданном режиме. Процессы (и их составляющие), а также звенья для ряда технологических схем горнодобывающего предприятия могут быть одинаковыми (способ отбойки, доставки, транспорт, подъём, аккумулярующие и перепускные выработки, системы канализации энергии и др.).

- ▶ Реализация вспомогательных процессов (вентиляции, энергоснабжения и водоотлива) в значительной мере связана с теми же выработками, в которых осуществляются основные процессы.
- ▶ Главные факторы, определяющие формирование технологической схемы горнодобывающего предприятия: форма, размеры и глубина залегания полезных толщ, наличие полезных ископаемых различных видов и сортов, производственная мощность рудника (шахты), параметры выемочной единицы, тип применяемого оборудования, очерёдность разработки отдельных участков месторождения, особенности использования выработанного пространства. Остальные факторы влияют на формирование технологической схемы через основные.

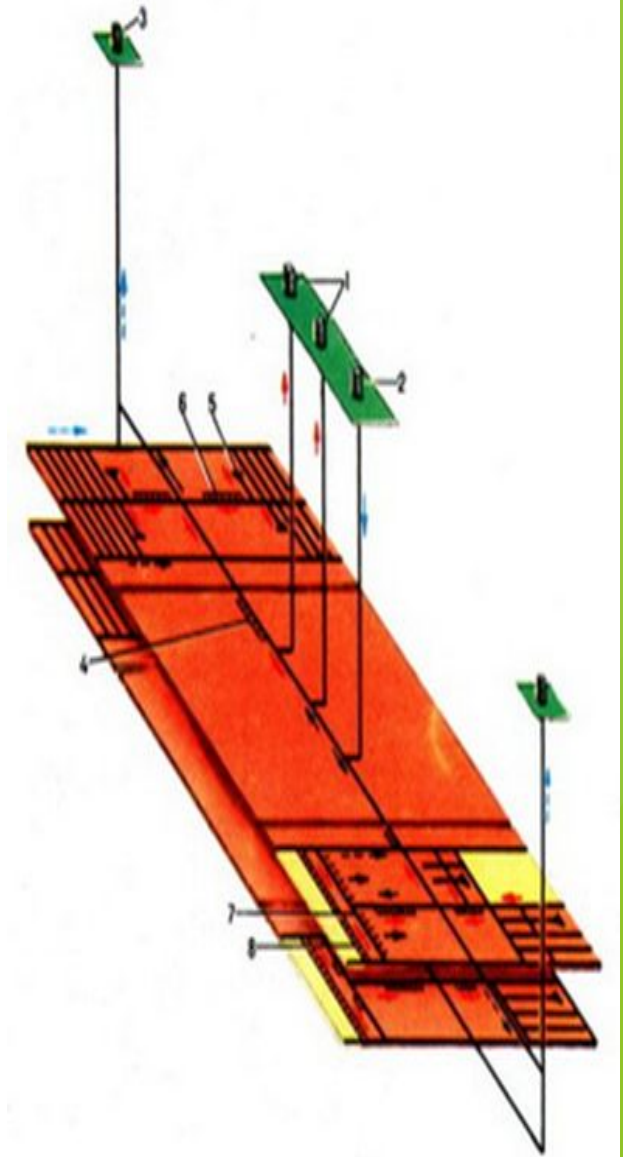
- ▶ Например, крепость и устойчивость руды — через тип применяемого оборудования и параметры выемочной единицы (комбайновая или взрывная отбойка, высота отбиваемого слоя и т.д.), запасы месторождения — через производственную мощность горного предприятия и т.д.
- ▶ На рудных шахтах горизонтальные маломощные залежи определяют площадное развитие горных работ (как бы в объёме одной ступени) с горизонтальными рудопотоками в пределах всей рабочей площади месторождения по извлечению и воспроизводству запасов выемочных единиц. С увеличением угла наклона либо мощности залежи в рудопотоках начинает расти вертикальная составляющая и они приобретают ступенчатую форму. Для крутых, а также для пологих мощных и особенно сверхмощных залежей рудопотоки становятся многоступенчатыми.

- ▶ Вид рудопотоков, преобладающее направление их развития — один из главных отличительных признаков (характеристик) технологической схемы рудной шахты. Другой важный признак — способ отбойки полезных ископаемых, третий — способ механизации основных производственных процессов эксплуатации месторождения. В связи с этим технологические схемы рудных шахт можно систематизировать по следующим признакам: генеральное направление развития рудопотоков — одноступенчатые (горизонтальные) и многоступенчатые; способы отбойки и механизации основных производственных процессов — с механической отбойкой и техникой непрерывного действия; с механической отбойкой и техникой циклического действия; со взрывной отбойкой и техникой циклического действия; со взрывной отбойкой, последующим механическим дроблением и конвейерной доставкой.

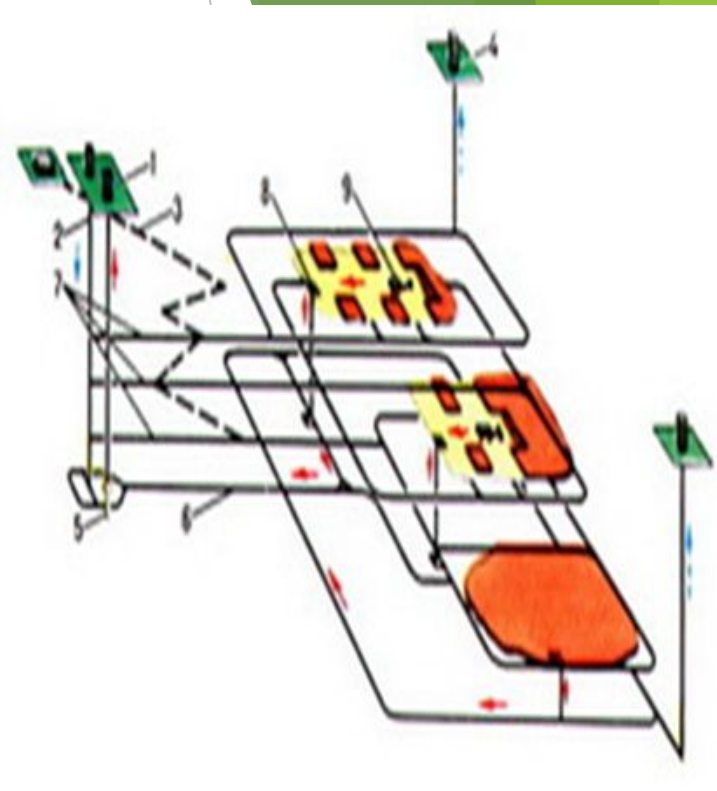
- ▶ Кроме основных, могут быть выделены и дополнительные признаки: число рудопотоков и горизонтов для транспортирования руды, наличие закладочных работ, расположение мест производства буровых, поставочных работ по отношению к транспортному горизонту и т.п.
- ▶ Под технологическими картами понимают комбинации способов и средств (или просто средств) проведения горных выработок для выполнения конкретных поставленных задач. Они преследуют цель обеспечить проведение типовых, достаточно протяженных, многократно повторяющихся выработок (штольни, квершлагги, штреки, рассечки) готовыми рациональными решениями по организации и технологии проходческих работ, способствующими уменьшению трудоемкости, улучшению качества и снижению себестоимости проведения выработок.

- ▶ Технологические карты разрабатываются применительно к конкретным условиям разведки рудных, коренных и россыпных месторождений с применением горнопроходческого оборудования, серийно выпускаемого по чертежам.
- ▶ В качестве примера приведем технологическую карту, которая включает в себя следующие виды работ: устройство дорог, отвалов, оборудование устья штольни, электроподстанции, компрессорной станции, участкового склада взрывчатых материалов, бытового блока, ремонтной мастерской, электровозного депо, проходка подземных горно-разведочных выработок.

- ▶ Одноступенчатые (горизонтальные) технологические схемы горнодобывающего предприятия (рис. 1, рис. 2, рис. 3) характерны для рудных шахт, разрабатывающих пластовые и пластообразные горизонтальные месторождения, а также пологие рудные залежи с небольшой глубиной распространения.
- ▶ Главный отличительный признак этих схем — продолжительный (на всё время отработки запасов месторождения или его части) срок службы главной транспортной и вентиляционной горизонтальных выработок, развитие фронта горных работ и преобладающее перемещение горной массы и грузов по горизонтали.



- ▶ В первую очередь, сюда относятся схемы разработки большинства месторождений калийных и марганцевых руд, отличающиеся большими площадями распространения, относительно выдержанными элементами залегания, значительными запасами полезных ископаемых в пределах одного горизонта.



- ▶ Многоступенчатые схемы (рис. 4, рис. 5, рис. 6, рис. 7, рис. 8 - на следующих слайдах) характерны для рудных шахт, разрабатывающих крутопадающие, наклонные, а также пологие с большой глубиной распространения рудные тела.
- ▶ Главный отличительный признак этих технологических схем горнодобывающего предприятия – постоянное понижение уровня горных работ, относительно небольшие запасы полезных ископаемых в пределах одного горизонта. Очистная выемка, как правило, ведётся одновременно на 2-3 горизонтах и более.

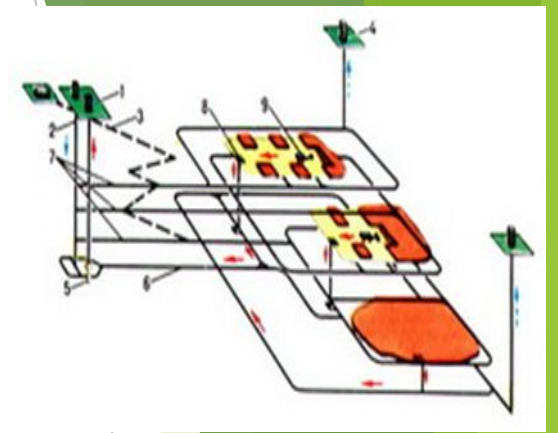
- ▶ Как при одноступенчатых, так и при многоступенчатых технологических схемах горнодобывающего предприятия может быть применена техника непрерывного и цикличного действия. Технологическая схема горнодобывающего предприятия с оборудованием непрерывного действия наиболее широко распространена при разработке горизонтальных месторождений руд небольшой крепости, в частности калийных и марганцевых.

