

Национальный Исследовательский Саратовский государственный  
университет им. Н.Г. Чернышевского

**Г.А.Московский, Ю.А.Кужагалиева, Л.Г.Плеханова**

**ПРОВЕДЕНИЕ ГОРНО-РАЗВЕДОЧНЫХ ВЫРАБОТОК И ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
ЛИТОСФЕРЫ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ  
(Учебное пособие)**

**САРАТОВ**

**2011**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Глава 1. Характеристика объектов горноразведочных работ.....</b>	<b>3</b>
<b>Глава 2 Классификация горноразведочных выработок.....</b>	<b>4</b>
2.1. Общие сведения о горных выработках.....	4
2.2. Подземные горноразведочные выработки.....	6
2.3. Открытые горные выработки.....	9
<b>Глава 3. Способы проведения подземных горных выработок.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1. Буровзрывной способ проведения горных выработок.....</b>	<b>11</b>
<b>Глава 4.Способы и средства взрывания.....</b>	<b>13</b>
4.1. Сведения о способах и средствах взрывания .....	14
4.2. Огневой способ взрывания зарядов ВВ.....	14
<b>Глава 5. Организация проходческих работ.....</b>	<b>19</b>
5.1. Расчет и построение графиков организации проходческих работ.....	19
<b>Глава 6. Физико-технические свойства и классификация горных пород.....</b>	<b>21</b>
6.1. Плотностные свойства горных пород.....	21
6.2. Физико-механические и горнотехнологические свойства горных пород.....	21
6.3. Технологические показатели горных пород.....	22
<b>Глава 7. Напряженное состояние породных массивов.....</b>	<b>23</b>
7.1. Начальное напряженное состояние породных массивов.....	23
7.2. Расчет горного давления в горизонтальных выработках.....	24
<b>Глава 8. Вентиляция горных выработок.....</b>	<b>25</b>
8.1. Состав и свойства рудничного воздуха.....	25
<b>Глава 9. Погрузка породы.....</b>	<b>28</b>
9.1. Общие сведения о погрузке породы при проведении горизонтальных, вертикальных и наклонных подземных горных выработок.....	28
9.2. Основные сведения об оборудовании для погрузки горной породы.....	28
<b>Глава 10. Водоотлив при проходке наклонных и горизонтальных выработок.....</b>	<b>31</b>
<b>Глава 11. Общие сведения по преобразованию биосферы горной промышленностью.....</b>	<b>32</b>
<b>Глава 12. Методология ведения мониторинга геологической среды.....</b>	<b>33</b>
<b>Глоссарий курса «Горные машины и проходка горных выработок».....</b>	<b>35</b>
<b>Программа курса « Горные машины и проведение горных выработок».....</b>	<b>41</b>
<b>Литература курса «Горные машины и проходка горных выработок».....</b>	<b>42</b>
<b>Программа курса «Геозкология горного производства».....</b>	<b>42</b>
<b>Литература курса «Геозкология горного производства».....</b>	<b>44</b>

## Глава 1.

### Характеристика объектов горноразведочных работ

Горноразведочными называются работы ведущиеся с целью разведки и добычи полезных ископаемых в недрах. Недра—условно выделяемая верхняя часть земной коры, располагающаяся под поверхностью суши и дном Мирового океана и простирающаяся до глубин, доступных для геологического изучения и освоения современными техническими средствами.

При разработке месторождений полезных ископаемых все минеральные ресурсы, добываемые из недр, подразделяются на три группы: главные, сопутствующие и попутно извлекаемые.

К главным (основным; относятся минеральные ресурсы, добыча которых — основная цель данного перерабатывающего предприятия.

К сопутствующим относятся минеральные ресурсы, входящие в состав добытого минерального сырья, отделение которых на стадии добычи технически невозможно или нецелесообразно.

К попутно извлекаемым относятся минеральные ресурсы, извлечение которых из недр осуществляется вынужденно при выполнении определенных технологических операций. Попутно извлекаемые минеральные ресурсы, как правило не смешиваются с главными. Они извлекаются отдельно, складированы на поверхности, образуя отходы. Они могут представлять значительную ценность как строительные материалы, использоваться при закладке выработанных пустых пространств в недрах и др.

Одна из важнейших характеристик при оценке месторождений полезных ископаемых - кондиции на минеральное сырье, которые представляют собой совокупность требований к качеству полезных ископаемых в недрах. Кондиции дают возможность все запасы по их народнохозяйственному значению на балансовые и забалансовые.

При обосновании кондиций рассчитывается ряд показателей:

а) Минимальное промышленное содержание полезных компонентов в подсчётном блоке. Под минимальным промышленным содержанием понимается наименьшее среднее содержание полезного компонента в руде,

при котором добыча и переработка полезного ископаемого экономически целесообразна. Запасы в этом блоке относятся к балансовым.

б) Содержание полезных компонентов по контуру балансовых запасов называют бортовыми содержаниями полезного ископаемого.

*Горноразведочные или горнодобывающие объекты* — это горнотехнические комплексы, состоящие из системы подземных или открытых горных выработок, производственно-бытовых сооружений на земной поверхности и в самих выработках и оборудования, необходимого для проведения этих выработок

В горнодобывающей промышленности характерно образование и складирование значительного объема минеральных отходов, скапливающихся в т.н. хвостохранилищах.

## **Глава 2**

### **Классификация горноразведочных выработок**

#### **2.1. Общие сведения о горных выработках**

*Горная выработка* — сооружение в недрах Земли или на ее поверхности, созданное в результате ведения горных работ и представляющее собой полость в массиве. С целью выполнения ее функционального назначения и сохранения в течение определенного времени горная выработка может быть оснащена специальной конструкцией, называемой крепью, а также различными транспортными и инженерными устройствами.

Горные выработки, проведенные в недрах Земли, независимо от того, имеют ли они выход на поверхность или нет, называются подземными, а проведенные на поверхности Земли — открытыми.

В зависимости от народнохозяйственных задач различают горные выработки, используемые для поиска и разведки месторождений полезных ископаемых, и эксплуатационные, используемые для эксплуатации месторождений.

Эксплуатационные горные выработки используют для эксплуатации месторождения. Имея многоцелевое назначение, они служат для транспортирования горной массы, оборудования, материалов, подачи свежего и отвода отработанного воздуха, стока подземных вод,

передвижения людей и т. д. Поэтому в зависимости от основного функционального назначения различают транспортные, грузолоудские (оборудованы ходки), закладочные, рудоперепускные (рудоспуски), водоотливные и другие горные выработки.

Разведочные (горноразведочные) выработки проходят с целью поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. Объем выработок и их вид зависят от стадий геологоразведочных работ. Так, при геологической съемке создаются искусственные обнажения горных пород, а на последующих стадиях разведочных работ (поиски, предварительная, детальная и эксплуатационная разведки) горные выработки обеспечивают получение полной и достоверной информации об изучаемых месторождениях. С помощью горноразведочных выработок ведется подсчет запасов высоких категорий разведанности. Значение горных работ обычно возрастает по мере перехода от одной стадии разведки к другой.

В зависимости от назначения в комплексе процессов по разработке месторождения различают горные выработки вскрывающие, подготовительные и очистные.

По углу наклона к поверхности горные выработки разделяют на горизонтальные, наклонные и вертикальные.

По форме поперечного сечения в свету подземные горные выработки могут быть круглыми, прямоугольными, трапециевидными, с арочным сводом, эллипсовидными.

Горные выработки могут иметь два выхода на поверхность— тоннели; один выход — стволы, шурфы; ни одного выхода— квершлагги, штольни, штреки, бремсберги, уклоны.

Чаще всего горная выработка, особенно подземная, имеет несколько назначений, например используется для транспортирования горной массы, оборудования, материалов, а также для проветривания, стока воды, передвижения людей и т. д.

В зависимости от соотношения между площадью поперечного сечения выработки и ее продольным размером разделяют на протяженные (стволы,

штольни, квершлагы, канавы и т. д.) и объемные (камеры, окоlostвольные дворы).

Поверхность горных пород, ограничивающая горную выработку снизу, называют подошвой или почвой; поверхности, ограничивающие горную выработку с боков, называют боками; поверхности, ограничивающие горную выработку сверху, называют кровлей. В открытых горных выработках различают подошву (почву), бока (борта) и забой.

Забой выработки — это передвигающаяся в пространстве поверхность полезного ископаемого или вмещающих пород при ведении проходческих работ.

Начало горной выработки, или место ее выхода на земную поверхность, или место примыкания к другой выработке, называют устьем. Место примыкания одной выработки к другой называют сопряжением.

На геологоразведочных работах используются не все виды выработок, типичных для разработки месторождений. Горноразведочные выработки, в отличие от эксплуатационных, имеют специфическое отличие, обусловленное их назначением.

## 2.2. Подземные горноразведочные выработки

К горизонтальным горноразведочным выработкам относятся штольни, штреки, квершлагы, рассечки, орты. Особую группу выработок составляют камеры.

*Штольня* — разведочная выработка, проведенная к месторождению с поверхности горизонтально или с незначительным подъемом, имеющая непосредственный выход на поверхность. Как правило, штольни проводят по простиранию залежи или под углом к ней с целью разведки или разработки полезного ископаемого. Протяженность разведочных штолен различная и колеблется от нескольких десятков (короткие штольни) до 3—4 км (штольни большой протяженности). Средняя длина разведочных штолен 500—600 м.

*Штрек* — разведочная выработка, проведенная по простиранию наклонно залегающего месторождения или в любом направлении при горизонтальном его залегании. Штрек может проводиться по полезному

ископаемому (с подрывкой или без подрывки боковых пород) или по породам. В последнем случае штрек называют полевым. Как и штольни, штреки имеют самую различную протяженность.

*Квершлаг* — разведочная выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность, проведенная по вмещающим породам вкrest простирания месторождения и используемая для разведочных целей.