- ▶ Вскрытие шахтных полей производится вертикальными и наклонными стволами или штольнями, а также их комбинацией. Подготовка к очистной выемке осуществляется проведением от главных штреков панельных откаточных и вентиляционных штреков, делящих шахтное поле на отдельные панели. Выемка руды в панелях производится камерами, лавами или заходками.

- ▶ Её непрерывность достигается использованием выемочных комбайнов в комплексе с телескопическими (или самоходными) ленточными конвейерами, а в лавах — очистных комплексов, включающих очистной комбайн, забойный конвейер и механизированную крепь, в сочетании с конвейерным транспортом по остальным выработкам (включая наклонный ствол). Возможна комбинация техники непрерывного и циклического действия: на калийных шахтах при комбайновой выемке камер доставка руды до панельного конвейера или рудоспуска осуществляется самоходными вагонами, а при буровзрывной выемке на погрузке и доставке руды используются погрузочно-доставочные машины, погрузочные машины с самоходными вагонами, скреперные установки в сочетании с скребковыми конвейерами.

- ▶ При добыче крепких руд с буровзрывной отбойкой в большинстве случаев применяют технологическую схему горнодобывающего предприятия с использованием техники циклического действия. На погрузке и доставке используются экскаваторы, вибропитатели, погрузочные машины, погрузочно-доставочные машины на пневмошинном ходу, автосамосвалы, скреперные установки, транспорт руды — электровозный или автомобильный. Последний эффективен при глубине разработки не более 300 м, когда руда без перегрузок транспортируется непосредственно на поверхность.

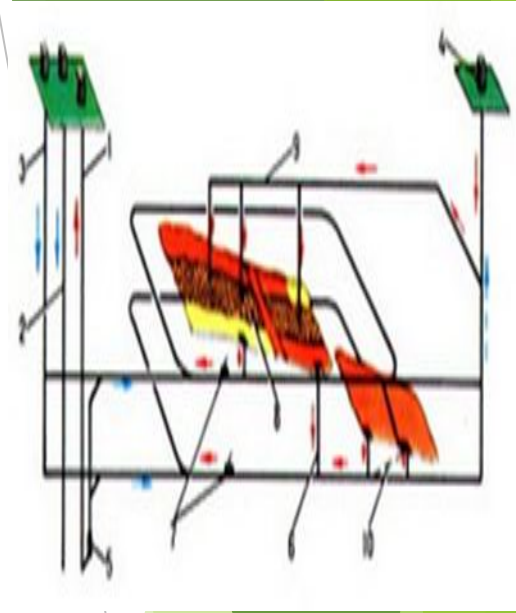
- ▶ Применение самоходного оборудования в технологической схеме горнодобывающего предприятия требует в первую очередь решения вопроса его доставки к очистным забоям. Наиболее целесообразный вариант — сооружение в этих целях специального грузового ствола, который одновременно используется для спуска-подъёма крупногабаритного оборудования и в качестве основной воздухоподающей выработки или наклонного съезда, который обеспечивает сообщение между горизонтами и поверхностью, в т.ч. для выезда машины своим ходом на поверхность для периодического техобслуживания. Наклонный съезд может также использоваться для доставки людей, материалов, оборудования.



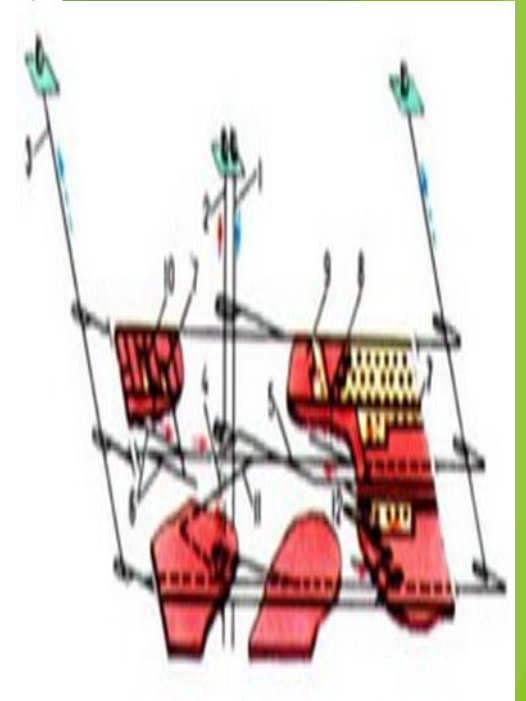
- ▶ Как при одноступенчатых, так и многоступенчатых технологических схемах горнодобывающего предприятия очистная выемка может быть или сосредоточена на одном горизонте, или рассредоточена по вертикали.
- ▶ Погрузочно-доставочные выработки, предназначенные для перемещения полезных ископаемых в пределах выемочного участка, могут проводиться на одном уровне с транспортным горизонтом или выше его.
- ▶ В первом случае руда, поступающая из очистных забоев, напрямую грузится непосредственно на конвейер или в вагоны, во втором – через систему рудоспусков.
- ▶ Наличие системы аккумулярующих рудоспусков сокращает простои оборудования из-за перерывов в работе соответственно очистного оборудования или транспорта.

- ▶ С этой целью в высокопроизводительных схемах с прямой погрузкой при разработке пластовых месторождений создают промежуточные участковые подземные склады, с которых руда перегружается на магистральный транспорт.
- ▶ При многоступенчатых технологических схемах горнодобывающего предприятия возможны варианты с совмещённым буро-погрузочно-транспортным, с совмещённым погрузочно-транспортным и с промежуточными буровыми и доставочными горизонтами.
- ▶ При необходимости разделения рудопритоков по сортам и видам руд предусматриваются отдельные рудоспуски в районе рудных тел, отдельные транспорт и подъём.

- ▶ В технологической схеме горнодобывающего предприятия с закладкой выработанного пространства и утилизацией отходов производства может быть применён механический ("машинный") или гидравлический способ транспорта закладки и отходов. Подачу сухой закладки или отходов с поверхности осуществляют или непосредственно в выработанное пространство по скважинам и восстающим, или по трубопроводу, проложенному в одном из стволов, с последующей доставкой сухой закладки (отходов) конвейерами или электровозным транспортом. Прокладку рабочего и резервного трубопроводов для подачи в шахту гидравлической или твердеющей закладки также осуществляют по скважинам или одному из стволов. В исключительных случаях проводится специальный закладочный ствол, который одновременно используют в целях вентиляции.



- ▶ Технологическая схема горнодобывающего предприятия реализуется и оценивается исходя из условия обеспечения установленной производственной мощности предприятия на основе решений, применяемых по основным и вспомогательным производственным процессам. Её обоснование в целом производится исходя из обеспечения: равномерной выдачи продукции; разделения всего производственного процесса на отдельные рабочие процессы, выполняемые специализированными звеньями, совмещёнными в той или иной мере во времени; возможности резервирования; работы всей технологической схемы в соответствии с заданным темпом как единой производственной единицы; эффективного функционирования всей технологической схемы путём ликвидации "узких мест" (даже за счёт мероприятий, не экономичных для каждого звена в отдельности).



- ▶ Построение и расчёты технологической схемы горнодобывающего предприятия базируются на результатах разносторонних исследований вопросов отбойки, выпуска и вторичного дробления руды, конструкций днищ блоков, схем вскрытия и подготовки, параметров применения циклично-поточной и поточной технологий с использованием самоходного оборудования, виброустановок и конвейерных систем. В основе расчёта технологических схем рудных шахт лежат зависимости занятости пунктов выпуска руды от соотношения затрат времени на погрузку транспортной единицы ко времени её движения и разгрузки, от соотношения вида, характеристики и числа транспортных средств к числу пунктов выпуска и кусковатости рудной массы, от соотношения простоев транспорта к числу очистных забоев и ёмкости аккумулирующих выработок.

- ▶ Для формирования и оценки технологической схемы горнодобывающего предприятия как системы рудопотоков определяют мощность технологических звеньев — количество и производительность очистных и подготовительных забоев, число и ёмкость транспортных единиц, типоразмеры оборудования подземного дробильно-бункерного комплекса, производительность подъёма. При этом мощность каждого технологического звена понимается как наибольшая возможная его производительность при отсутствии помех со стороны других звеньев, а мощность действующей рудной шахты при данной технологической схеме горнодобывающего предприятия — как максимальная добыча полезных ископаемых установленного качества в единицу времени при наиболее полном использовании средств и возможностей организации производства.

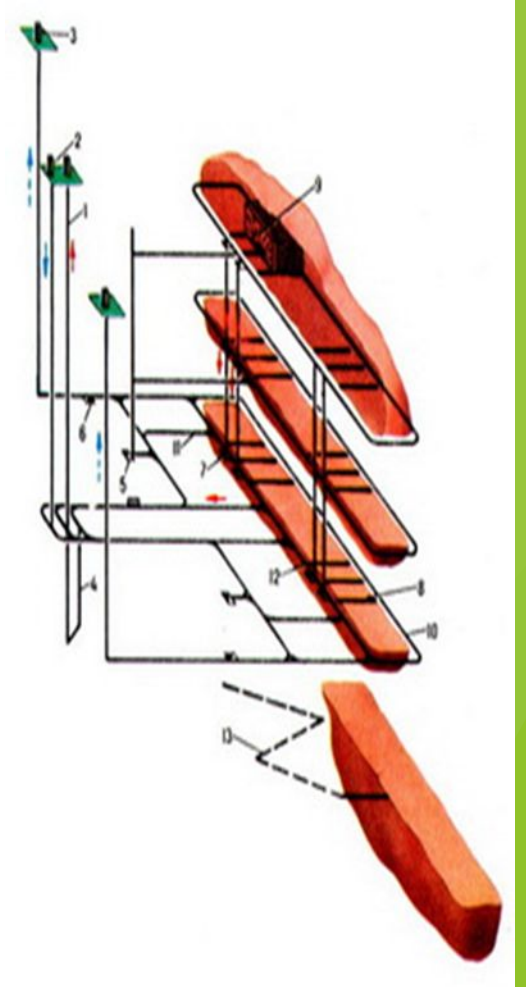
- ▶ Перспективы технологической схемы горнодобывающего предприятия в первую очередь связываются со схемами с вертикальными рудоподъёмными и вспомогательными стволами, расположенными в центре на общей площадке, и вентиляционными — на флангах шахтного поля. При освоении месторождений, залегающих на глубине до 500-600 м, наиболее целесообразна схема с вертикальным рудоподъёмным стволом в сочетании с наклонным съездом для самоходного оборудования, а при больших глубинах — в сочетании с грузовым вертикальным стволом, оборудованным кабель-краном для спуска самоходного и крупногабаритного стационарного оборудования без разборки. Эффективной может оказаться схема с конвейерным транспортом руды по наклонному стволу прямо на обогатительную фабрику.