*Рассечка разведочная* — прослеживающая подземная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, проводимая из других прослеживающих выработок для установления сплошности и границ оруденения вкrest простирания рудного тела.

*Орт*—выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность и проведенная вкrest простирания месторождения (при крутом и наклонном падении).

*Камера* — горная выработка, имеющая при сравнительно больших поперечных размерах небольшую длину и предназначенная для размещения оборудования (бурового, насосного, зарядного и т. д.), подземных складов взрывчатых материалов.

Совокупность выработок, расположенных на одном уровне и предназначенных для осуществления в процессе разведки или выемки полезного ископаемого определенных операций, необходимых для ведения горных работ, называют горизонтом. По назначению различают откаточные, вентиляционные горизонты, дробления, скреперования (на рудниках).

К *вертикальным выработкам* относят стволы разведочных шахт, шурфы, восстающие. Перечисленные выработки могут быть и наклонными. Имея то же назначение, они отличаются от вертикальных в основном положением в пространстве.

*Стол шахтный* — вертикальная (или наклонная) выработка, имеющая непосредственный выход на поверхность и предназначенная для вскрытия месторождения. Стол оборудуется подъемной машиной или лебедкой.

*Стол шахтный слепой* — вертикальная выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность и предназначенная для обслуживания разведочных работ.

В отличие от шахты, рудником называют промышленное предприятие по добыче руды подземным или открытым способом.

Горные выработки проводятся также для целей железнодорожного и автомобильного транспорта (тоннели), при строительстве гидротехнических сооружений и стока и перепада воды (водопроводные каналы, водоводы), для хранения нефтепродуктов и газообразных веществ (камеры, хранилища) и др.

В зависимости от способа финансирования работ различают капитальные и некапитальные горные выработки. Капитальные выработки проводятся за счет капитальных вложений, отпущенных на строительство предприятий или разведку месторождения, а некапитальные — за счет текущих издержек уже действующего предприятия (рудника, шахты)

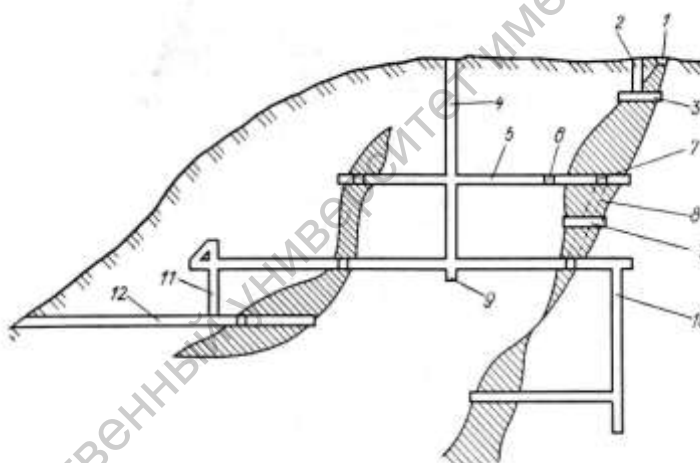


Рис. 1. Схема расположения горных выработок в массиве горных пород:

1-канавы; 2-шурф; 3-рассечка (орт); 4-вертикальный ствол; 5-квершлаг; 6,7-штреки; 8-восстающий; 9-зумпф вертикального ствола (водосборник); 10-слепой ствол; 11-рудоспуск; 12-штольня

Во всех подземных выработках (кроме длинных очистных) различают призабойное пространство — пространство внутри выработки, которое примыкает непосредственно к забою, где располагается забойное горнопроходческое оборудование и находится обслуживающий его персонал. Призабойное пространство достигает длины нескольких десятков метров.

Расстояние, на которое перемещается забой выработки за определенный промежуток времени (смену, сутки, месяц), называют **п о д в и г а н и е м** забоя.



### 2.3. Открытые горные выработки

К открытым горным выработкам, предназначенным для разведки месторождений полезных ископаемых, относятся расчистки, разведочные каналы, траншеи и карьеры.

Расчистка – открытая горная выработка в виде выемки, проводимая в покровных отложениях с целью обнажения коренных пород.

К а н а в а — горная выработка небольшой площади сечения трапециевидной или прямоугольной формы, служащая для зарисовки геологического строения пород и опробования полезного ископаемого.

Карьер – открытая выработка, обширная по площади, не имеющая явно выраженной длины и ширины.; служит для изучения закономерностей залегания пород и добычи полезного ископаемого

## Глава 3

### Способы проведения подземных горных выработок

Способы проведения подземных горных выработок зависят от физико-механических свойств горных пород, их обводненности и устойчивости. Под устойчивостью пород понимают их способность сохранять равновесие при обнажении. Устойчивость определяется структурой пород, их прочностью и величиной действующих в породах напряжений, вызванных силами тяжести налегающих пород. Наибольшее значение при выборе способа проведения горизонтальной выработки имеет устойчивость обнажения кровли, под которой понимают способность пород кровли сохранять равновесие без образования вывалов.

При разработке месторождений горные породы по устойчивости классифицируют по следующим признакам.

Очень неустойчивые — пльвуны, сыпучие и рыхлые породы, не допускающие обнажения кровли и боков выработки и требующие специальных способов проведения выработки с применением опережающих крепей, замораживания или укрепления. Неустойчивые породы допускают небольшие

обнажения кровли (до нескольких квадратных метров), но требующие прочного поддержания и крепью вслед за выемкой (проходкой). Породы средней устойчивости допускают обнажения кровли на сравнительно большой площади (до 200 м<sup>2</sup>), но при длительном обнажении требуют поддержания (применения крепи). Устойчивые породы допускают обнажения кровли и боков выработки на большой площади (до 500 м<sup>2</sup>) и нуждаются в поддержании только в отдельных местах (в зоне разломов и на участках с сильной трещиноватостью). Очень устойчивые породы допускают огромные обнажения (до 1000 м<sup>2</sup>) как сверху, так и с боков выработки и длительное время (годы и десятки лет) могут стоять, не обрушаясь, без поддержания. Обводненность пород всегда снижает их устойчивость.

Под обводненностью пород понимают степень влияния подземных и поверхностных вод на условия ведения горных работ.

При проведении горизонтальных горных выработок обнажения кровли и боков представлены вытянутыми прямоугольными плоскостями. В этих условиях устойчивость обнажения кровли определяется величиной пролета (шириной выработки по кровле), а устойчивость обнажения боков выработки — высотой вертикальной стенки. Устойчивость обнажений в выработке в большой степени зависит также от трещиноватости пород, под которой понимают нарушение их монолитности трещинами.

Если породы допускают даже незначительные обнажения кровли, но достаточные для установки крепежной рамы, то применяют обычные, т. е. самые распространенные, способы проведения горных выработок. В очень неустойчивых породах прибегают к специальным способам проведения, которые обеспечивают проведение выработок при пересечении водоносных и сыпучих пород или пльвунов. Специальные способы применяют иногда и в тех случаях, когда породы относительно устойчивы, но дают такой большой приток воды в выработку, что борьба с ней при помощи обычного водоотлива нецелесообразна или невозможна. К наиболее распространенным специальным способам проведения выработок относятся способы замораживания, тампонирования, проходки с забивной или опускной крепью, забойного водопонижения, щитовой способ и др.

Обычные способы проведения выработок различают по методу отбойки породы от массива в забое и применяемым при этом механизмам. К обычным способам относят проведение выработок с помощью отбойных молотков, с применением средств гидромеханизации, комбайновый и буровзрывной способы, а также проведение выработок бурением. Применение того или иного способа зависит в основном от крепости пород, под которой понимают сопротивляемость их разрушению при добычании.

Наиболее распространенным в настоящее время является буровзрывной способ, при котором порода разрушается с помощью зарядов взрывчатого вещества (ВВ), размещаемых в шпурах или скважинах, пробуренных бурильными машинами или буровыми станками.

### 3.1. Буровзрывной способ проведения горных выработок

При проведении горизонтальных выработок крепкие породы разрушают только буровзрывным способом. Буровзрывные работы представляют совокупность операций по бурению шпуров, их заряданию и отделению взрывом от массива некоторого объема раздробленной и перемещенной на расстояние нескольких метров горной массы. Цикл буровзрывных работ состоит из *бурения шпуров* или *скважин* для размещения зарядов взрывчатого вещества, зарядание ВВ, их забойки и возбуждения (инициирования) взрыва. Это один из наиболее трудоемких процессов проходческого цикла, на долю которого приходится до 55—60 % стоимостных затрат.

Процесс разрушения горных пород как сложная вероятностная подсистема характеризуется определенными взаимоперемежными параметрами (рис. 9.2). Входными параметрами являются свойства горных пород, площадь поперечного сечения выработки, скорость проходки выработки. Выходные параметры: подвигание выработки за взрыв, развал и крупность кусков породы, производительность бурения шпуров, качество оконтуривания выработки, стоимость процесса бурения шпуров. К параметрам, характеризующим управляющие воздействия, отнесены: вид оборудования, применяемого для бурения шпуров, характеристика взрывчатого вещества, параметры буровзрывных

работ, организация процесса бурения. Задача управления заключается в том, чтобы вскрыть зависимости между входными и выходными величинами рассматриваемой подсистемы, выявить необходимые преобразования, пути совершенствования отдельных элементов подсистемы, проследить за эффективностью управляющих воздействий на конечные результаты проходческих работ.

### Бурение шпуров

*Бурение шпуров* — это процесс искусственного образования в массиве выработки полости для размещения заряда взрывчатого вещества. Процесс бурения заключается в последовательном разрушении поверхности забоя шпура.

На проходческих работах применяют механические способы бурения шпуров и скважин. При механических способах бурения шпуров порода разрушается твердым породоразрушающим инструментом — буровыми резцами, коронками, долотами, в частности — шарошечными. Механические способы бурения подразделяют на ударно-поворотные, ударно-вращательные, вращательно-ударные и вращательные.