- ▶ Одно из возможных направлений — развитие технологической схемы горнодобывающего предприятия с выдачей горной массы на поверхность по наклонному стволу троллейвозами грузоподъёмностью 40-50 т, а также схем с предварительным обогащением рудной массы под землёй.
- ▶ Широкое распространение получает технологическая схема горнодобывающего предприятия с твердеющей и гидравлической закладкой выработанного пространства, в т.ч. отходами горного производства, обогатительного и металлургического переделов.

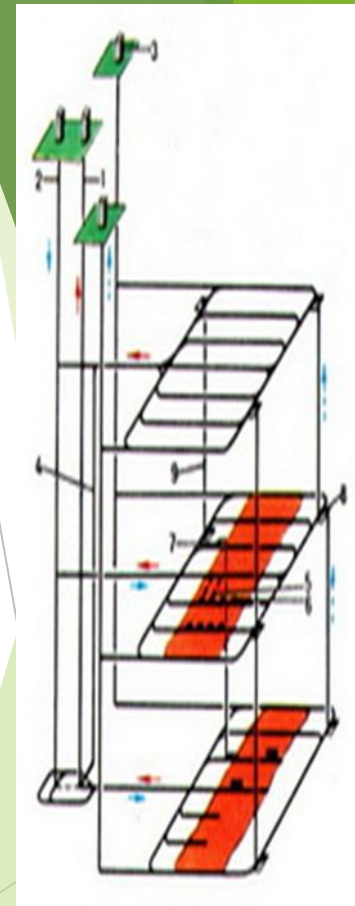
- ▶ Снижение стоимости закладки расширяет область эффективного применения этих схем на отработку рядовых по стоимости и бедных руд.
- ▶ В вертикальных технологических схемах складывается тенденция к переходу на плоские днища и торцевой выпуск.
- ▶ При комбинированной (открыто-подземной) отработке месторождений возможно использование единых технологических схем горнодобывающего предприятия.
- ▶ Для отбойки применяют карьерные буровые станки, на погрузке – гидравлические экскаваторы, конвейерный подъём по общему стволу, заполнение пустот вскрышными породами.

- ▶ На угольных шахтах технологическая схема горнодобывающего предприятия характеризуется высоким уровнем комплексной механизации очистных и подготовительных работ, широким применением конвейерного транспорта угля и производительных средств колёсного транспорта, эффективной вентиляцией выработок, использованием средств механизации и автоматизации на вспомогательных процессах и для обеспечения безопасных и комфортных условий труда. Доставка людей, материалов и оборудования к рабочим местам производится колёсным или монорельсовым транспортом.

- ▶ В угольных шахтах получили распространение технологические схемы горнодобывающего предприятия с длинными очистными забоями, оборудованными комбайнами флангового действия или стругами, механизированной или стоечной крепью, скребковыми конвейерами. Управление горным давлением осуществляется, как правило, полным обрушением пород кровли. Закладка выработанного пространства применяется при разработке мощных крутых пластов, представленных самовозгорающимися углями, и для охраны объектов на земной поверхности. Подготовка очистных забоев производится одиночными или спаренными выработками, погашаемыми вслед за очистным забоем или используемыми повторно при отработке соседней лавы. Горизонтальные магистральные выработки проводят также одиночными или спаренными, чаще полевыми, наклонные – по 2-3 на выемочное поле (рис. 9).



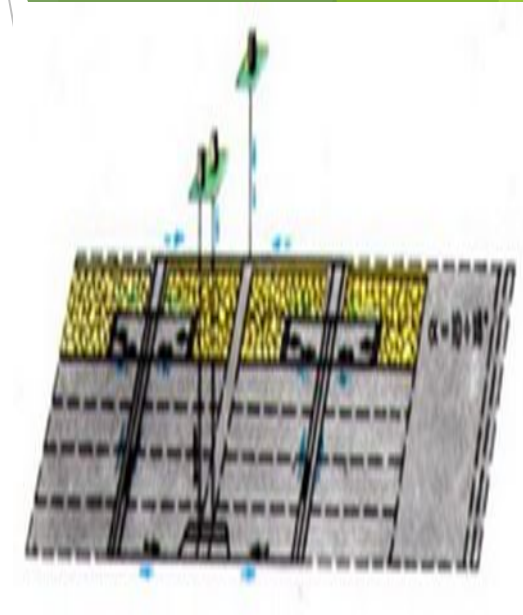
- ▶ В шахтах США, Канады и Австралии широко применяют технологическую схему горнодобывающего предприятия с короткими очистными забоями. При очистной выемке угля и при проведении выработок используется самоходное оборудование, телескопические ленточные конвейеры; очистные и подготовительные выработки крепят анкерами. Управление горным давлением осуществляется путём регулярного оставления целиков угля. Общешахтный транспорт конвейерный или колёсный. При подготовке к эксплуатации выемочные поля оконтуривают группами выработок (по 4-6 в группе), проводимых, как правило, без подрывки пород и используемых обособленно для технологических целей: вентиляции, транспорта угля, доставки материалов и оборудования, перемещения людей (рис. 10).



- ▶ Технологические схемы горнодобывающего предприятия с короткими очистными забоями характеризуются высоким уровнем производительности труда и низким извлечением угля из недр. Область наиболее эффективного применения этих схем — пологие и горизонтальные пласты средней мощности.
- ▶ Помимо технологии очистных работ к наиболее характерным признакам технологических схем угольной шахты, определяющим конструктивное воплощение схемы и генеральное направление формирования углепотока, относятся схемы вскрытия и подготовки.

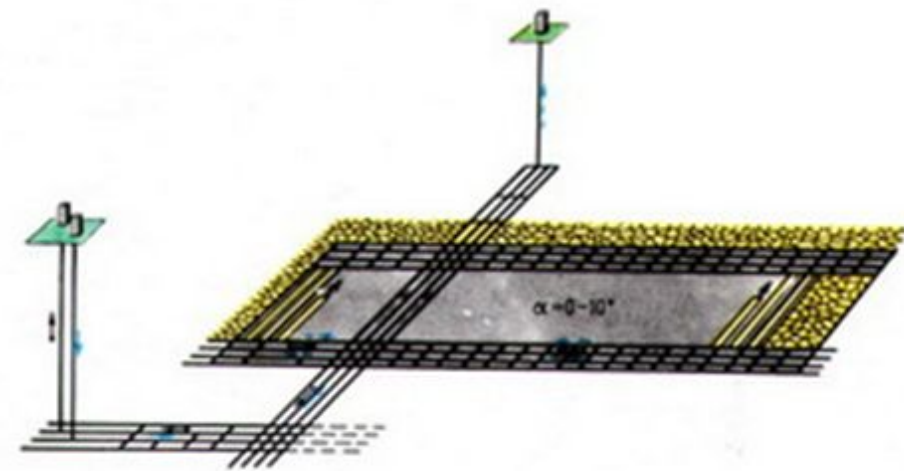
- ▶ По этим признакам выделяются технологические схемы горнодобывающего предприятия с разделением шахтного поля на блоки и без разделения, одnogоризонтные (одноступенчатые) и многогоризонтные (многоступенчатые) в сочетании с этажной, панельной и погоризонтной подготовкой.
- ▶ При переменных углах падения пластов применяют комбинированную подготовку, например этажную в бремсберговой части поля и погоризонтную или панельную – в уклонной.

- ▶ Технологическая схема горнодобывающего предприятия с разделением шахтного поля на блоки используется при значительных размерах шахтного поля по простиранию (до 10-16 км). Размеры блоков по простиранию от 2,5-3 км при выемке пластов по простиранию и до 4-4,5 км при выемке по падению или восстанию. Оптимальное число блоков 4-6 при одном горизонте и 3-4 при разделении шахтного поля на два горизонта. Каждый блок вскрывается двумя стволами, предпочтительно центрально-сдвоенными. На откаточном горизонте блоки соединяют общей транспортной магистралью (как правило, полевым штреком) с главным стволом, пройденным в центре шахтного поля (рис. 11).



- ▶ Технологическая схема горнодобывающего предприятия характеризуется независимой и, как правило, одновременной отработкой блоков, их обособленным проветриванием и объединённой транспортной системой. Применение технологических схем с разделением на блоки позволяет обеспечить интенсивную разработку запасов, хорошие технико-экономические показатели, повышение безопасности труда при значительных масштабах производства.

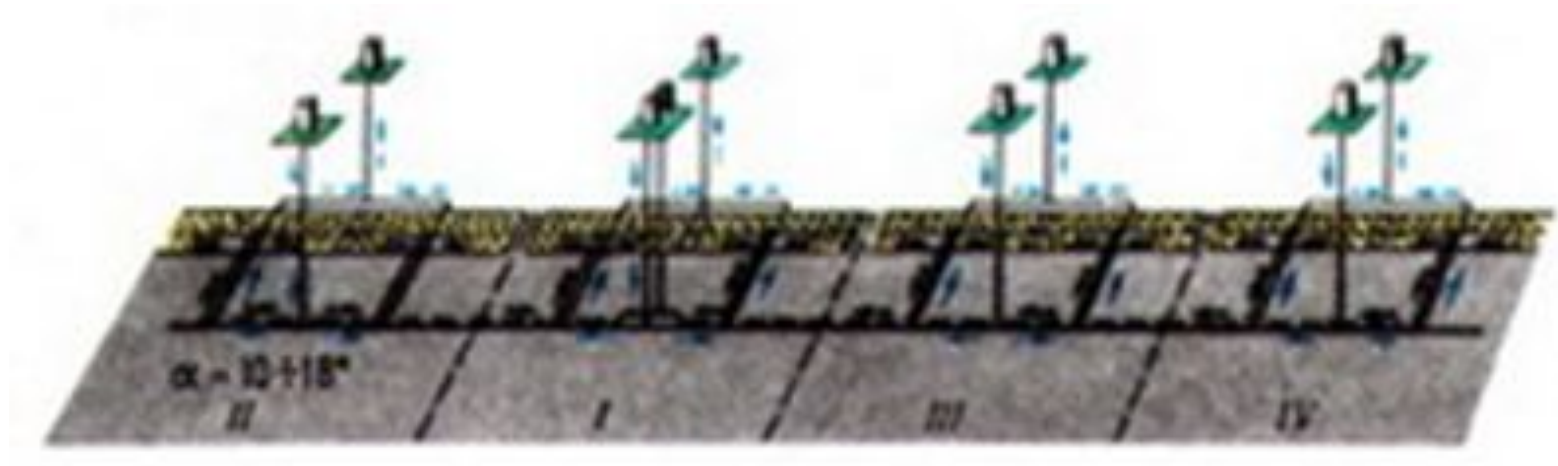
- ▶ Одногорizontные схемы характерны для шахт, разрабатывающих одиночные горизонтальные и пологие пласты угля и горючего сланца или свиты из 2-4 пластов при размерах шахтных полей по падению до 3 км. Основные транспортные и вентиляционные выработки имеют продолжительный срок службы (на всё время отработки запасов шахтного поля или на период отработки крупных его частей — бремсберговой, уклонной или крыла поля). Углетокотки из всех участков шахтного поля сосредоточиваются на едином транспортном горизонте и направляются к главному стволу для выдачи на поверхность (рис. 12).