*Ударно-поворотный способ бурения* характеризуется тем, что разрушение породы происходит в результате последовательных ударов по забою шпура или скважины бурового инструмента (штанги и буровой коронки), совершающего возвратно-поступательные движения. Перед каждым следующим ударом инструмент поворачивается на некоторый угол, чем обеспечивает разрушение породы по всей площади шпура (скважины). Ударно-поворотный способ бурения шпуров может использоваться при коэффициенте крепости пород.

*Ударно-вращательный способ бурения* характеризуется тем, что удары наносятся по непрерывно вращающемуся буровому инструменту, разрушающему забой шпура.

*Вращательно-ударный способ бурения* сочетает вращательный и ударный способы. Коронке, находящейся под давлением, придается независимое вращение и наносятся удары. Разрушение забоя шпура происходит в момент нанесения удара по коронке и в интервалах между ударами за счет скалывания породы, ослабленной ударным воздействием лезвий коронки, находящейся под

большим осевым давлением. Вращательно-ударное бурение наиболее целесообразно в породах с коэффициентом крепости.

При вращательном бурении и разрушение забоя шпура производится путем смятия, раздавливания, скалывания и в меньшей степени истирания вращающимся буровым инструментом.

## **Глава 4. Способы и средства взрывания**

### **4.1. Сведения о способах и средствах взрывания**

Взрывание промышленного ВВ происходит благодаря сообщению ему начального импульса, вызванного взрывом небольшого по массе заряда инициирующего ВВ, размещенного в специальных детонаторах. Начальный импульс можно также вызвать детонирующим шнуром. Для некоторых типов промышленных ВВ требуется, кроме упомянутых, применение промежуточного детонатора в виде дополнительного заряда ВВ, способного передавать начальный импульс основному заряду достаточной для его возбуждения мощности.

В современной практике горного дела для возбуждения взрыва заряда инициирующих ВВ в детонаторах используют тепловой импульс от искры горячей пороховой сердцевины специального огнепроводного шнура или электровоспламенителя. В зависимости от применяемых средств для возбуждения взрыва в детонаторах различают следующие способы взрывания: огневой, электрический, электроогневой и детонирующим шнуром.

Для осуществления каждого из этих способов взрывания требуются определенные принадлежности, называемые средствами взрывания.

Кроме того, способы взрывания еще классифицируют по величине интервала времени между взрывами отдельных зарядов или группы зарядов. При этом различают мгновенное, коротко-замедленное и замедленное взрывание. При мгновенном взрывании все заряды ВВ взрываются практически одновременно. При короткозамедленном взрывании отдельные заряды или группы зарядов взрываются в определенной последовательности с интервалами времени, исчисляемыми тысячными долями секунды. Обычно интервалы

времени составляют 10—500 мс. При замедленном взрывании интервалы замедления между взрывами зарядов ВВ составляют от 0,5 с до десятков секунд.

#### 4.2. Огневой способ взрывания зарядов ВВ

Средствами огневого способа взрывания служат капсюль-детонатор, огнепроводный шнур и средства для поджигания огнепроводного шнура.

Сущность огневого способа сводится к взрыву капсюля-детонатора от искры пороховой сердцевины огнепроводного шнура, а от взрыва капсюль-детонатора взрывается основной заряд промышленного ВВ.

Капсюль-детонатор (КД) состоит из металлической или бумажной гильзы, которая почти на две трети наполнена инициирующим ВВ, прикрытым сверху чашечкой с небольшим отверстием в центре (диаметром 2—2,5 мм). Она уменьшает опасность взрыва от трения при введении огнепроводного шнура в свободную часть гильзы. На торце капсюля-детонатора имеется кумулятивное углубление, усиливающее его инициирующее действие. Первичное инициирующее ВВ, которое по массе в два-три раза меньше вторичного, помещается в чашечке. Навеска его принимается такой, чтобы возбудить взрыв вторичного инициирующего ВВ.

В силу высокой чувствительности инициирующих ВВ обращаться с капсюлями-детонаторами следует очень осторожно. К переноске и работе с ними допускаются только лаборанты и взрывники, т. е. лица, прошедшие специальное обучение и сдавшие экзамены квалификационной комиссии.

Капсюли-детонаторы нужно проверять на чистоту внутренней поверхности гильзы. Попавшие туда соринки удаляют осторожным постукиванием открытым дульцем о ноготь пальца. Нельзя извлекать соринки из гильзы палочкой, проволочками и другими приспособлениями, а также выдувать их. Если постукиванием о ноготь посторонние частички извлечь из капсюль-детонатора не удастся, то его бракуют. Капсюли-детонаторы плотно укладывают по 100 штук вертикально дульцами вверх в картонную коробку. Десять таких коробок укладывают в картонный короб. Пять картонных коробов, в свою очередь, укладывают в металлический короб, который упаковывают в деревянный ящик.

Огнепроводный шнур предназначен для взрывания капсюлей-детонаторов и воспламенения пороховых зарядов.

Огнепроводный шнур (ОШ) состоит из пороховой сердцевины с направляющей нитью и водоизолирующей оболочки. Для изготовления сердцевины используют дымный порох. Оболочка шнура состоит из нескольких оплеток из льняных, джутовых, пеньковых или хлопчатобумажных нитей. Чтобы более надежно предохранить пороховую сердцевину, оплетку пропитывают различными веществами, не пропускающими влагу. Для подводных взрывов и взрывов в условиях повышенной влажности применяют шнур с пластиковым покрытием (ОШЩ и шнур двойной асфальтированный (ОШДА)). Для взрывания в сухих и сырых местах применяют асфальтированный шнур (ОША).

Скорость горения ОШ равна 1 см/с. Допускается горение с меньшей скоростью. Однако отрезок ОШ длиной 60 см должен сгореть не менее чем за 60 с и не более чем за 70 с.

Перед применением ОШ необходимо тщательно осмотреть и места, на которых замечены внешние дефекты (нарушение целостности оболочки, смятие и т. п.), вырезать.

Наружная оболочка ОШ, особенно асфальтированных, при температуре выше 28—30 °С портится. Поэтому ОШ следует хранить при более низкой температуре. В жарких условиях и под действием солнечных лучей держать его без упаковки продолжительное время нельзя. В подобных случаях шнур необходимо присыпать землей.

В зимнее время (при низких температурах) перед заготовкой ОШ для взрывных работ его необходимо вносить в теплое помещение за 1—2 ч до начала работы, чтобы предотвратить порчу наружной оболочки при разматывании кругов и разрезании.

При разматывании шнура не допускаются его перегибы, изломы, петли, узлы и повреждения оболочки.

Поскольку пороховая сердцевина увлажняется, во избежание отказов при взрывных работах перед употреблением огнепроводного шнура от каждого конца отрезают по 5 см.

При изготовлении зажигательных трубок нужно следить, чтобы на концах отрезка шнура не было отдельных нитей от оболочки и чтобы оболочка не была

разлохмачена, так как это может закрыть пороховую сердцевину и помешать огню достичь капсюля.

При поступлении «а склад взрывчатых материалов и в процессе хранения огнепроводный шнур, кроме внешнего осмотра, подвергается испытаниям на водостойкость, а также на скорость, полноту и равномерность горения по методике «Единых правил безопасности при взрывных работах».

Применение огнепроводного шнура допускается на открытых и подземных работах, за исключением шахт, опасных по газу и пыли.

ОШ выпускается отрезками длиной 10 м, свернутыми в бухты, которые укладываются в пачки, а пачки—в ящики. На ящиках указывается название шнура и его количество.

В качестве средств для поджигания ОШ используют зажигательный тлеющий фитиль, отрезок ОШ («затравка») или специальные зажигательные патроны.

Зажигательный тлеющий фитиль состоит из сердцевины, представляющей собой пучок хлопчатобумажных или льняных нитей, пропитанных раствором калиевой селитры и заключенных в хлопчатобумажную оплетку. Такой фитиль тлеет со скоростью 0,4 — 1 см в минуту и надежно зажигает ОШ.

Зажечь ОШ можно и от другого отрезка ОШ, если в нем» сделать надрезы по числу поджигаемых отрезков основных ОШ. При горении такого отрезка («затравки») в местах надрезов вылетает сноп искр, способных поджечь ОШ.

Зажигательные патроны применяют для группового зажигания отрезков ОШ.

Зажигательный патрон выполнен в виде бумажной гильзы, на дне которой размещается зажигательный состав. Собранные в пучок ОШ вводят в открытую часть патрона вплотную к зажигательному составу. Одновременно в патрон вводят отрезок ОШ длиной 15 — 30 см, служащий для воспламенения (поджигания) зажигательного состава и загорания всех помещенных в патроны ОШ. Этот отрезок ОШ зажигают другим отрезком ОШ — «затравкой», тлеющим фитилем или специальным электрозажигателем.

Для производства взрывания огневым способом необходимо выполнить целый комплекс операций, включающий изготовление зажигательных и контрольных трубок, патронов-боевиков, а также собственно зарядание (размещение ВВ в шпурах, скважинах или на поверхности разрушаемой горной породы) и забойку



зарядов инертным материалом. Одним из описанных: средств осуществляют зажигание ОШ. Все эти работы выполняет взрывник, в обязанности которого входит также подача установленных сигналов до и после взрыва, счет взрываемых зарядов, осмотр места взрыва и, при необходимости, ликвидация отказов. Зажигательная трубка — огнепроводный шнур, соединенный с капсулем-детонатором. Длина зажигательных трубок зависит от числа поджиганий, средств, применяемых для поджигания, и времени на отход взрывника в укрытие.

Вместе с тем следует отметить, что длина зажигательной трубки не может быть менее 1 м.

При зажигании пяти и более зажигательных трубок для контроля за временем, затрачиваемым на зажигание, необходимо применять контрольную зажигательную трубку.

Контрольная зажигательная трубка на 0,6 м > короче самого короткого шнура зажигательных трубок в заряде. Для ее изготовления используется капсуль-детонатор с бумажной гильзой.