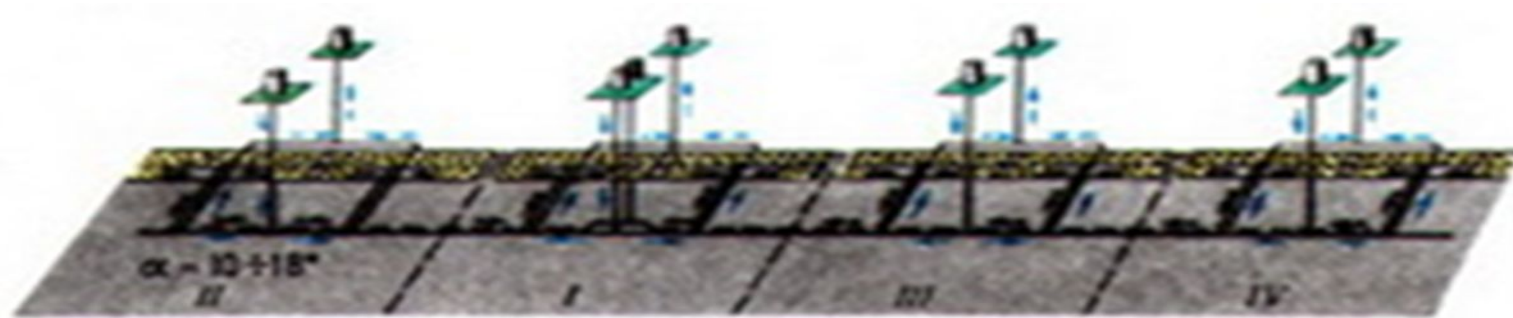
- ▶ Шахтное поле вскрывается вертикальными стволами, а при малой глубине залегания пластов – наклонными. Грузовой ствол размещается, как правило, в центре шахтного поля, вентиляционные стволы имеют центральное расположение, центрально-отнесённое или фланговое. Последние две схемы расположения вентиляционных стволов характерны для газообильных шахт и для случаев отработки протяжённых по простиранию шахтных полей. При разработке шахтой одного пласта основные вскрывающие выработки примыкают непосредственно к главным выработкам транспортного и вентиляционного горизонта (рис. 9). При одновременной отработке 2-4 пластов основные вскрывающие выработки могут примыкать и к квершлагам, вскрывающим пласты на транспортных и вентиляционных горизонтах (рис. 12).

- ▶ При одногоризонтных технологических схемах горнодобывающего предприятия наибольшее распространение получили панельная схема подготовки и система разработки длинными столбами по простиранию, а на пластах с углами падения до 10° — погоризонтная схема подготовки и система длинных столбов по падению с выемкой угля по падению или восстанию. В очистных забоях выемка угля производится комбайнами или стругами, доставка угля — скребковыми конвейерами. Широко применяются механизированные крепи. Управление горным давлением в большинстве случаев осуществляется путём полного обрушения пород кровли. Закладка выработанного пространства используется только для предотвращения опасных деформаций земной поверхности.

- ▶ Многогоризонтные технологические схемы характерны для шахт, разрабатывающих свиты крутых и наклонных пластов (рис. 13), а также пологие пласты при размерах шахтных полей по падению свыше 2,5-3 км и при значительной мощности междупластья в случае залегания пластов, близких к горизонтальному.



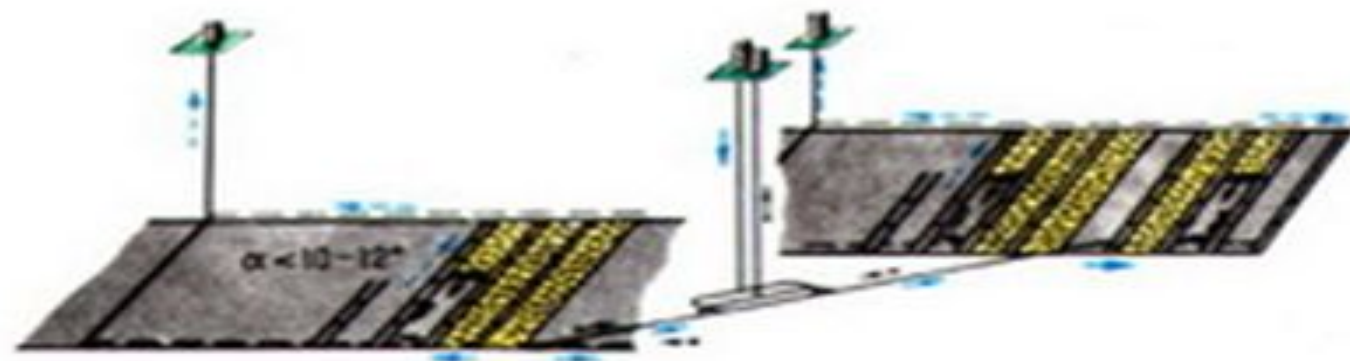
- ▶ Многогоризонтные технологические схемы горнодобывающего предприятия применяются также при разработке пологих одиночных или свиты пластов, разбитых в пределах шахтного поля крупными тектоническими нарушениями с амплитудами в десятки метров на блоки со значительными запасами угля. При многогоризонтных технологических схемах горнодобывающего предприятия разрабатываемые пласты вскрывают вертикальными стволами и капитальными квершлагами, разделяющими шахтное поле на этажи (при крутом падении пластов) или ступени (при пологом и наклонном залегании пластов).



- ▶ Вертикальные стволы проходят с поверхности, как правило, до первого рабочего горизонта, а затем по мере исчерпания запасов в этаже или ступени их углубляют до следующего рабочего горизонта. При пологом и наклонном залегании пластов нередко вместо углубки действующих стволов проходят с поверхности новые стволы, отнесённые вниз по падению пластов. На крутом падении применяют этажную схему подготовки с разделением свиты разрабатываемых пластов на группы и проведением групповых транспортных и вентиляционных штреков, как правило, по породам лежащего бока нижнего пласта в группе. Пласты в группе вскрывают промежуточными квершлагами, разбивающими этаж на выемочные участки, что позволяет не поддерживать пластовые выработки по всей длине этажа.

- ▶ В работе находятся одновременно 2-3 этажа, один из которых готовится к эксплуатации. Тонкие и средней мощности крутые пласты разрабатывают по системе "лава-этаж" или длинными столбами по простиранию с выемкой угля отбойными молотками в потолкоуступном забое (тонкие пласты), комбайнами в прямолинейном забое с магазинным уступом или реже без такового. Применяется также система разработки полосами по падению с выемкой угля агрегатами с гидрофицированной крепью. В пределах очистного забоя отбитый уголь транспортируется самотёком, по горизонтальным выработкам — колёсным транспортом.

- ▶ Мощные крутые пласты разрабатывают как с разделением на слои (горизонтальные, наклонные и поперечно-наклонные) с применением стоечных, щитовых и гидрофицированных крепей, а также ограждающей сетки при системе разработки подэтажным обрушением, так и без деления на слои с использованием щитовой крепи. Отбойка угля производится преимущественно буровзрывным способом, управление горным давлением — полным обрушением пород кровли или закладкой выработанного пространства. От выемочного участка до ствола уголь доставляется колёсным транспортом.



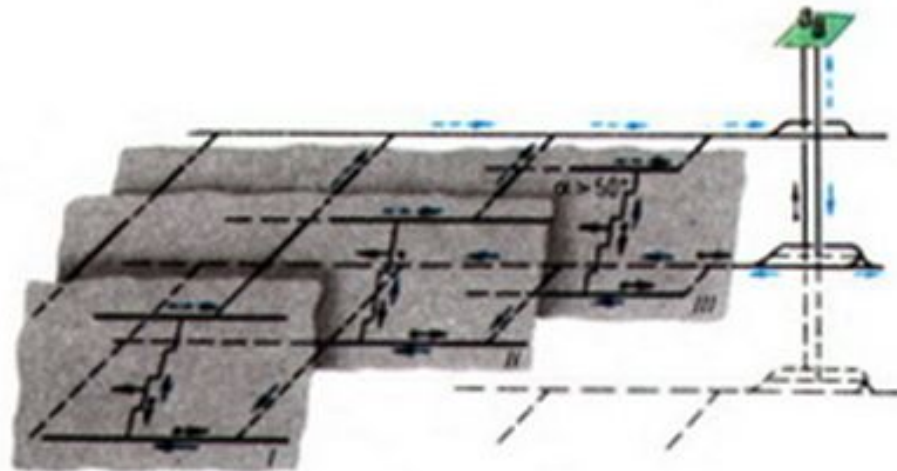
- ▶ На пологих пластах при многогоризонтных технологических схемах горнодобывающего предприятия применяют панельную или погоризонтную подготовку и системы разработки преимущественно длинными столбами по простиранию или падению. Сплошная система и комбинированная имеют ограниченное распространение.



- ▶ Важный параметр технологической схемы горнодобывающего предприятия – порядок отработки пластов в свите, выемочных полей и участков в пределах пласта. Решающую роль в его выборе играет геомеханический фактор.
- ▶ В большинстве технологических схем угольных шахт предусматривается нисходящий порядок отработки взаимозависимых пластов в свите, за исключением случаев опережающей в пределах этажа отработки защитных пластов, в т.ч. залегающих стратиграфически выше выбороопасных или в середине группы одновременно разрабатываемых пластов.

- ▶ На пологих пластах панели в бремсберговой части поля разрабатывают в направлении от ствола к границам шахтного поля, в уклонной – от границ к стволу. В пределах панели ярусы отрабатывают в нисходящем порядке, последовательно или через один ярус с последующей выемкой промежуточных. На сильно обводнённых пластах практикуется предварительная отработка нижнего в панели яруса для частичного осушения вышележащих. На тонких крутых пластах выемочные участки в этаже отрабатывают в направлении от ствола (главного квершлага) к границам шахтного поля. На пластах средней мощности и мощных предпочтителен обратный порядок отработки выемочных участков, при котором в случае самовозгорания или опасного нагрева угля можно обеспечить более надёжную изоляцию выработанного пространства от сети действующих горных выработок.

- ▶ Особое место в практике разработки угольных месторождений занимают технологические схемы с гидравлической добычей угля. При сходном в конструктивном отношении с обычными технологическими схемами горнодобывающего предприятия схемы гидрошахт отличаются расположением транспортных выработок относительно элементов залегания пласта, обеспечивающим самотёчное перемещение смеси "уголь — вода" в пределах выемочного поля или всей шахты.



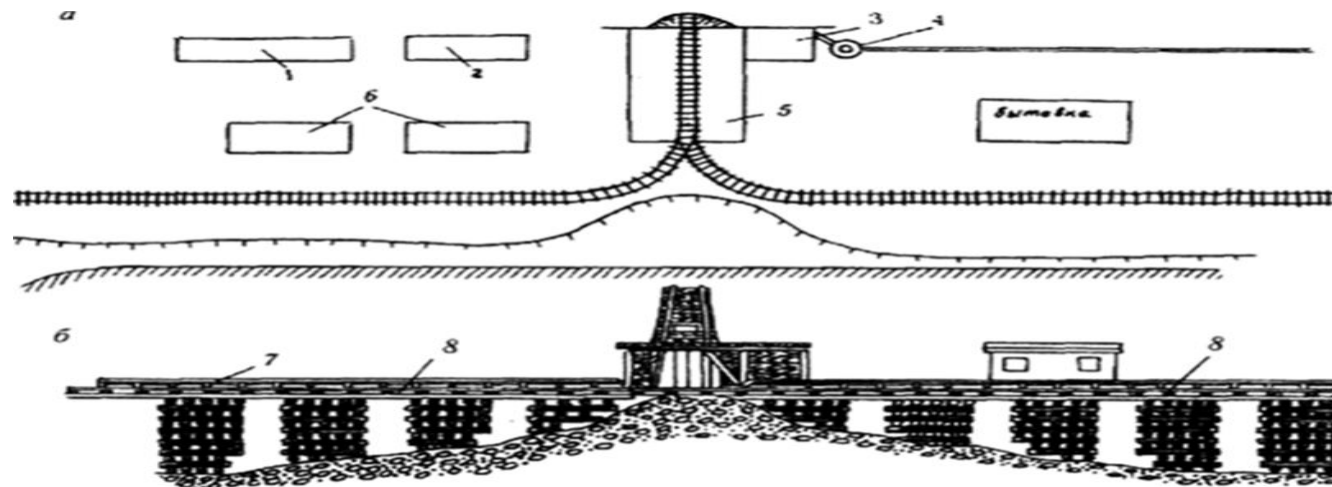
- ▶ Существуют разновидности технологическая схем горнодобывающих предприятий гидрошахт: с короткими очистными забоями при разрушении и отбойке угля гидравлическими, механо-гидравлическими и взрывогидравлическими способами и с длинными очистными забоями, где отбойка угля производится механо-гидравлическим способом.
- ▶ В очистных и подготовительных забоях применяют специальные комбайны.
- ▶ Общешахтный транспорт – гидравлический самотёчный и напорный, а также конвейерный (обезвоженного угля). Для подъёма гидросмеси по стволу используют углесосы и эрлифты.

- ▶ Итак, под **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ картами** понимают комбинации способов и средств (или просто средств) проведения горных выработок для выполнения конкретных поставленных задач.
- ▶ Они преследуют цель обеспечить проведение типовых, достаточно протяженных, многократно повторяющихся выработок (штольни, квершлагги, штреки, рассечки) готовыми рациональными решениями по организации и технологии проходческих работ, способствующими уменьшению трудоемкости, улучшению качества и снижению себестоимости проведения выработок.

- ▶ Технологические карты разрабатываются применительно к конкретным условиям разведки рудных, коренных и россыпных месторождений с применением горнопроходческого оборудования, серийно выпускаемого по чертежам.
- ▶ В качестве примера можно привести технологическую карту, которая включает в себя следующие виды работ: устройство дорог, отвалов, оборудование устья штольни, электроподстанции, компрессорной станции, участкового склада взрывчатых материалов, бытового блока, ремонтной мастерской, электровозного депо, проходка подземных горно-разведочных выработок.

- ▶ Сооружение дорог, планировку промышленной площадки и площадки у портала производят бульдозером: в рыхлых породах - без предварительного рыхления, в крепких и мерзлых - после предварительного рыхления зарядами ВВ.

- ▶ Рисунок - Схема промплощадки (а) и расположения эстакады (б):
- ▶ 1 - место складирования рельсов; 2 - место складирования оборудования;
- ▶ 3 - аварийный склад; 4 - ресивер; 5 - портал; 6 - место складирования лесоматериалов; 7 - ограждение; 8 - эстакада



Наиболее перспективным, особенно при скоростном методе проведения выработок, является способ отвалообразования с помощью стакера СПЗ-2-800 (рис. 94, а, б). Стакер дает возможность высвободить бульдозер. Кроме того, нет необходимости устройства двух эстакад, так как, перемещая стакер по рельсу, можно в одном месте создавать породный отвал, в другом - рудный. Достоинством стакера является и то, что конвейер можно удлинять или укорачивать. Применение стакеров позволяет значительно снизить трудовые затраты, затраты машинного времени, расход материалов.

- ▶ При проведении горно-разведочных выработок оборудуют два отвала: один для складирования породы, другой - руды. Рельсовые пути укладывают на рамы или костры. При накоплении породы на отвале ее бульдозером транспортируют в навал, расположенный недалеко от отвала, или вывозят автотранспортом за пределы участка работ к месту обработки проб.

- ▶ При применении лобового опрокидывателя устраивают короткий отвал

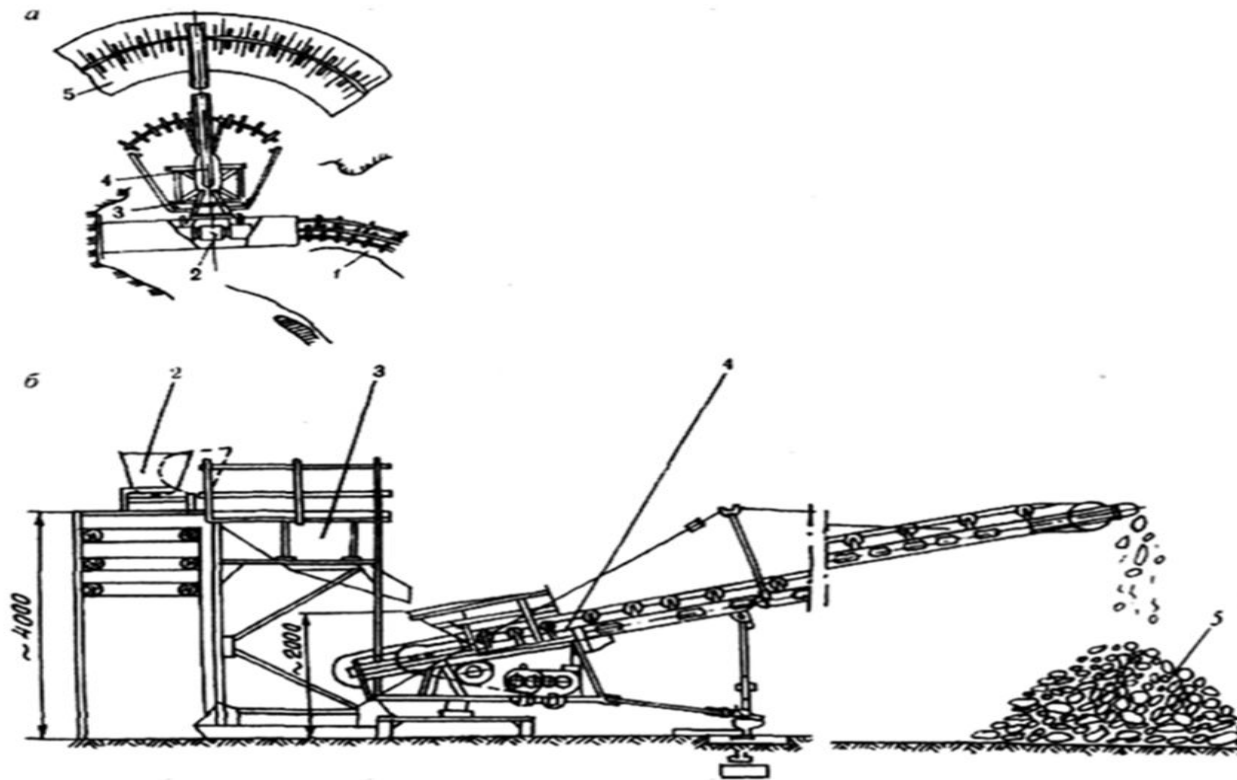
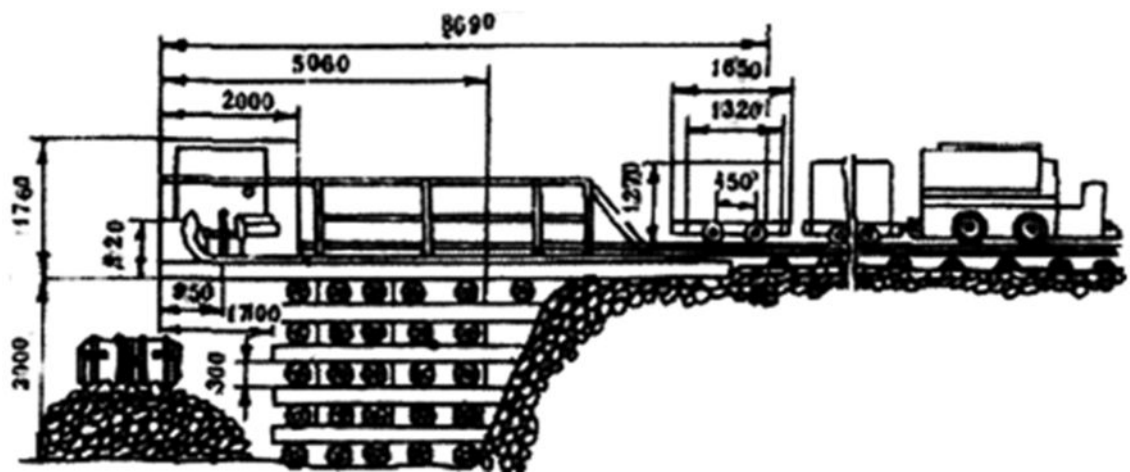