Контрольные зажигательные трубки изготовляют в помещении здания подготовки взрывчатых материалов. При работах передвижного характера изготовление зажигательных и контрольных трубок разрешается под открытым небом за пределами опасной зоны и на расстоянии не менее чем 25 м от места хранения взрывчатых материалов.

При изготовлении зажигательных и контрольных трубок от каждого круга (бухты) ОШ с обоих его концов отрезают по 5 см. Шнур для введения в капсуль-детонатор отрезают перпендикулярно к его оси. Резать ОШ следует острым инструментом. При этом допускается одновременная резка нескольких ниток ОШ, сложенных в пучок.

ОШ вводят в дульце капсуля-детонатора до соприкосновения с чашечкой прямым движением, без вращения шнура или капсуля-детонатора. После этого края металлической гильзы обжимают специальным инструментом. Нельзя надавливать на то место капсуля-детонатора, где помещается взрывчатый состав. Если гильза бумажная, то ОШ крепят в гильзе, обвязывая ее у дульца ниткой или изоляционной лентой.

Все описанные операции выполняют на столах, обитых специальной резиной толщиной не менее 3 мм и имеющих бортики, предотвращающие скатывание и падение капсулей-детонаторов.

Патрон-боевик — патрон ВВ, соединенный с зажигательной трубкой. Для изготовления патрона-боевика патрон ВВ разминают, разворачивают его оболочку и деревянной палочкой делают в центре его углубление для капсуля-детонатора. В это углубление вводят на полную длину капсуль-детонатор зажигательной трубки. Края оболочки после этого собирают и завязывают шпагатом вместе с ОШ.

Техника огневого взрывания включает выполнение следующих работ.

Процесс заряжания — засыпание через воронку или с помощью специального шланга (при механизированном заряжании) в предварительно очищенный шпур (скважину) расчетного количества промышленного ВВ. Затем осторожно вводят патрон-боевик. Свободная часть шпура (скважины) заполняется забоечным материалом (песок, буровая мелочь и т. п.) с целью увеличения сопротивления выходу газообразных продуктов, образующихся при взрыве заряда ВВ. Нельзя в качестве забойки применять горючие или крупнокусковые материалы.

После окончания забоечных работ проверяют и подсчитывают число зарядов, подготовленных к взрыву, подают боевой сигнал и с помощью одного из описанных выше средств поджигают первой контрольную трубку, которую помещают на дневной поверхности на расстоянии не менее 5 м от заряда, зажигаемого первым, но не на пути движения взрывника в безопасное место (укрытие). При огневом способе взрывания шпуровых зарядов число» зажиганий на одного взрывника определяют временем горения контрольной трубки. Взрыв контрольной зажигательной трубки» является сигналом для немедленного ухода взрывника в безопасное место (укрытие). Если зажигание зажигательных трубок производится несколькими взрывниками, то должен быть назначен старший взрывник, в обязанности которого входит зажигание контрольной трубки, организация порядка зажигания, обеспечение своевременного ухода всех взрывников в безопасное место или укрытие и установление времени выхода из укрытия. Из него взрывник ведет счет взрывов «на слух» или с помощью специальных счетчиков взрывов. После взрыва всех зарядов производится осмотр места взрыва и подача сигнала «отбой».

Достоинства огневого взрывания: простота, легкость обеспечения, надежность взрывания зарядов в определенной последовательности, отсутствие необходимости в применении приборов, возможность применения при наличии блуждающих токов.

Недостатки огневого взрывания: относительная опасность (нахождение взрывника непосредственно на месте производства взрыва), невозможность проверки приборами качества-подготовки взрыва, затрудненность взрывания групп зарядов, образование дополнительного количества ядовитых и вредных: газов в результате горения ОШ в условиях подземных выработок. Кроме того, огневой способ не исключает преждевременного подбоя одного заряда другим.

## **Глава 5.**

### **Организация проходческих работ**

#### **5.1. Расчет и построение графиков организации проходческих работ**

График организации горных работ отображает последовательность и длительность рабочих процессов при установленном режиме работы и принятой организации труда, когда обеспечивается выполнение запланированных объемов производства.

Проведение выработок организуется по так называемым графикам цикличности, исходя из проходческого цикла, под которым понимают совокупность проходческих процессов и операций, повторяющихся в течение одинакового промежутка времени, за который забой выработки подвигается на одинаковую величину. График цикличности дает графическое изображение работ проходческого цикла: выполнение всех работ цикла от начальной до конечной — во времени и в пространстве. Время, за которое осуществляется цикл, называется длительностью проходческого цикла.

При проведении горизонтальных выработок буровзрывным способом проходческий цикл включает следующие операции: бурение шпуров, зарядание, взрывание зарядов, проветривание, приведение забоя в безопасное состояние, погрузку и транспортировку породы, возведение крепи, настилку рельсового пути, сооружение водоотводной канавки, наращивание трубопроводов, кабелей.

Графики цикличности подразделяют на одно- и многоцикличные. Объем работ на цикл и по каждой операции или процессу зависит от горно-геологических условий, размеров поперечного сечения выработки, принятого способа проведения, механизации и организации работ. При буровзрывном способе подвигание выработки за цикл определяется глубиной шпуров с учетом коэффициента их использования. При проведении выработок проходческими комбайнами подвигание выработки за цикл лимитируется только возможностями транспортных средств, поскольку комбайн может разрабатывать породу непрерывно.

Чем меньше длительность проходческого цикла, тем больше их будет выполнено за единицу времени — смену, сутки, месяц. Это определяет интенсивность проходческих работ. Однако, во-первых, основой принятой длительности цикла является глубина шпуров — параметр, который устанавливается в зависимости от ряда факторов (минимальные и максимальные значения глубины принимают во внимание при определении длительности цикла). Во-вторых, чем больше выполняется в единицу времени циклов, тем более четко должна быть построена организация работ. Многоцикличная работа предполагает каждым рабочим высокое профессиональное мастерство, использование производительного и надежного в эксплуатации оборудования, четкости при выполнении вспомогательных операций цикла. С увеличением числа циклов в смену, сутки возрастает месячная скорость проведения выработок, сокращаются сроки геологоразведочных работ, создаются благоприятные условия для улучшения основных показателей проходческих работ.

При *одноцикличном* графике работ за цикл выполняется сменный объем работ, т. е. длительность цикла равна длительности рабочей смены. Одноцикличный график обеспечивает наиболее простую организацию работ. Состав и объем работ, численность рабочих в каждой смене постоянны. В то же время проведение выработок по одноцикличному графику не позволяет достичь максимальных темпов работ — месячная скорость проведения выработок в обычных условиях, как правило, невелика.

Для увеличения скорости проведения выработок приходится увеличивать число циклов в смену при работе одним забоем либо нескольких близко расположенных забоев. Это не всегда выполнимо по причинам производственного

характера и условиям геологических задач. Кроме того, приходится иметь в виду усложнение работ в том и другом случае.

*Многоцикличные* графики бывают жесткими и скользящими. В первом случае в смену выполняют целое число циклов. Во втором случае в смену выполняют дробное число циклов.

## **Глава 6.**

### **Физико-технические свойства и классификация горных пород**

#### **6.1. Плотностные свойства горных пород**

Горными породами называют агрегаты минералов, образующих самостоятельные геологические тела. К физическим параметрам плотностных свойств относят плотность, удельный вес и пористость (общая, открытая). При расчете параметров технологических процессов проведения подземных горных выработок, а также механических процессов, проходящих в массиве горных пород, большое значение уделяется плотности. Различают плотность породы в массиве (в естественном залегании), образце и разрыхленном состоянии.

#### **6.2. Физико-механические и горнотехнологические свойства горных пород**

К базовым физико-механическим свойствам горных пород относят пределы прочности пород при сжатии и растяжении, модуль продольной упругости (модуль Юнга) и коэффициент относительных поперечных деформаций (коэффициент Пуассона). Горнотехнологические свойства характеризуют горные породы как объекты разработки применительно к инженерным расчетам технологических процессов.

Применительно к процессам проведения выработок и выбору горнопроходческих машин имеют применение следующие горнотехнологические свойства: пределы прочности массива горных пород при сжатии и растяжении, коэффициент крепости по М.М. Протодяконову, угол внутреннего трения и коэффициент трения, угол естественного откоса, а также горнотехнологические характеристики: абразивность, кусковатость и

др. Некоторые горнотехнологические характеристики устанавливаются эмпирическим путем. Они определяют поведение горной породы при воздействии на нее инструментом и рабочими органами горных машин.

Пределом прочности называют условное напряжение, отвечающее наибольшей нагрузке, предшествовавшей разрушению образца горной породы. Предел прочности зависит от минералогического состава, структуры и пористости породы, характера цемента, степени выветрелости и др.

### 6.3. Технологические показатели горных пород

Технологические свойства горных пород – абразивность, вязкость, буримость, дробимость.

**Абразивность** характеризует способность горной породы изнашивать контактирующие с ней поверхности горных машин или горного оборудования в процессе их работы. По методу Л. И. Барона и А. В. Кузнецова абразивность пород в массиве оценивается средней потерей в массе (в мг) тупого цилиндрического стержня из углеродистой стали-серебрянки путем истирания его о породу при вращении под осевой нагрузкой 150 Н в течение 10 с. Все горные породы по абразивности разделены на 8 классов. Наименее абразивными (I класс) являются такие породы, как известняки, мраморы, глинистые сланцы, наиболее абразивными (VIII класс) — корундосодержащие породы. Показатель абразивности используется при планировании расхода инструмента горных машин.

**Вязкость** — свойство горной породы оказывать сопротивление разрушению и характерно для пород, имеющих высокую прочность и большую зону пластической деформации. Технологический показатель вязкости горных пород при разрушении пропорционален сопротивлению породы силам, стремящимся разъединить ее частицы. Он определяется пластическими свойствами породы, отношением пределов прочности при растяжении и сжатии, а также значением предела прочности породы при сдвиге. Общеизвестного метода определения вязкости горных пород не существует. К наименее вязким породам отнесены мраморы (относительная вязкость 0,7), к наиболее вязким — базальты (относительная вязкость 2,2).