Схема отвалообразования с помощью стакера СПЗ-2-800: а - схема отвалообразования; б - схема стакера. 1 - эстакада; 2 - состав вагонеток; 3 - приемный бункер; 4 - стакер; 5 - отвал

Схема установки лобового опрокидывателя вагонеток



- ▶ Для предотвращения осыпания породы с косогоров в устье выработки устанавливают порталную раму из дерева или устраивают козырек

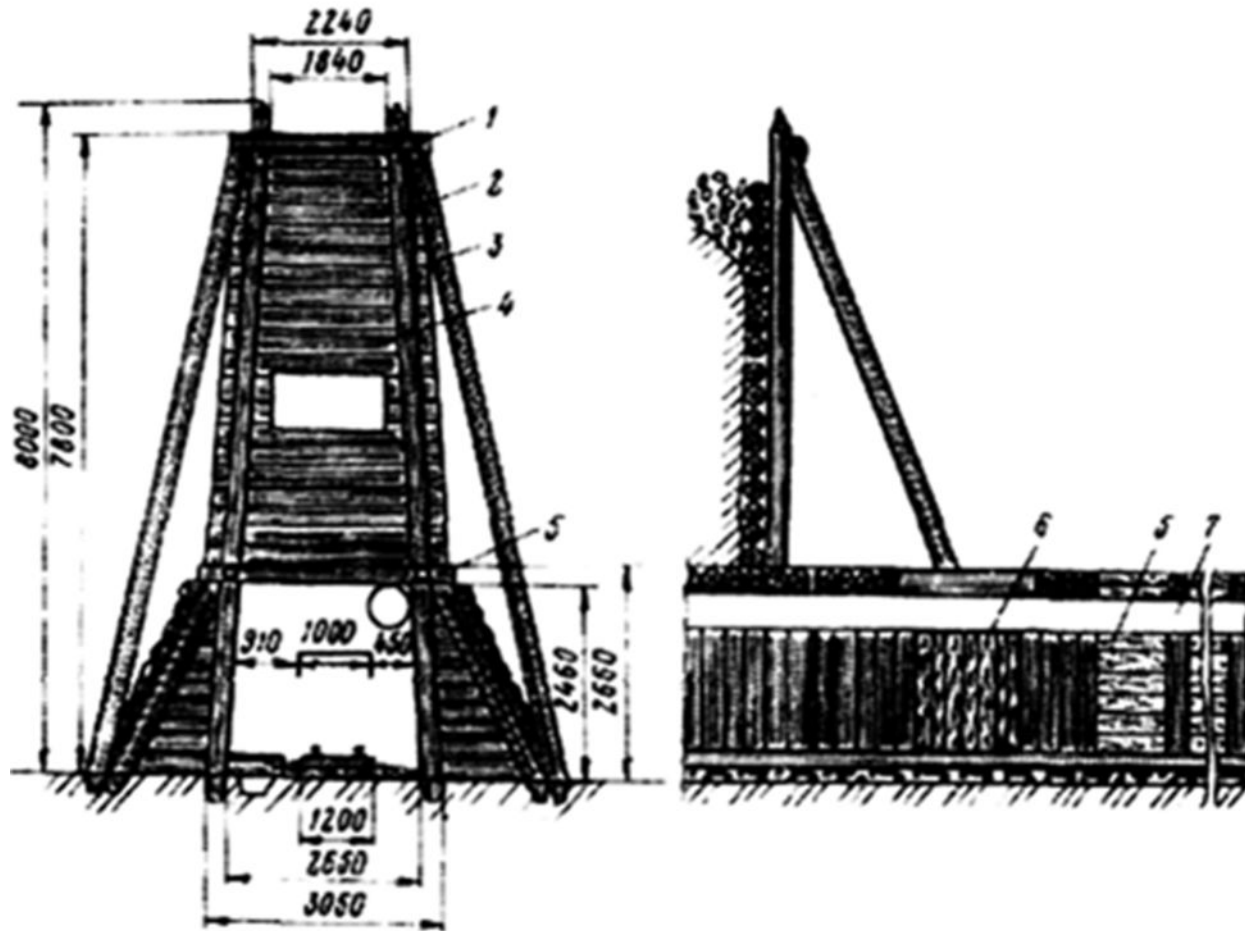


Схема крепления устья штольни: 1 - стяжка; 2 - стойка; 3 - укосина; 4 - затяжка; 5 - стяжка; 6 - галерея; 7 - вентиляционная труба

- ▶ Устье штольни крепят деревянной крепью с обязательным покрытием огнестойким составом, металлической или бетонной крепью. В случаях возможных заносов устья штольни снегом в зимних условиях во врезной траншее устраивают галерею.

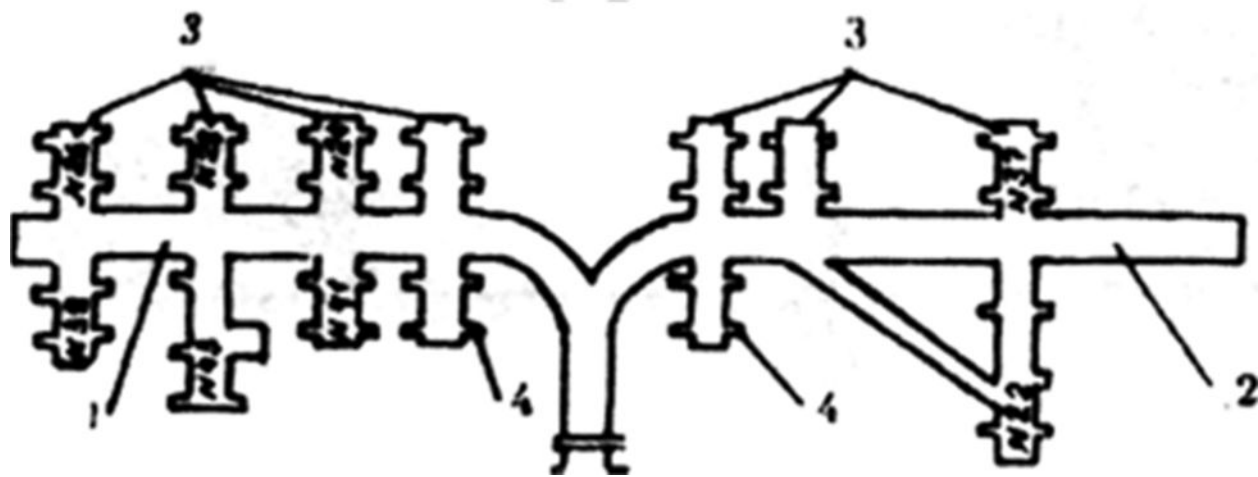


Рис.4.7 Схема расположения выработок:
1 - квершлаг № 1; 2 - квершлаг № 4; 3 - штреки; 4 -
рассечки

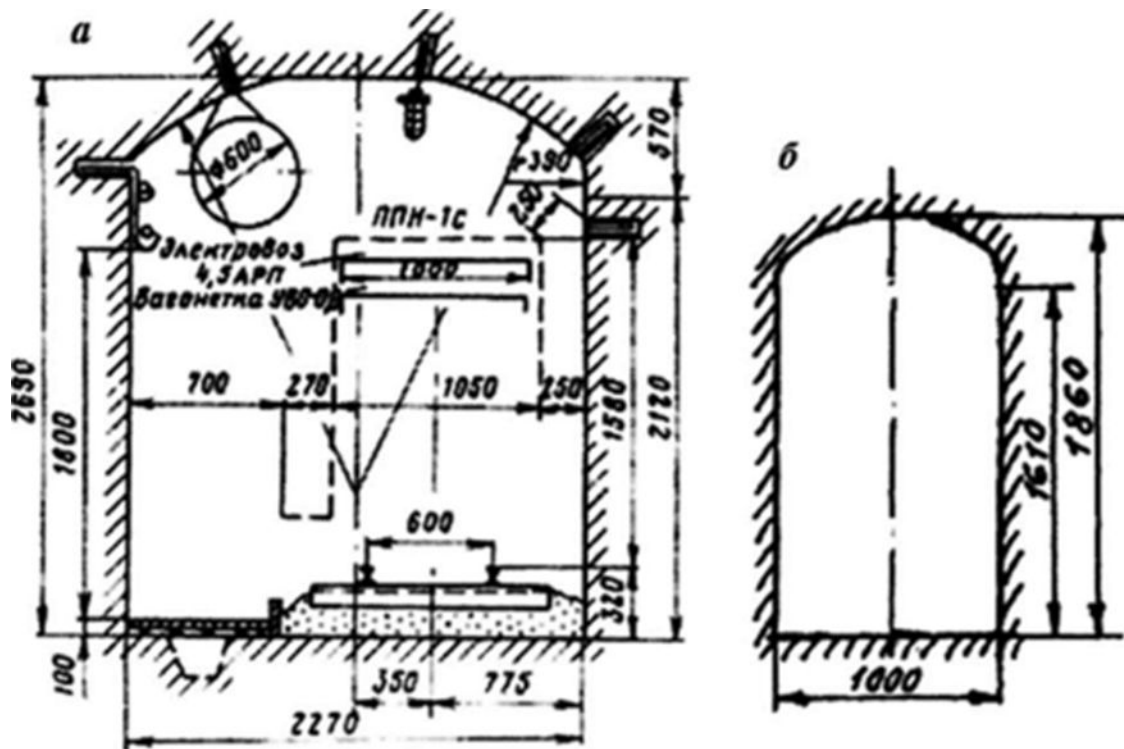


Рис 4.8 Сечение выработок: а- $S = 5,8\text{м}^2$; б — $S = 1,8\text{м}^2$

- ▶ Технологическая карга предусматривает организацию многозабойной проходки (рис. 4.7) со скоростью 315 м/мсс.
- ▶ Выработки (штреки, квершлагги, рассечки) проводят площадью сечения 5,8; 5,1 и 1,8 м² по породам с $\gamma = 17$.
- ▶ Сечения выработок показаны на рис. 4.8.