**Буримость** горной породы характеризует ее способность сопротивляться проникновению в нее бурового инструмента и интенсивность образования в породе шпура или скважины под действием усилий, возникающих при бурении. Шпур представляет собой цилиндрическую полость в горной породе, имеющую глубину до 5 м, диаметр до 75 мм и предназначенную для размещения заряда ВВ. Скважина, в отличие от шпура, имеет глубину более 5 м и диаметр более 75 мм. Буримость принято оценивать скоростью бурения (мм/мин) или продолжительностью бурения 1 м шпура (мин/м). На буримость оказывают влияние свойства горной породы, а также конструктивные особенности бурового оборудования и режим его работы. Поэтому при определении буримости необходимо строго соблюдать стандартные условия: применение определенного бурового инструмента, сохранение определенного диаметра шпура и режима работы инструмента (например, давления сжатого воздуха в воздушной магистрали). Показатели буримости используют при нормировании процессов бурения шпуров и скважин, других видов горных работ.

## **Глава 7.**

### **Напряженное состояние породных массивов**

#### **7.1. Начальное напряженное состояние породных массивов**

Постоянно подвергаясь действию различных сил, породный массив находится в напряженном состоянии. Согласно современным представлениям, начальное напряженное состояние породных массивов является функцией различных факторов, к которым относят действие гравитационного и температурного полей, физико-механических свойств и структурно-механических особенностей породных массивов, рельефа местности, тектонических и породообразующих процессов, космических факторов, действие подземных и наземных вод и газов, а также производственную деятельность человека. В настоящее время невозможно учесть сейсмические, тектонические и

другие силы, поэтому в расчетах ограничиваются учетом только силы гравитации или тяжести.

Напряженное состояние массива связано с определенным запасом потенциальной энергии. Переходя под действием сил из одного напряженного состояния в другое, породы накапливают или отдают часть этой энергии, совершая при этом работу по перемещению отдельностей породы. Перемещения могут быть только возле положения равновесия, происходить медленно и без нарушения сплошности в виде течения или же быстро с явным нарушением сплошности, которое проявляется в форме оползней, обвалов, землетрясений, обрушений пород в горные выработки. Силы, возникающие в массиве, окружающем выработку, называют горным давлением.

Для выяснения картины напряженного состояния породного массива из твердых пород мысленно выделим на произвольной глубине от земной поверхности кубик с размером ребра, равным единице. В качестве источника напряжений примем только силы гравитации с постоянной в пределах рассматриваемой глубины величиной. Вертикальное напряжение сжатия на гранях кубика будет равно давлению вышележащего столба пород.

Вокруг выработки круглого сечения при гидростатическом распределении напряжений в нетронутом массиве возникают только сжимающие напряжения одинаковой по всему периметру величины. На контуре такой выработки возникают тангенциальные напряжения.

## **7.2. Расчет горного давления в горизонтальных выработках**

В основу расчета вертикальной нагрузки на выработку со стороны кровли положена общепризнанная гипотеза сводообразования. Ее сущность в современном толковании состоит в том, что над выработкой, заложенной на любой глубине и в различных по физико-механическим свойствам породах, исключая пльвуны, образуется свод давления. Этот свод оказывает давление на крепь и воспринимает нагрузку от вышележащей толщи пород.

На практике применяют ряд расчетных схем для определения давления пород на горную выработку со стороны кровли: проф. М. М. Протодыяконова, проф. П. М. Цимбаревича, проф. А. А. Борисова и др.



## Глава 8. Вентиляция горных выработок

### 8.1. Состав и свойства рудничного воздуха

В задачу вентиляции горных выработок входит обеспечение подачи рудничного воздуха необходимого состава, здоровых и безопасных санитарно-гигиенических условий труда на рабочих местах.

Рудничным называется воздух, поступающий в подземные выработки с поверхности и претерпевающий изменения в процессе перемещения по ним. Эти изменения выражаются прежде всего в уменьшении содержания кислорода и увеличении содержания углекислого газа.

К основным причинам уменьшения содержания кислорода в воздухе горных выработок относятся окисление горных пород, древесины, ведение взрывных работ, работа двигателей внутреннего сгорания.

В рудничном воздухе могут оказаться такие газы, как азот, метан, окись углерода, сернистый газ, сероводород, оксиды азота, метан, водород, тяжелые углеводороды, радон, аммиак и другие вредные газы, а также пары воды и пыль. Одни ядовитые газы образуются при взрывных работах или в результате работы в подземных условиях двигателей внутреннего сгорания, другие выделяются из горных пород или полезных ископаемых и шахтных вод.

Давление, температура, скорость движения и влажность рудничного воздуха также могут существенно отличаться от этих физических параметров атмосферного воздуха.

В процессе горных работ образуется *рудничная пыль* — совокупность тонкодисперсных минеральных частиц размером менее 1 мкм, находящихся во взвешенном состоянии в рудничной атмосфере либо осевших на поверхности горных выработок. Рудничную пыль, способную находиться в воздухе во взвешенном состоянии, называют витающей, или пылевым аэрозолем. Она характеризуется концентрацией ( $\text{мг/м}^3$ ), дисперсным вещественным составом и другими свойствами.

Вдыхаемая мелкодисперсная пыль приводит к легочным заболеваниям — пневмокониозам. Содержание пыли, приводящей к таким заболеваниям, не должно превышать  $2 \text{ мг/м}^3$ . Наиболее вредна пыль, содержащая частицы свободной двуокиси кремния. Основными источниками пылеобразования являются такие виды работ, как бурение шпуров, взрывные работы, погрузка и транспортирование горной массы по выработкам, а также ранее осевшая пыль.

Борьба с пылью остается одной из важнейших задач по улучшению условий труда и безопасности работ при проведении горных выработок. Как уже отмечалось, при бурении шпуров для борьбы с пылью используется промывка водой. Для уменьшения запыленности при взрывных работах применяют внутреннюю водяную забойку с расходом воды  $0,4 \text{ л}$  на шпур. При уборке горной массы пылеподавление осуществляется ее увлажнением и орошением. При уборке горной массы ковшовыми погрузочными машинами уменьшить запыленность воздуха до допустимой концентрации можно применением гидрообеспыливания. Для обеспыливания воздуха при работе ковшовых погрузочных машин типа ППН используется система орошения с помощью форсунок. Расположение форсунок непосредственно на ковше позволяет в момент черпания и разгрузки направлять весь факел распыляемой воды на очаг пылеобразования. Для уменьшения запыленности воздуха при работе погрузочных машин с нагребными лапами используется система пылеподавления, представляющая собой два эжектора, установленные над каждой нагребной лапой.

Рудничный воздух, который по своему составу незначительно отличается от атмосферного и движется в направлении забоя проветриваемой выработки, называется свежим, а воздух, движущийся из забоя проветриваемой выработки и содержащий то или иное количество загрязняющих примесей, называется отработанным.

На разведочных шахтах воздушная струя, движущаяся от воздухоподающего ствола к забоям выработок, называется поступающей, а от забоев к воздуховыдающей выработке — исходящей струей.

Содержание газов в воздухе выражается объемной или массовой концентрацией.

В практике горных работ применяют три схемы проветривания: нагнетательную, всасывающую и комбинированную.

*Нагнетательная схема* характеризуется тем, что чистый воздух подается в призабойную зону выработки по трубопроводу, а загрязненный удаляется непосредственно по выработке. Скорость движения пыле-газового облака по выработке меньше, чем по трубопроводу, поэтому при данном способе проветривания при прочих равных условиях требуется большее количество воздуха, чем при всасывающем. Основной недостаток нагнетательного способа — загазовывание всей выработки и необходимость постепенного разбавления этих газов до санитарных норм, что при большой протяженности выработки вызывает необходимость применения вентиляторов большой производительности и труб большого диаметра.

*Всасывающая схема* характеризуется отсасыванием загрязненного воздуха по трубопроводу. Зона действия всасываемого воздуха не превышает 1 —1,5 м от конца трубопровода. Однако подвести трубопровод к забою ближе нельзя из-за опасности его повреждения взрывом. Продукты взрывных работ и пыль остаются в призабойной зоне, а не распространяются по выработке. Достоинства данного способа проветривания: выработка все время проветривается чистым воздухом, так как загрязненный удаляется по трубопроводу.

*Комбинированная схема* проветривания осуществляется несколькими вентиляторами - всасывающими и нагнетательными.

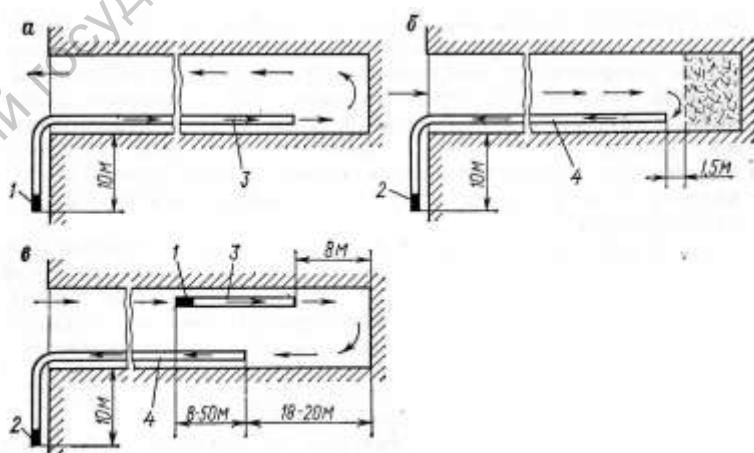


Рис.2. Схема проветривания горизонтальных выработок: а-нагнетательная; б-всасывающая; в-комбинированная; 1 и 2-нагнетательный и всасывающий вентиляторы; 3 и 4-нагнетательный и всасывающий трубопроводы

## **Глава 9. Погрузка породы**

### **9.1. Общие сведения о погрузке породы при проведении горизонтальных, вертикальных и наклонных подземных горных выработок**

Погрузка породы является одним из основных технологических процессов при проведении подземных выработок. Этот вид работ в зависимости от применяемой технологии занимает в горизонтальных выработках 30<sup>^</sup>—55% времени проходческого цикла и примерно столько же — всех трудовых затрат. В вертикальных выработках удельный вес погрузки в общем балансе продолжительности и трудоемкости проходческого цикла достигает 70% и более. Поэтому исключительно важное значение имеет механизация погрузочных работ, обеспечивающая более комфортные условия труда проходчиков, рост производительности и повышение скорости проведения выработок.