- ▶ Бурение шпуров в забоях производится перфораторами марки ПП-6ЗЛУ с пневмоподдержек. Взрывание огневое, в качестве ВВ принят аммонит № 6ЖВ, в качестве СВ - огнепроводный шнур ОША, капсульдетонаторы № 8М, патроны группового зажигания в бумажной гильзе ЭП-Б с внутренним диаметром 18 мм. Расход ВВ на цикл составляет 33,8 кг, число шпуров 23, подвигание забоя за цикл 1,46 м, вруб вертикально-клиновой. Схема расположения шпуров показана на рис. 4.9.

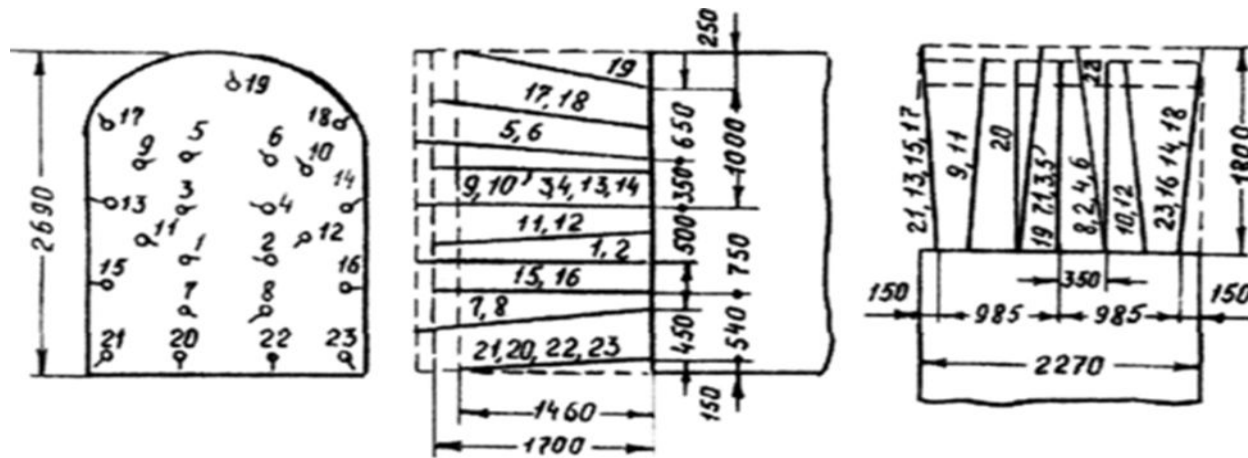


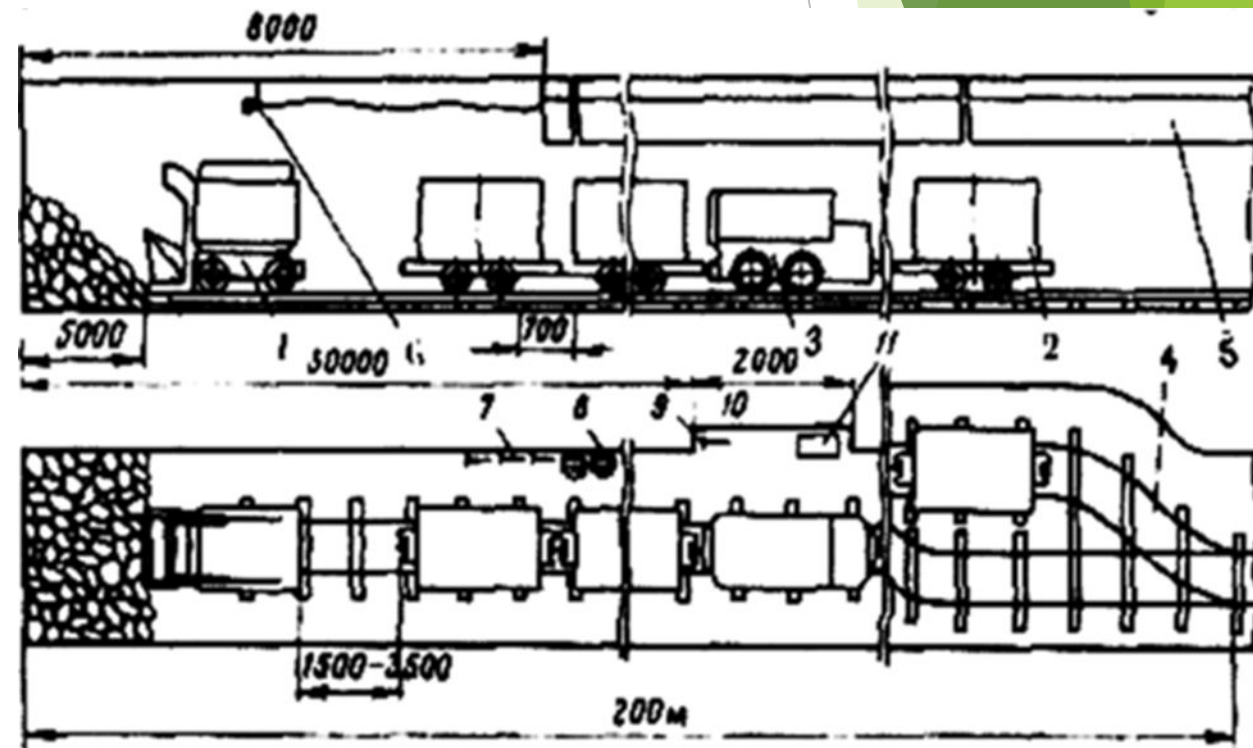
Рис. 4.9. Схема расположения шпуров

- ▶ Для борьбы с пылью при бурении шпуров применяется вода, которая доставляется в забой перед бурением шпуров в бачке и подается к перфоратору под давлением сжатого воздуха по шлангам диаметром 13 мм. Борьба с пылью при взрывных работах производится за счет увеличения скорости движения воздушной струи. Водяные завесы не применяются, так как выработки в этом случае проводятся в условиях многолетней мерзлоты.

- ▶ Погрузка породы производится машинами ППН-1с в вагонетки У ВО-0,8 емкостью 0,8 м³ (рис. 4.10). Для обмена вагонеток применяют тупиковые разминовки (рис. 4.11). Откатка груженных составов на отвал и доставка порожних вагонеток в забой осуществляется электровозами 4,5АРП.

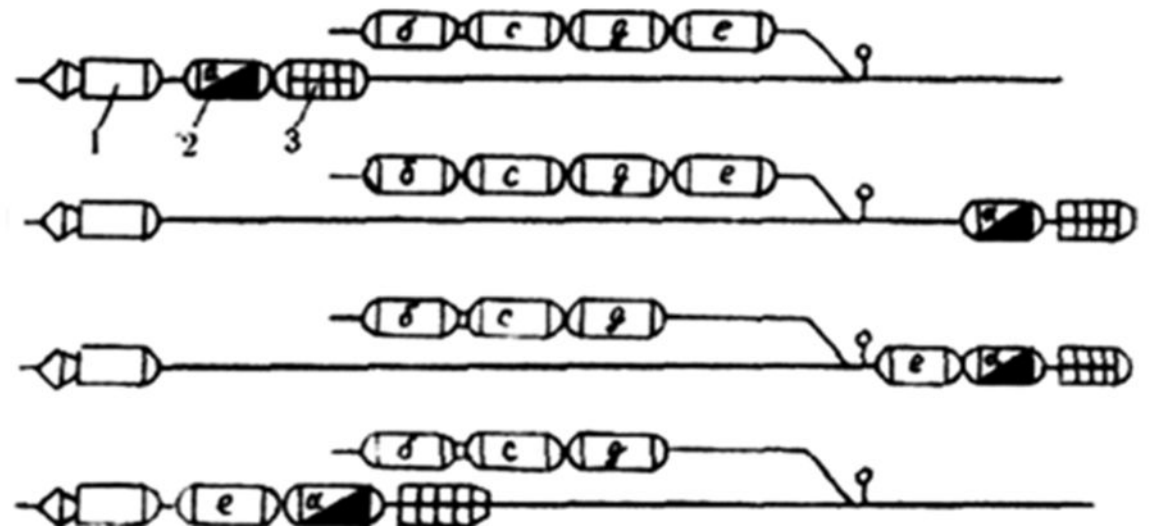
Рис. 4.10. Схема расположения оборудования в забое:

- 1 - породопогрузочная машина; 2 - вагонетки; 3 - электровоз;
- 4 - тупиковая разминка; 5 - вентиляционные трубы; 6 - переносной светильник; 7-рабочие перфораторы; 8 - водяные и воздушные шланги; 9 - ниша для инструментов; 10-запасной перфоратор; 11 - ящик для инструментов



- ▶ Выработки сводчатой формы сечения проходятся без крепления. Забои проветриваются вентиляторами ВМЭ-6, ВМЭ-5, ВМЭ-6м, ВМЭ-5м. Способ проветривания - комбинированный. Отставание нагнетательного трубопровода от забоя должно составлять не более 8 м. Вентиляционные грубы прорезиненные диаметром 500 мм, время проветривания 30 мин, потребное количество воздуха $87 \text{ м}^3/\text{мин}$.

Рис. 4.11. Схема обмена вагонеток: 1 - породопогрузочная машина; 2 - вагонетки; 3 - электровоз; а, б, с, д, е - индексы вагонеток



- ▶ Организация работ цикличная. Циклограммой предусматривается выполнение семи-восьми циклов по пяти-шести забоям при четырех- сменном режиме работ (рис. 102). Комплексная проходческая бригада состоит из 16 человек: по четыре человека в звене, и двое из которых - в забое. Цикл проходческих работ в первом и втором забоях начинается с погрузки породы. На погрузке и откатке породы занято два человека в течение 2 ч 40 мин. После погрузки породы и выполнения работ по настилке путей, навеске вентиляционных труб проходчики за 2 ч обуривают забой.