Особенно сложной работа по погрузке породы является при проходке таких разведочных выработок, как стволы шахт и шурфы. Это обусловлено специфическими условиями проведения этих выработок: сравнительно небольшая (для шурфов — до 4 м<sup>2</sup>) площадь поперечного сечения и стесненные условия погрузки, поскольку на ограниченной площади забоя находятся люди, а также бадьи, насосы и другое проходческое оборудование; погрузка породы производится в бадьи, имеющие малую площадь поперечного сечения; проходческое оборудование располагается по вертикальной схеме, перед взрывом оно поднимается на безопасное расстояние, а после проветривания опускается к забою; наличие капежа и притока воды в забой.

### **9.2. Основные сведения об оборудовании для погрузки горной породы**

*Горизонтальные выработки.* При проведении горизонтальных разведочных выработок погрузка горной массы осуществляется также скреперными установками, погрузочными и погрузочно-доставочными машинами. Основными требованиями к

оборудованию для погрузки горной массы являются небольшие размеры, хорошая маневренность, высокая

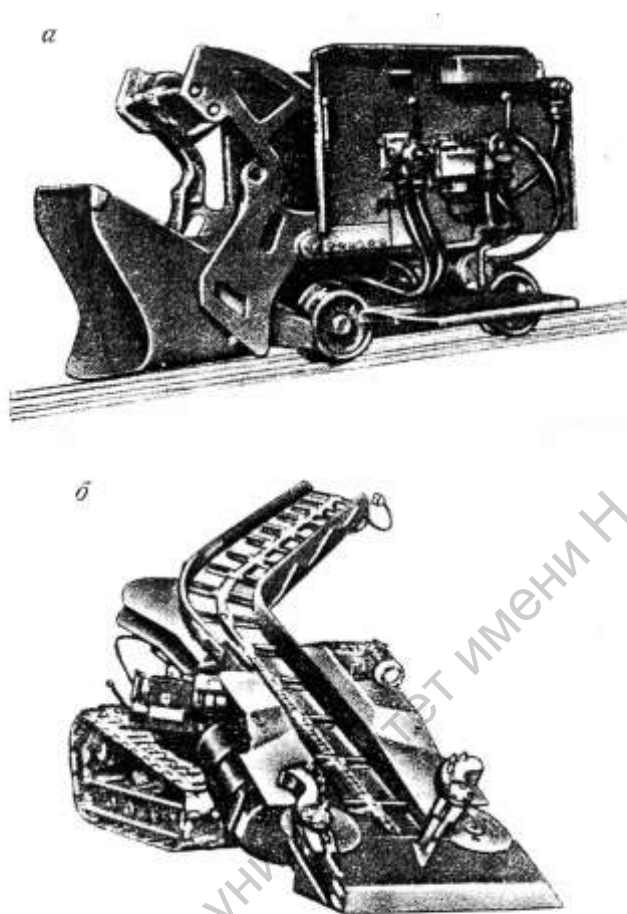


Рис.3. Породопогрузочные машины:  
а-периодического действия; б-непрерывного действия

производительность, простота обслуживания и ремонта, высокая надежность. При выборе средств погрузки приходится учитывать протяженность и искривленность горных выработок, размеры их поперечного сечения, энергетические возможности объекта горных работ.

*Погрузочные машины* подразделяют: по области применения — для горизонтальных и наклонных выработок; по принципу действия рабочего органа — на машины периодического и непрерывного действия; по способу захвата горной массы — с нижним, верхним и боковым захватом; по устройству ходовой части — на

машины на колесном и гусеничном ходу: по виду применяемой энергии — на электрические и пневматические.

В погрузочных машинах с нижним захватом черпание горной массы осуществляется ковшем; в погрузочных машинах с боковым захватом — рабочим органом в виде нагребавших лап, консольных скребков, рифленых дисков; в погрузочных машинах с верхним захватом — органом в виде гребка.

*Погрузочные машины ковшового типа* имеют две разновидности: с рабочим органом прямой погрузки, когда горная масса из ковша сразу высыпается в транспортное средство, и с рабочим органом ступенчатой погрузки, когда вначале из ковша порода подается на перегрузочный конвейер, а уже с него — в транспортное средство. Перегрузочный конвейер выполняет роль своеобразной аккумулирующей емкости. Таким образом, погрузочная машина прямой погрузки состоит из рабочего органа — ковша, рукояток управления, ходовой части, а в погрузочной машине ступенчатой погрузки дополнительно имеется перегрузочный конвейер.

Полный цикл работы машины ковшового типа складывается из следующих операций: движения ее вперед на взорванную горную массу при крайнем нижнем положении ковша; загрузки ковша путем его внедрения в горную массу с последующим встряхиванием для обеспечения полноты заполнения ковша; подъема загруженного ковша в крайнее заднее положение и разгрузки его непосредственно в вагонетку (конвейер), прицепленную к машине или на перегрузочный конвейер; движения машины от забоя до занятия исходного положения и повторения цикла погрузки. Последние две операции с целью экономии времени совмещают. Для увеличения фронта погрузки рабочий орган машины поворачивается в горизонтальной плоскости.

Машины ковшового типа выпускают преимущественно на рельсовом ходу. Рельсовый ход обеспечивает простоту конструкции, быстрое перемещение машины из одной выработки в другую, но вызывает необходимость постоянного наращивания рельсовых путей.

Ковшовые погрузочные машины с прямой погрузкой имеют следующие преимущества: простоту конструкции, надежность и длительный срок службы,

возможность погрузки крупнокусковой горной массы, высокую маневренность, сравнительно небольшие габариты в плане и небольшую массу.

*Ковшово-конвейерные погрузочные машины* со ступенчатой погрузкой просты по конструкции, прочны, разборны при транспортировании. К их недостаткам относят сравнительно быстрый износ ленты конвейера. Погрузочные машины с боковой разгрузкой ковша, выполненные на гусеничном ходу, имеют неограниченный фронт погрузки горной массы на конвейер и высокую производительность.

В практике проведения горизонтальных разведочных выработок применение получили погрузочные машины ковшового типа нижнего захвата прямой погрузки. Эти машины вполне вписываются в сечения разведочных выработок малой площади поперечного сечения.

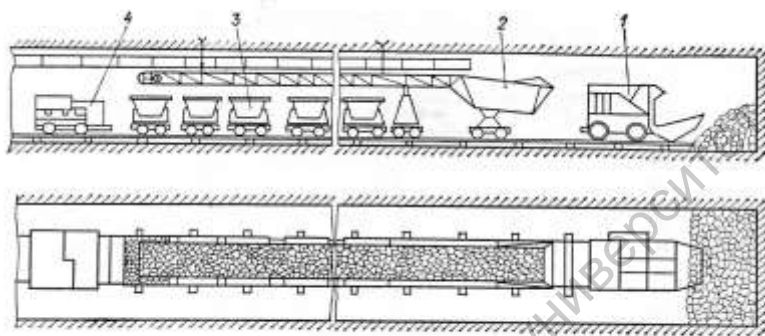


Рис.4. Схема погрузки горной массы с применением перегружателя:  
1-погрузочная машина; 2-перегрузатель; 3-вагонетка; 4-электровоз

## Глава 10.

### Водоотлив при проходке наклонных и горизонтальных выработок

Для улавливания воды при проведении наклонных выработок в их почве через каждые 5—10 м оборудуются поперечные канавки, из которых вода поступает в продольную канавку, а затем в водосборник. Туда же откачивается вода из забоя забойным насосом. С помощью горизонтального стационарного насоса далее вода откачивается непосредственно на поверхность или подается к промежуточному водосборнику.

Забойные насосы устанавливают горизонтально на специальных рамах, оборудованных полозьями или колесами, а также на переносных полках.

По выработкам насосы перемещают на салазках или на колесах по рельсовым путям с помощью канатов и лебедок, устанавливаемых на поверхности или в камере промежуточной насосной станции.

Нагнетательный трубопровод насоса периодически наращивают по мере углубки выработки. С этой целью насос соединяют с напорным трубопроводом гибким рукавом.

При небольших водопритоках в наклонные выработки, так же как и при проведении вертикальных выработок, вода может удаляться вместе с породой в вагонетках или скипах.

Водоотлив из горизонтальных выработок осуществляется с помощью водоотливных канавок. Для обеспечения движения воды по канавкам самотеком (а также для улучшения условий транспортирования грузов) почве выработки придается продольный уклон от 0,002 до 0,005.

## **Глава 11.**

### **Общие сведения по преобразованию биосферы горной промышленностью**

Среди современных разрушающих биосферу технологий добыча полезных ископаемых по многоплановости и необратимости воздействий вышла в нежелательные лидеры. На долю разработки и освоения минерального сырья (угля, нефти, горючих сланцев, попутного и природного газа, металлов, неметаллических твердых полезных ископаемых, минеральных удобрений, строительных материалов) приходится свыше 80 % общего антропогенного воздействия на литосферу (предполагается, что в течение примерно 50 лет за счет процессов рассеяния полученных человечеством металлов в поверхностных отложениях земной коры содержание мышьяка повысится в 250, ртути в 100, свинца в 10 и оксидов железа в 2 раза).

Применяющиеся процессы добычи полезных ископаемых (под которыми понимаются не только извлечение минералов, но и весь комплекс вскрытия, подготовки, дробления, выдачи на поверхность, измельчения, обогатительный и металлургический передел) пока еще не могут не нарушать исходное равновесие экосистемы, вызывая необратимые изменения в биосфере.



Подземный и открытый способы разработки месторождений твердых полезных ископаемых, скважинный способ добычи нефти, природного газа, серы, солей, цветных и других металлов существенно влияют на газовый, водный, термический и геохимический режимы территорий расположения горнодобывающего комплекса, на микроклимат отдельных регионов и частично даже на глобальный климат планеты.

## Глава 12.

### Методология ведения мониторинга геологической среды

Под *мониторингом геологической среды* (МГС) понимается система регулярных наблюдений за состоянием и изменением геологической среды под воздействием природных и антропогенных факторов. Мониторинг предусматривает также разработку рекомендаций по предотвращению или ослаблению негативных последствий от горных работ и всей сопутствующей промышленной инфраструктуры.

Мониторинг (МГС) является составной частью Государственного мониторинга геологической среды (ГМГС), который в свою очередь входит в состав Единой государственной системы экологических мониторингов (ЕГСМ).

Как специализированная информационно-прогностическая система, мониторинг должен сопрягаться с автоматизированной информационно-управляющей Российской системой предупреждения и действия в чрезвычайных ситуациях (АИУС РСЧС) Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС РФ). Как составная часть ГМГС сопряженный мониторинг (СМГС) состоит из мониторинга гидрологического (поверхностных вод), мониторинга гидрогеологического (подземных вод), инженерно-геологического (экзогенных процессов и свойств пород) и геодинамического (сейсмичности). Кроме того, при ведении сопряженного мониторинга используется информация других смежных мониторинговых систем (атмосферы, биосферы и Т.Д.).

*Объектом* МГС является участок недр, в пределах которого осуществляется изучение состояния геологической среды и прогноз развития

различных негативных процессов и явлений под влиянием горных работ и связанной с добычей солей промышленной инфраструктуры.

*Целью* МГС является информационное обеспечение органов представительной и исполнительной власти, управления государственным фондом недр о проявлении опасных процессов и явлений при эксплуатации Верхнекамского месторождения соли для обоснования мероприятий по предотвращению или ослаблению их негативных последствий. Основными *задачами* МГС являются: S проведение систематических наблюдений за состоянием массивов горных пород в районе действующих калийных рудников и нефтедобывающих скважин, подземных и поверхностных вод, экзогенных и эндогенных геологических процессов для получения данных, характеризующих закономерности развития негативных явлений и факторы их вызывающие; S сбор и получение данных о природных и техногенных факторах, определяющих развитие процессов загрязнения поверхностных и подземных - вод, почв, растительности, изменение рельефа земной поверхности, возникновение сейсмичности; S анализ, обработка и хранение информации о состоянии геологической среды в разные периоды времени; S регулярное составление и проверка долгосрочных и краткосрочных прогнозов активизации различных негативных процессов и явлений, в том числе прогноз чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть в процессе горных работ или нефтедобычи;

## ГЛОССАРИЙ

### по курсу «Горные машины и проходка горных выработок»

**Горная выработка** - сооружение в недрах Земли или на её поверхности, созданное в результате ведения горных работ и представляющее полость в массиве пород.

**Горное давление** - силы, возникающие в массиве, окружающем выработку, являющиеся функцией литостатической нагрузки, физико-механических свойств пород и др.

**Горизонтальные горные выработки** - штольни, штреки, квершлаг, рассечки, орты

**Горная крепь** – искусственное сооружение, возводимое в подземных выработках для предотвращения обрушения горных пород и сохранения необходимых площадей сечений выработок, а также для управления горным давлением

**Грейфер** – погрузочная машина с пневматическим забирающим органом

**Горизонт** – совокупность выработок, расположенных на одном уровне и предназначенная для осуществления разведки или выемки полезного ископаемого

**Вертикальные горные выработки** - ствол шахтный, ствол шахтный слепой, восстающий, шурф.

**Восстающий** – вертикальная или наклонная горная выработка, проводимая по восстанию залежи (пласта) и предназначенная для разведочных целей, спуска породы, полезного ископаемого, передвижения людей, проветривания, подачи энергии и воды

**Зумф** - водосборник вертикального ствола.

**Квершлаг** – разведочная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, проведенная по вмещающим породам вкрест простирания месторождения и используемая для разведочных целей

**Крепь** специальная конструкция, предназначенная для сохранения горной выработки

**Клеть** - подъёмный сосуд в виде платформы, укрепленной на каркасной раме;

оборудована крышей и дверцами. В клетях осуществляется спуск и подъем людей, вагонеток с горной породой и других грузов.

**Комбайн проходческий** – комбинированная горная машина, предназначенная для механизированного проведения горных выработок и выполняющая не менее двух основных проходческих операций – разрушение горной породы и погрузку её на транспортные средства

**Орт** – выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность и проведенная вкrest простирания месторождения (при крутом и наклонном падении)

**Охранные целики** - не выработанные участки руды, служащие для поддержания очистного (выработанного) пространства горных выработок. Бывают междуканальные, междуэтажные, барьерные целики.

**Перфораторы** - ударно-поворотные буровые машины, работающие на сжатом воздухе.

**Породный массив** - связный участок земной коры, в пределах которого локализуются напряжения и деформации, обусловленные наличием горных выработок и нагрузками, возникающими от разрушающих воздействий в процессе добычи полезного ископаемого.

**Рудничный (шахтный) подъем** - перемещение горных пород, материалов, оборудования и людей по стволам шахт. Осуществляется с помощью подъемных устройств (бадьи, клетки, скипы)

**Скип** – представляет собой металлический ящик, чаще всего призматической формы, шарнирно укрепленный на подвесной раме. Скипы бывают неопрокидные и опрокидные. Загрузка скипов производится из загрузочных бункеров

**Скреперные установки, скреперы** – используются для транспортирования горной массы при проведении горизонтальных выработок различного назначения. Скреперы имеют различную конструкцию (гребковые, коробчатые) и работают с использованием скреперных блоков и собственно скреперов, захватывающих горную массу

**Шпур** - цилиндрическое отверстие в горной породе, проходимое буровыми машинами и перфораторами. Предназначены для помещения в них взрывчатого вещества при буро-взрывном методе проходки горных выработок

**Врубовые шпур**ы – взрываются первыми, предназначены для создания дополнительных поверхностей обнажения за счет образования в забое углубления - вруба

**Камера** – горная выработка, имеющая при сравнительно больших поперечных размерах небольшую длину и предназначенная для размещения оборудования

**Консервация горных выработок** – комплекс работ и мероприятий по обеспечению сохранности горных выработок, осуществляемых по окончании горно-разведочных работ или их приостановке на длительный срок с целью повторного использования выработок

**Крепление горных выработок** – работы по возведению, перестановке, ремонту горной крепи в выработке.

**Машины для бурения шпуров** – пневматические бурильные машины – перфораторы, колонковые перфораторы, телескопные перфораторы, бурильные установки

**Отбойные шпур**ы – предназначены для отбойки горной породы в направлении вруба

**Оконтуривающие шпур**ы - взрываются последними и предназначены для придания выработке запрограммированной формы.

**Шахтный ствол** – вертикальная (или наклонная) выработка, имеющая непосредственный выход на поверхность и предназначенная для вскрытия месторождения. Ствол оборудуется подъёмной машиной или лебедкой

**Шахтный ствол слепой** - вертикальная выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность и предназначенная для обслуживания разведочных работ

**Штольня** – разведочная выработка, проведённая к месторождению с поверхности горизонтально или с незначительным подъёмом, имеющая непосредственный выход на поверхность

**Штрек** – выработка, проведенная по простиранию наклонно залегающего месторождения или в любом направлении при горизонтальном её залегании.

**Штрек полевой** – штрек, проведённый по вмещающим породам

**Карьер** – открытая выработка, обширная по площади, не имеющая явно выраженной длины и ширины, служит для изучения закономерности залегания пород и (или) добычи полезного ископаемого

**Шурф** вертикальная, реже наклонная подземная выработка, проводимая с земной поверхности с целью геологического изучения или разведки полезных ископаемых (иногда и для их добычи) и оснащенная подъёмными устройствами

**Рассечка** - выработка, не имеющая выхода на земную поверхность, проводимая из других выработок для установления границ оруденения вкрест простирания.

**Способы проходки горных выработок** – механизированный с применением специальных землеройных машин, вручную с применением шанцевого инструмента, с применением буровзрывных работ, с использованием специальных методов проходки

**Специальные способы проходки горных выработок** – с замораживанием или цементацией забоя, с водопонижением, с использованием забивной крепи

**Способы проходки восстающих** – проходка с применением подвесных полков и с применением подвесных клетей

**Схемы вентиляции горных выработок** – нагнетательная, всасывающая и комбинированные схемы

**Технологическая схема (проходческий цикл) выполнения горных работ** – последовательность выполнения горных работ за одну смену

**Балансовые запасы полезного ископаемого** - содержание полезных ископаемых в подсчётном блоке (ставится на баланс при защите на ГКЗ – государственной комиссией по запасам)

**Барраж** – подземная водонепроницаемая завеса, сооружаемая для защиты горных выработок от подземных вод

**Горная выработка** - сооружение в недрах Земли или на её поверхности, созданное в результате ведения горных работ и представляющее полость в массиве пород

**Горизонтальные горные выработки** - штольни, штреки, квершлагги, рассечки, орты

**Горная крепь** – искусственное сооружение, возводимое в подземных выработках для предотвращения обрушения горных пород и сохранения необходимых площадей сечений выработок, а также для управления горным давлением

**Горизонт** – совокупность выработок, расположенных на одном уровне и предназначенная для осуществления разведки или выемки полезного ископаемого

**Главные минеральные ресурсы** – минеральные ресурсы, горные породы, добыча которых цель горного предприятия

**Землеёмкость** – (для горных предприятий) – показатель степень вовлечения земель в сельскохозяйственных земель, показатель обратный землеотдаче

**Землеотдача** – выход продукции, приходящийся на единицу площади сельхозугодий

**Соопутствующие минеральные ресурсы** - минеральные ресурсы, породы и минералы, входящие в состав добываемого минерального сырья, отделение которых невозможно на стадии добычи или это экономически нецелесообразно

**Попутно извлекаемые минеральные ресурсы** – минеральные ресурсы, извлечение которых из недр производится вынужденно при выполнении определенных технологических операций («пустая порода»)

**Охранные целики** - не выработанные участки руды, служащие для поддержания очистного (выработанного) пространства горных выработок. Бывают междуканальные, междуэтажные, барьерные целики.