5. Виды ремонтов.

Организация ремонтной службы на горных предприятиях

- ▶ Ремонт - это наиболее распространенный и экономически оправданный способ возмещения основных производственных фондов.
- ▶ Под ремонтом понимается весь комплекс работ, проводимых для восстановления основных фондов и поддержания их в исправном и работоспособном состоянии. Это достигается как за счет восстановления и замены изношенных или разрушенных элементов (узлов, деталей), так и путем регулировки и наладки ремонтируемого оборудования с доведением его параметров до пределов, обусловленных техническим паспортом эксплуатации или техническими условиями.

- ▶ Система технического обслуживания и ремонта оборудования - это комплекс взаимосвязанных положений и норм, определяющих организацию и порядок проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования для заданных условий эксплуатации.
- ▶ Техническое обслуживание - это комплекс работ для поддержания работоспособности оборудования между очередными плановыми ремонтами.
- ▶ Планово-предупредительный ремонт включает в себя текущий и капитальный ремонты.

- ▶ **Текущий ремонт** - основной профилактический вид, обеспечивающий долговечность и безотказность работы оборудования. Это наименьший по объему вид планового ремонта, при котором заменяют быстроизнашивающиеся части и детали, а также отлаживают оборудование.
- ▶ **Капитальный ремонт** - это наиболее сложный и полный по объему вид планово-предупредительного ремонта, осуществляемый с целью исправления и полного (или близкого к полному) восстановления ресурса оборудования с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые, и их регулировкой.

- ▶ Система технического обслуживания и ремонта оборудования осуществляется в пределах определенного временного интервала, называемого **ремонтным циклом**, который характеризуется наименьшими повторяющимися интервалами времени, в течение которых осуществляются в определенной последовательности все виды технического обслуживания и ремонта, предусмотренные отраслевыми положениями.

- ▶ **Продолжительность ремонтного цикла** определяется сроком службы или ресурсом: для новых машин - от начала ввода их в эксплуатацию до первого капитального ремонта; для машин, прошедших капитальный ремонт, - между двумя последовательными плановыми капитальными ремонтами. Продолжительность ремонтного цикла устанавливают, как правило, в отработанных оборудованием машино-часах. Например, для буровых станков шарошечного бурения СБШ-250 и СБШ-320 продолжительность ремонтного цикла составляет 12000 машино-часов. Но для отдельных видов оборудования, установленного в угольных шахтах, нормативы планового ресурса до первого капитального ремонта и между соседними капитальными ремонтами устанавливают в натуральных показателях. Например, необходимые ресурсы скребковых конвейеров устанавливают в тысячах тонн, для погрузочных машин - в тысячах кубометров.

- ▶ **Капитальный ремонт** может производиться на специализированных ремонтных предприятиях или на месте установки оборудования (подъемные машины, вентиляторы главного проветривания, компрессоры и т. п.) специализированными организациями или собственными ремонтными службами. Продолжительность пребывания оборудования в капитальном ремонте на ремонтном предприятии определяется нормативами.

- ▶ В угольной промышленности данный норматив складывается из трех частей:
- ▶ 1) продолжительности доставки оборудования, т. е. периода времени между окончанием демонтажа и сдачей на склад ремонтного фонда предприятия;
- ▶ 2) продолжительности пребывания непосредственно на ремонтном предприятии от момента приемки оборудования на склад ремонтного фонда до момента сдачи на склад отремонтированного оборудования;
- ▶ 3) продолжительности доставки оборудования со склада отремонтированного оборудования ремонтного предприятия на шахту.

- ▶ На горных предприятиях в основном применяют три организационные формы проведения ремонтов: централизованная, децентрализованная и смешанная.
- ▶ При централизованной форме ремонт всего оборудования осуществляет персонал специализированных ремонтных служб. В этом случае в функции персонала энергомеханической службы участков входит только эксплуатационное обслуживание оборудования.
- ▶ При децентрализованной форме ремонтный персонал и ремонтные средства рассредоточиваются по участкам (или цехам).
- ▶ Смешанная форма - это сочетание централизованной и децентрализованной форм организации ремонта.

- ▶ В отраслях горной промышленности получает развитие и система фирменного технического обслуживания, предусматривающая участие заводов-изготовителей в работах по техническому обслуживанию, ремонту и совершенствованию горной техники.
- ▶ К основным задачам фирменного технического обслуживания относятся:
 - ▶ - обеспечение эксплуатационников технической информацией и квалифицированными консультациями по вопросам эксплуатации горного оборудования;
 - ▶ - удовлетворение претензий и рекламаций, устранение выявленных недостатков машин;
 - ▶ - организация снабжения запасными частями;
 - ▶ - подготовка исходных данных для модернизации машин в целях повышения срока их службы и снижения расхода запасных частей.

- ▶ Практический опыт создания системы фирменного технического обслуживания накоплен в угольной промышленности, где заводы угольного машиностроения создают районные бюро фирменного технического обслуживания.
- ▶ В функции районных бюро фирменного технического обслуживания входят:
 - ▶ - проведение испытаний новой техники совместно с шахтами;
 - ▶ - участие в устранении крупных отказов горношахтного оборудования по просьбе шахт и объединений;
 - ▶ - участие в определении номенклатуры и расхода запасных частей;
 - ▶ - составление графиков текущего обслуживания совместно со службой главного механика объединения на текущий период;
 - ▶ - проведение частичного технического обслуживания горношахтного оборудования.

▶ Опыт работы районных бюро фирменного технического обслуживания показал высокую их эффективность. Заводы-изготовители получили возможность наблюдать за своим оборудованием в течение всего срока его эксплуатации и при капитальном ремонте, знать фактический расход запасных частей.

▶ **Техническое обслуживание** представляет собой совокупность организационных и технических мероприятий, направленных на предупреждение отказов, обеспечение исправного состояния в процессе эксплуатации и готовности объектов к использованию. К основным задачам технического обслуживания (ТО) относятся:

▶ $\frac{3}{4}$ предупреждение ускоренного износа и старения;

▶ $\frac{3}{4}$ устранение последствий износа и старения;

▶ $\frac{3}{4}$ поддержание основных технических характеристик элементов на заданном уровне;

▶ $\frac{3}{4}$ продление межремонтных сроков эксплуатации систем.

- ▶ **Технологические способы обслуживания горных машин** базируются на глубоком изучении сущности технологического процесса и особенностей технологических режимов работы машин. Они позволяют полностью устранять или значительно сокращать причины возникновения проектно-конструкционных и эксплуатационных отказов оборудования.

- ▶ К технологическим способам относятся:
- ▶ 1. Защита от коррозии аппаратов, машин и трубопроводов, вызываемой агрессивными средами при высоких температурах и давлениях. Основные способы защиты:
 - ▶ -использование химико-технологических способов (исключение химической несовместимости различных видов сырья и веществ; исключение веществ, обладающих повышенной коррозионной способностью; ввод ингибиторов коррозии; повышение качества подготовки сырья и др.);
 - ▶ -применение коррозионно-стойких материалов;
 - ▶ -применение защитных неметаллических покрытий.

- ▶ 2. Способы создания безопасных и благоприятных условий для массо- и теплообмена, для химического взаимодействия между веществами.
- ▶ 3. Способы организации рациональных гидроаэродинамических и температурных режимов функционирования оборудования.
- ▶ Данные способы реализуются на этапах проектирования и эксплуатации горного оборудования и машин.

Вопросы для самоконтроля

- ▶ Приведите классификацию смазочных веществ.
- ▶ Назовите схему получения минерального масла.
- ▶ Перечислите основные физико-химические свойства минеральных масел.
- ▶ Как можно улучшить параметры минерального масла?
- ▶ Приведите классификацию минеральных масел.
- ▶ Как получают консистентные смазки?
- ▶ Назовите основные физико-химические свойства консистентных смазок.
- ▶ При каких температурных параметрах работают консистентные смазки.
- ▶ Приведите классификацию смазочных систем.

- ▶ Какие параметры определяются при испытании смазочных масел?
- ▶ Как определяется расход смазочного масла в целом по горному предприятию?
- ▶ Объясните процесс регенерации масла.
- ▶ Что понимают под технологическими картами?
- ▶ Последовательность выполнения производственных процессов проходческого цикла.
- ▶ Какие задачи возложены на горюче смазочное хозяйство горного предприятия?
- ▶ Последовательность действий при формировании стратегии обслуживания горного оборудования.

Список основной и используемой литературы

- ▶ 1. Г.А. Боярских «Надёжность горных машин и оборудования» Учебное пособие для студентов специальности «Горные машины и оборудование»
- ▶ 2. Кулешов А.А. К 90. Надежность горных машин и оборудования: Учеб. пособие / А.А.Кулешов, В.П. Докукин. Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб, 2004. 104 с. ISBN 5-94211-168-5
- ▶ 3. Монтаж и ремонт горных машин и электрооборудования: Учебное пособие. Читать бесплатно онлайн в электронном виде | Страница 28 | Единое окно (window.edu.ru)
- ▶ 4. Системы смазки машин, Выбор смазочных материалов - Смазка машин и оборудования (studbooks.net)
- ▶ 5. Ремонт горных машин _Н.М. Трегубов 1978_.doc (geokniga.org)
- ▶ 6. Курбатова О.А., Павлюченко В.М. Монтаж и ремонт горных машин и электрооборудования: Учеб. пособие. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ. - 2004. - 286 стр.
- ▶ 7. Технологическая карта – Википедия (wikipedia.org)
- ▶ 8. Технологическая схема горнодобывающего предприятия (mining-enc.ru)
- ▶ 9. Технология проведения выработок по технологическим картам, Контрольные вопросы - ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРНО-РАЗВЕДОЧНЫХ ВЫРАБОТОК (studme.org)
- ▶ 10. Примеры технологической карты и ее составление. Пример заполнения технологических карт (fb.ru)
- ▶ 11. Классификация видов ремонтов горного оборудования (kotelservice.ru)

Благодарю за внимание!

The background features abstract, overlapping geometric shapes in various shades of green, ranging from light lime to dark forest green. The shapes are primarily triangles and polygons, creating a dynamic, layered effect. The overall composition is clean and modern, with the text positioned in the upper left quadrant.