**Вертикальные горные выработки** - ствол шахтный, ствол шахтный слепой, восстающий, шурф.

**Виды минерального сырья, добываемого при горных работах** - главные, сопутствующие и попутно извлекаемые

**Депонирование отходов** - складирование отходов в определённых местах по определённым правилам, различают упорядоченное и хаотичное складирование

**Зумф** - водосборник вертикального ствола

**Квершлаг** – разведочная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, проведенная по вмещающим породам вкрест простирания месторождения и используемая для разведочных целей

**Клеть** - подъемный сосуд в виде платформы, укрепленной на каркасной раме; оборудована крышей и дверцами. В клетях осуществляется спуск и подъем людей, вагонеток с горной породой и других грузов.

**Кондиции на минеральное сырьё** – совокупность требований к качеству полезных ископаемых в недрах

**Орт** – выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность и проведенная вкрест простирания месторождения (при крутом и наклонном падении)

**Породный массив** - связный участок земной коры, в пределах которого локализуются напряжения и деформации, обусловленные наличием горных выработок и нагрузками, возникающими от разрушающих воздействий в процессе добычи полезного ископаемого.

**Рудничный (шахтный) подъем** - перемещение горных пород, материалов, оборудования и людей по стволам шахт. Осуществляется с помощью подъемных устройств (бадьи, клетки, скипы)

**Шпур** - цилиндрическое отверстие в горной породе, проходимое буровыми машинами и перфораторами. Предназначены для помещения в них взрывчатого вещества при буро-взрывном методе проходки горных выработок

**Камера** – горная выработка, имеющая при сравнительно больших поперечных размерах небольшую длину и предназначенная для размещения оборудования

**Консервация горных выработок** – комплекс работ и мероприятий по обеспечению сохранности горных выработок, осуществляемых по окончании горно-разведочных работ или их приостановке на длительный срок с целью повторного использования выработок

**Ликвидация горных выработок** - комплекс работ и мероприятий по прекращению работ в горных выработках и устранению доступа в них в связи с окончанием их службы. Ликвидация заключается в их засыпке. В ликвидируемых выработках крепь оставляют.



**Мониторинг** (в данном случае в геоэкологии горного производства) – непрерывное комплексное наблюдения за горными выработками и вмещающими их породами (массивами), измерение параметров и анализ их функционирования

**Крепление горных выработок** – работы по возведению, перестановке, ремонту горной выработки

**Природно-промышленный комплекс (ППК)** – относительно самостоятельная структурная единица ноосферы, включающая в себя природные, промышленные, агропромышленные и жилищно-бытовые комплексы, функционирующие как единое целое

**Разубоживание полезного ископаемого** – потери полезного ископаемого при его добыче

**Рекультивация недр** - комплекс горнотехнических работ по восстановлению ценности недр путём использования образованных пустот в качестве подземных сооружений

**Горнотехническая рекультивация** – заключается в предварительной подготовке нарушенных земель для целевого использования.

**Биологическая рекультивация** – проведение мероприятий по восстановлению плодородия земель.

### **Программа курса «Горные машины и проходка горных выработок»**

1. Горные породы. Их физико-механические свойства. Общие сведения о разведке месторождений полезных ископаемых, подсчете запасов. Общие сведения об открытых и подземных выработках и способов их проведения (проходки). Горное давление и крепление горных выработок.

2. Горные работы в рыхлых и мягких породах. Используемые для этой цели землеройные машины. Особенности проведения горных работ в породах средней крепости и крепких. Использование взрывчатых веществ. Бурение шпуров. Механизмы, используемые для бурения шпуров.

3. Технология и механизации погрузки породы. Погрузочные машины для горизонтальных и наклонных выработок.

4. Рудничный транспорт. Откатка и транспортировка горных пород. Шахтный подъем.

5. Открытая разработка месторождений.

### **Литература курса «Горные машины и проходка горных выработок»**

#### Основная

В.В.Ильяш, Ю.Н.Стрик Проходка горных выработок. Изд-во Воронежского государственного университета. Воронеж. 2008. .Советов Г.А., Жабин Н.И.

Основы бурения и горного дела. Недра.М. 1991. 368 с.

#### Дополнительная

2. С.С.Борисов, М.П.Клоков, Б.А.Горновой. Горное дело. Недра. М. 1972. 359 с.

3. Лукьянов В.Г., Громов А.Д.Проведение горноразведочных работ. 1986. 288 с.

4. Михайлов Ю.И., Кантович Л.И. Горные машины и комплексы. М., «Недра». 1975. 425 с.

### **ПРОГРАММА КУРСА «ГЕОЭКОЛОГИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

1. Экологические проблемы на современном этапе развития общества.

2. Какие виды деятельности можно отнести к горным работам. Горные выработки открытые и подземные. Буровые скважины. Тоннели.

3. Геоэкологические проблемы, возникающие в районах интенсивного ведения горных работ.

4. Переход экологических кризисов из региональных в глобальные. Истощение природных ресурсов. Вовлечение в производственную деятельность все большие объемы природных ресурсов. Возрастание степени загрязнения окружающей среды Создание вторичной окружающей среды.

5. Природно-промышленные системы и комплексы (ППК), их место в структуре ноосферы. Их структура и условия рационального функционирования.

6. Влияние горного производства на природную среду. Изменение биосферы, литосферы, гидросферы и атмосферы горнопромышленным комплексом.

Интенсивность, степень и опасность воздействия горного производства на природную среду.

7.Формы нарушения и загрязнения природной среды в горно-промышленных районах. Геомеханические, гидромеханические, гидрогеологические, геохимические, аэродинамические, биоморфологические и др. нарушения.

8.Общие требования по охране окружающей среды при строительстве и эксплуатации горных предприятий и рационального использования минеральных ресурсов. Мероприятия по рациональному использованию минеральных ресурсов и охране недр: технологические, защитно-профилактические, экологические, организационные.

9.Рациональное использования и охрана земельных, водных ресурсов и атмосферы при добыче и переработке полезных ископаемых.

10.Типы минеральных ресурсов. Месторождения полезных ископаемых, категории запасов, балансовые запасы полезных ископаемых, забалансовые запасы. Требования промышленности к качеству минерального сырья.

11.Геоэкологические проблемы, возникающие при складировании второстепенного и попутно-извлекаемого минерального сырья.

12.Технико-эколого-экономическая оценка эффективности использования и охраны минеральных ресурсов при разработке месторождений полезных ископаемых.

13.Контроль состояния природной среды в районе действия горного производства. Контроль состояния атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почвенного покрова. Аэрокосмические и картографические методы контроля. Методика составления инженерно-геоэкологических карт.

14.Планирование и реализация природоохранных мероприятий. Структура и содержание комплексных планов действующих горных предприятий.

15.Оценка экономической эффективности реализации комплексного плана охраны окружающей среды и повышения эффективности использования природных ресурсов.

Формирование горнопромышленных ландшафтов.

16.Опыт аварийных ситуаций, возникавших при недоучете возможных геоэкологических последствий при проведении горных работ (строительство ПХГ,

Северо-Муйского тоннеля, объектов проекта «ВЕГА» и др., аварии на Верхнекамском месторождении).

17. Мониторинг геологической среды в районах строительства и эксплуатации горных предприятий.

### **Литература курса «Геоэкология горного производства»**

#### **Основная**

1. Милютин А.Г., Порцевский А.К., Калинин И.С. Охрана недр и рациональное недропользование при горных, горно-разведочных и буровых работах. Учебное пособие. Москва. 2005.

#### **Дополнительная:**

2. Белкин В.В. Мониторинг геологической среды Верхнекамского соленосного бассейна. Березники. 2006.
3. Справочник по охране геологической среды, изд-во «Феникс». Ростов-на-Дону. 1996. 448 с.
4. Проблемы захоронения промстоков в глубокие горизонты земных недр. Материалы второй республиканской научно-практической конференции. Изд-во «Научная книга», Саратов 2001. 126 с.
5. Л.П.Пучков, А.Е.Воробьев. Человек и биосфера. Вхождение в техносферу. Изд-во МГУ. 2000. 342 с.
6. Давыденко Н.М. Геохимические аспекты географической среды. М. 1999.
7. А.Г.Мирзаев, Б.А.Иванов, В.М.Щербаков, Н.М.Проскуряков. Экология горного производства. М., «Недра». 1991. 320 с.
8. Справочник по охране геологической среды, изд-во «Феникс». Ростов-на-Дону. 1996. 448 с.
9. Проблемы захоронения промстоков в глубокие горизонты земных недр. Материалы второй республиканской научно-практической конференции. Изд-во «Научная книга». Саратов 2001. 126 с.

Сведения об авторах

Московский Георгий Александрович – профессор кафедры петрографии и минералогии СГУ, доктор геолого-минералогических наук

Кужагалиева Юлия Алексеевна – лаборант кафедры петрографии и минералогии СГУ

Плеханова Людмила Георгиевна – преподаватель географии школы 84 г.Саратова

Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского