

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**(ФГБОУ ВО «АмГУ»)**

**Ведение горно-буровых работ**

**сборник учебно-методических материалов специальности**

21.02.13 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых

Благовещенск 2023

*Печатается по решению  
редакционно-издательского совета  
факультета СПО  
Амурского государственного  
Университета*

*Составитель: Авраменко Светлана Михайловна*

Геология: сборник учебно-методических материалов специальности 21.02.13 - Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых/ Амур. гос. ун-т, Факультет среднего профессионального образования; сост. С.М.Авраменко – Благовещенск: АмГУ, 2023 – 57 с.

Рассмотрен на заседании ЦМК технологических дисциплин 20.06.2023 г., протокол № 10.

© Амурский государственный университет, 2023

© ЦМК общеобразовательных и естественнонаучных дисциплин, 2023

© Авраменко С.М., составление

## 1. Лекции по дисциплине Ведение горно-буровых работ

### Тема. Вводная лекция. Станки и оборудование. Буровое станки и оборудование

#### План лекции:

1. Роль и значение бурения в общем цикле геолого-разведочных работ. Предмет курса.
2. Классификация буровых установок. Состав буровой установки. Буровые агрегаты. Буровые насосы. Принцип выбора бурового оборудования. Общие вопросы проектирования бурового оборудования.

**История бурения** насчитывает не одну тысячу лет.

В Китае свыше 2 тыс. лет назад впервые в мировой практике вручную бурились скважины (диаметром 12—15 см и глубиной до 900 м) для добычи соляных растворов. Буровой инструмент (долото и бамбуковые штанги) опускался в скважину на канатах толщиной 1—4 см, свитых из индийского тростника. Б. первых скважин в России относится к 9 в. и связано с добычей растворов поваренной соли (Старая Русса). Затем соляные промыслы развиваются в Балахне (12 в.), в Соликамске (16 в.). На русских соляных промыслах издавна применялось ударное штанговое Б. Во избежание ржавления буровые штанги делали деревянными; стенки скважин закрепляли деревянными трубами. В 17 в. в рукописном труде «Роспись, как зачать делать новая труба на новом месте» («Известия императорского археологического общества», 1868, т. 6, отд. 1, в. 3, с. 238—55) подробно описаны методы этого периода. Первый буровой колодезь, закрепленный трубами, был пробурен на воду в 1126 в провинции Артуа (Франция), отсюда глубокие колодезы с напорной водой получили название артезианских.

Развитие методов и техники бурения в России начинается с 19 века в связи с необходимостью снабжения крупных городов питьевой водой. В 1831 в Одессе было образовано «Общество артезианских фонтанов» и пробурены 4 скважины глубиной от 36 до 189 м. В 1831—32 бурили скважины в Петербурге (на Выборгской стороне), в 1833 в Царском Селе, в Симферополе и Керчи, в 1834 в Тамбове, Казани и Евпатории, в 1836 в Астрахани. В 1844 была заложена первая буровая скважина для артезианской воды в Киеве. В Москве первая артезианская скважина глубиной 458 м пробурена на Яузском бульваре в 1876. Первая буровая скважина в США пробурена для добычи соляного раствора близ Чарлстона в Западной Виргинии (1806).

Поворотным моментом, с которого начинается бурный прогресс в бурении, было развитие нефтедобычи. Первая нефтяная скважина была пробурена в США случайно в 1826 близ Бернсвилла в Кентукки при поисках рассолов. Первую скважину на нефть заложил в 1859 американец Дрейк близ г. Тайтесвилла в Пенсильвании. 29 августа 1859 нефть была встречена на глубине 71 фута (около 20 м), что положило начало нефтяной промышленности США. Первая скважина на нефть в России пробурена в 1864 около Анапы (Северный Кавказ).

Технические усовершенствования бурения в 19 в. открываются предложением немецкого инженера Эйгаузена (1834) применять так называемые ножницы (сдвигающаяся пара звеньев при штанговом Б.). Идея сбрасывать соединённое со штангами долото привела к изобретению во Франции Киндом (1844) и Фабианом (1849) свободно падающего бурового инструмента («фрейфала»). Этот способ получил название «немецкий». В 1846 французский инженер Фовель сделал сообщение о новом способе очистки буровых скважин водяной струей, подаваемой насосом с поверхности в полуштангу. Первый успешный опыт Б. с промывкой проведён Фовелем в Перпиньяне (Франция).

В 1859 году Д. Романовский впервые механизировал работы, применив паровой двигатель для бурения скважины вблизи Подольска. На нефтяных промыслах Баку первые паровые машины появились в 1873, а через 10 лет почти повсеместно они заменили конную тягу. При бурении скважин на нефть на первом этапе получил развитие ударный способ (Б. штанговое, канатное, быстроударное с промывкой забоя). В конце 80-х гг. в Новом Орлеане в Луизиане (США) внедряется роторное бурение на нефть с применением лопастных долот и промывкой глинистым раствором. В России вращательное роторное бурение с промывкой впервые применили в г. Грозном для бурения скважины на нефть глубиной 345 м (1902). В Сураханах

(Баку) на территории завода Кокорева в 1901 заложена скважина для добычи газа. Через год с глубины 207 м был получен газ, использовавшийся для отопления завода. В 1901 на Бакинских нефтепромыслах появились первые электродвигатели, заменившие паровые машины при бурении. В 1907 пройдена скважина вращательным бурением сплошным забоем с промывкой глинистым раствором.

Впервые автомат для регулирования подачи инструмента при роторном бурении был предложен в 1924 Хилдом (США). В начале 20 в. в США разработан метод наклонного роторного бурения с долотами малого диаметра для забуривания с последующим расширением скважин.

Ещё в 70-х гг. 19 в. появились предложения по созданию забойных двигателей, то есть размещению двигателя непосредственно над буровым долотом у забоя буримой скважины. Созданием забойного двигателя занимались крупнейшие специалисты во многих странах, проектируя его на принципе получения энергии от гидравлического потока, позднее — на принципе использования электрической энергии. В 1873 американский инженер Х. Г. Кросс запатентовал инструмент с гидравлической одноступенчатой турбиной для Б. скважин. В 1883 Дж. Вестингауз (США) сконструировал турбинный забойный двигатель. Эти изобретения не были реализованы, и проблема считалась неосуществимой. В 1890 бакинский инженер К. Г. Симченко запатентовал ротационный гидравлический забойный двигатель. В начале 20 в. польский инженер Вольский сконструировал быстроударный забойный гидравлический двигатель (так называемый таран Вольского), который получил промышленное применение и явился прототипом современных забойных гидроударников.

Впервые в мировой практике М. А. Капелюшниковым, С. М. Волохом и Н. А. Корневым запатентован (1922) *турбобур*, примененный двумя годами позже для бурения в Сураханах. Этот турбобур был выполнен на базе одноступенчатой турбины и многоярусного планетарного редуктора. Турбобуры такой конструкции применялись при Б. нефтяных скважин до 1934. В 1935—39 П. П. Шумилов, Р. А. Иоаннесян, Э. И. Тагиев и М. Т. Гусман разработали и запатентовали более совершенную конструкцию многоступенчатого безредукторного турбобура, благодаря которому турбинный способ Б. стал основным в СССР. Совершенствование турбинного бурения осуществляется за счёт создания секционных турбобуров с пониженной частотой вращения и увеличенным вращающим моментом.

В 1899 в России был запатентован электробур на канате. В 30-х гг. в США прошёл промышленные испытания электробур с якорем для восприятия реактивного момента, опускавшийся в скважину на кабеле-канате. В 1936 впервые в СССР Квитнером и Н. В. Александровым разработана конструкция электробура с редуктором, а в 1938 А. П. Островским и Н. В. Александровым создан *электробур*, долото которого приводится во вращение погружным электродвигателем. В 1940 в Баку электробуром пробурена первая скважина.

В 1951—52 в Башкирии при бурении нефтяной скважины по предложению А. А. Минина, А. А. Погарского и К. А. Чифранова впервые применили электробур знакопеременного вращения для гашения реактивного момента, опускаемый на гибком электрокабеле-канате. В конце 60-х гг. в СССР значительно усовершенствована конструкция электробура (повышена надёжность, улучшен токопровод).

Появление наклонного бурения относится к 1894, когда С. Г. Войслав провёл этим способом скважину на воду близ Брянска. Успешная проходка скважины в Бухте Ильича (Баку) по предложению Р. А. Иоаннесяна, П. П. Шумилова, Э. И. Тагиева, М. Т. Гусмана (1941) турбинным *наклонно-направленным бурением* положила начало внедрению наклонного турбобурения, ставшего основным методом направленного бурения в СССР и получившего применение за рубежом. Этим методом при пересечённом рельефе местности и на морских месторождениях бурят кусты до 20 скважин с одного основания (см. *Кустовое бурение*). В 1938—41 в СССР разработаны основы теории непрерывного наклонного регулируемого турбинного бурения при неподвижной колонне бурильных труб. Этот метод стал основным при бурении наклонных скважин в СССР и за рубежом.

В 1941 Н. С. Тимофеев предложил в устойчивых породах применять так называемое *многозабойное бурение*.

В 1897 в Тихом океане, в районе о. Сомерленд (Калифорния, США), впервые было осуществлено бурение на море. В 1924—25 в СССР вблизи бухты Ильича на искусственно созданном островке вращательным способом была пробурена первая морская скважина, давшая нефть с глубины 461 м. В 1934 Н. С. Тимофеевым осуществлено на острове Артема в Каспийском море кустовое бурение при котором несколько скважин бурятся с общей площадки, а в 1935 там же сооружено первое морское металлическое основание для Б. в море. С 50-х гг. 20 в. применяется бурение для добычи нефти и газа со дна моря. Созданы эстакады, плавающие буровые установки с затапливаемыми понтонами, специальные буровые суда, разработаны методы динамической стабилизации буровых установок при Б. на больших глубинах.

Основной метод бурения на нефть и газ в СССР (1970) — турбобурами (76% метража пробуренных скважин), электробурами пройдено 1,5% метража, остальное роторным бурением. В США преимущественно распространение получило роторное бурение; в конце 60-х гг. при проведении наклонно-направленных скважин начали применяться турбобуры. В странах Западной Европы турбобуры применяются в наклонном бурении и при бурении вертикальных скважин алмазными долотами. В 60-е гг. в СССР заметно возросли скорости и глубина бурения на нефть и газ. Так, например, в Татарии скважины, бурящиеся долотом диаметром 214 мм на глубину 1800 м, проходятся в среднем за 12—14 дней, рекордный результат в этом районе 8—9 дней. За 1963—69 в СССР средняя глубина эксплуатационных нефтяных и газовых скважин возросла с 1627 до 1710 м. Самые глубокие скважины в мире — 7—8 км — пробурены в 60-е гг. (США). В СССР в районе г. Баку пробурена скважина на глубину 6,7 км и в Прикаспийской низменности (район Аралсор) на глубину 6,8 км. Эти скважины пройдены в целях разведки на нефть и газ (см. *Опорное бурение*). Работы по *сверхглубокому бурению* для изучения коры и верхней мантии Земли ведутся по международной программе «Верхняя мантия Земли». В СССР по этой программе намечено пробурить в 5 районах ряд скважин глубиной до 15 км. Первая такая скважина начата бурением на Балтийском шите в 1970. Эта скважина проходится методом *турбинного бурения*.

Основное направление совершенствования бурения на нефть и газ в СССР — создание конструкций турбобуров, обеспечивающих увеличение проходки скважины на рейс долота (полное время работы долота в скважине до его подъёма на поверхность). В 1970 созданы безредукторные турбобуры, позволяющие осуществить оптимизацию режимов бурения шарошечными долотами в диапазоне наиболее эффективных оборотов (от 150 до 400 в мин) и использовать долота с перепадом давлений в насадках до 10 Мн/м<sup>2</sup> (100 атм) вместо 1—1,5 Мн/м<sup>2</sup> (10—15 атм). Создаются турбобуры с высокой частотой вращения (800—1000 об/мин) для бурения алмазными долотами, обеспечивающими при глубоком бурении многократное увеличение проходки и механической скорости бурения за рейс. Разрабатываются новые конструкции низа бурильной колонны, позволяющие бурить в сложных геологических условиях с минимальным искривлением ствола скважины. Ведутся работы по химической обработке промывочных растворов для облегчения и повышения безопасности процесса бурения. Конструируются турбины с наклонной линией давления, которые позволяют получить информацию о режиме работы турбобура на забое скважины и автоматизировать процесс бурения.

**Поиски и разведка твёрдых полезных ископаемых.** Развитие разведочного бурения связано с изобретением швейцарским часовщиком Г. Лешо алмазного бура (1862), который состоял из стального полого цилиндра, армированного алмазами и укрепленного на полой металлической штанге (по ней в забой подавалась промывочная вода). Первая работоспособная буровая установка с алмазным инструментом создана французским инженером Перретом и привлекла внимание на Всемирной выставке в Париже (1867), что послужило началом распространения алмазного бурения в Европе и Америке. В 1850 в России был заложен ряд разведочных скважин на каменный уголь.

В 1871 и 1872 около Бахмута и Славянска пробурены первые разведочные скважины в России на каменную соль глубиной 90 и 120 м. Совершенствование разведочного бурения в России в конце 19 в. связано с именем Войслава, который в 1885 изобрёл, а в 1897 получил

патент на бур для ручного бурения скважин большого диаметра. Бур Войслава имел расширитель, позволяющий увеличивать диаметр скважин, глубина которых достигла 22 м. В 1898 Войслав совместно с Л. Кулешом получил патент на оригинальный станок для алмазного бурения и в том же году разработал новый способ вставки алмазов в коронку, позволивший применять мелкие алмазы. В 1899 в Америке инженером Дейвисом предложено дробовое бурение. В период 1-й мировой войны для бурения начинают применять по предложению немецкого инженера Ломана твёрдые сплавы (так называемый воломит). Позднее эти сплавы применялись при бурении разведочных скважин в районе Курской магнитной аномалии (1923).

Коренные изменения в технике бурения произошли в России после Великой Октябрьской революции. С 1923 в СССР внедряется бурение с применением твёрдых сплавов, а также дробовое бурение (1924—25); изготовление отечественных твёрдых сплавов началось в 1929. В 1927 В. М. Крейтером и Б. И. Воздвиженским при колонковом бурении была успешно применена дробь. В 1925—26 на Сормовском заводе налажено производство ударно-канатных станков типа «Кийстон» для разведки на золото (позднее типа «Эмпайр»). Несколько лет спустя Н. И. Куличихиным разработаны первые отечественные станки (УА-75-150) ударно-канатного бурения. В 1928—1929 развернулось производство буровых станков колонкового вращательного бурения на Ижорском заводе (Ленинград), им. Воровского (Свердловск) и др. В то время для колонкового Б. на глубине до 500 м в основном применялись станки КА-300 и КА-500. В послевоенные годы (начиная с 1947) было проведено коренное переоборудование технических средств геологоразведочной службы: усовершенствованы бурильные, обсадные и колонковые трубы; созданы новые станки с рычажно-дифференциальной подачей (ЗИВ-75, ЗИВ-150); разработаны новые конструкции многоскоростных станков с гидравлической подачей (ЗИФ-300, ЗИФ-650, ЗИФ-1200, ВИТР-2000 и др.), обеспечивающие бурение скважин на глубине 300—2000 м; создан ряд самоходных буровых установок; разработаны средства автоматизации и механизации трудоёмких процессов и новые конструкции породоразрушающего инструмента.

Большой вклад в развитие теории, технологии и техники Геологоразведочного бурения, а также в подготовку специалистов по бурению внесли ВИТР, СКБ НПО Геотехника МГ СССР, ЦНИГРИ, ВИЭМС, КазНИИМС, МГРИ, ЛГИ, ДГИ, СГИ и другие институты.

### **Буровые работы**

**Бурение**, процесс сооружения горной выработки цилиндрической формы — *скважины, шпура* или шахтного ствола — путём разрушения горных пород на забое, Б. осуществляется, как правило, в земной коре, реже в искусственных материалах (бетоне, асфальте и др.). В ряде случаев процесс Б. включает крепление стенок скважин (как правило, глубоких) обсадными трубами с закачкой цементного раствора в кольцевой зазор между трубами и стенками скважин.

**Область применения Бурения** многогранна: поиски и разведка полезных ископаемых; изучение свойств горных пород; добыча жидких, газообразных и твёрдых (при выщелачивании и выплавлении) полезных ископаемых через эксплуатационные скважины; производство взрывных работ; выемка твёрдых полезных ископаемых (см. *Бурошнековая машина*); искусственное закрепление горных пород (замораживание, битумизация, цементация и др.); осушение обводнённых месторождений полезных ископаемых и заболоченных районов; вскрытие месторождений; прокладка подземных коммуникаций: сооружение свайных фундаментов и др.

Ежегодные объёмы Бурения в стране составляют десятки миллионов метров.

**Тема: Виды бурения. Технологический и вспомогательный инструмент. Физико-механические свойства горных пород.**

#### **План лекции:**

1. Виды бурения.
2. Технологический и вспомогательный инструмент.
3. Физико- механические свойства горных пород.

Ударное, вращательное бурение. Канатное и штанговое бурение. В первом случае буровые наконечники опускаются в скважину и приводятся в действие канатом (тросом), во втором случае металлическими стержнями-штангами.

Факторы, влияющие на выбор технологического инструмента. Типа породоразрушающего инструмента. Конструкция твердосплавного и алмазного породоразрушающего инструмента. Бурильные, колонковые и обсадные трубы

Классификация горных пород по буримости, абразивности, трещиноватости, устойчивости в стенках скважин. Методы определения свойств горных пород. Основные технико-экономические показатели бурения и влияние физико-механических свойств на показатели бурения.

**Основы бурения скважин** - Общие сведения о бурении.

Классификация способов бурения.

**Разрушение породы** возможно следующими способами: механическим, термическим и химическим.

*Механическое* воздействие на разрушаемую породу осуществляется либо породоразрушающими инструментами (буровыми долотами и коронками), либо бездолотными способами (взрывной, электрогидравлический, имплозионный, шароструйный, гидромониторный, гидроэрозионный).

При взрывном бурении на забой подаются капсулы со взрывчатой смесью, которая при ударе взрывается и разрушает породу.

При электрогидравлическом бурении у забоя скважины, заполненной жидкостью, создаются электрические разряды, образующие в жидкости кавитационные полости, при смыкании которых происходит гидравлический удар, разрушающий породу.

При имплозионном бурении в скважину подаются герметически закрытые капсулы, из которых удален воздух. В момент разбивания капсулы о забой жидкость, окружающая вакуумную полость, приобретает большую скорость и давление, под действием которого порода разрушается.

Сущность шароструйного бурения заключается в разрушении породы энергией удара стальных шариков, подаваемых на забой в струе жидкости.

Гидромониторное разрушение породы заключается в ее размывании энергией высоконапорной струи жидкости, направляемой на забой из специальных насадок.

Эрозионное гидромониторное разрушение породы осуществляется струей жидкости, вытекающей из гидромониторных насадок и содержащей абразивный материал (кварцевый песок, стальную дробь) :

Основные в настоящее время — механические способы бурения, при которых порода на забое скважины разрушается путем резания, дробления, скалывания или истирания различными породоразрушающими инструментами. К ним относятся вращательное, ударно-вращательное, ударно-поворотное, ударное и бурение задавливанием инструмента в породу.

Наиболее распространено вращательное бурение, при котором породоразрушающий инструмент получает вращение от ведущего механизма через колонну бурильных труб или шнеков.

*Вращательное* бурение может производиться с разрушением породы по всей площади забоя или кольцевым забоем, когда в центре скважины оставляется колонка неразрушенной породы. Такой способ бурения, называемый **колонковым**, является основным при поисках и разведке месторождений твердых полезных ископаемых. Колонка неразрушенной породы (кern) извлекается на поверхность и используется для изучения структуры и вещественного состава породы. Колонковое бурение производится породоразрушающими инструментами (коронками) кольцевой формы, оснащенной резцами из твердых сплавов или алмазными зернами. Соответственно различают два основных вида колонкового бурения: **твердосплавное** и **алмазное**. При бурении скважин на нефть и газ для получения керна применяют колонковые шарошечные долота.

**Бескernовое** бурение, т. е. бурение сплошным забоем, осуществляется лопастными, шарошечными и алмазными долотами, а также пикобурами.

Сущность **ударно-вращательного** бурения заключается в том, что по вращающемуся породоразрушающему инструменту наносятся удары с частотой 900—3500 уд/мин. Для

бурения ударно-вращательным способом применяют гидроударники, пневмо- ударники и забойные вибраторы.

**Ударно-поворотное** бурение состоит в том, что тяжелый буровой снаряд с породоразрушающим инструментом (долотом) на нижнем конце периодически поднимается и сбрасывается на забой скважины, дробя и скалывая породу. После каждого удара долота по забою снаряд поворачивается на определенный угол для придания скважине цилиндрической формы. Снаряд спускается в скважину на стальном канате или на колонне бурильных труб. Соответственно различают *ударно-канатное* и *ударно-штанговое* бурение. Преимущественное применение имеет первое.

При инженерно-геологических изысканиях используется за- давливание (статическое зондирование) или забивание (динамическое зондирование) специальных инструментов (зондов) в мягкие породы с целью исследования их свойств в естественном залегании.

Кроме динамического зондирования к **ударному** способу относится вибрационное бурение, при котором для разрушения породы используются механические колебания большой частоты, передаваемые породоразрушающему инструменту через бурильную колонну от вибрационной машины.

При *термических* способах породы разрушаются за счет возникновения в них термических напряжений и различных эффектов (плавление, испарение и др.)- В зависимости от способа и характера термического воздействия на породу различают огне- струйное, плазменное, электродуговое, электронагревательное, атомное, лазерное, электронно-лучевое и циклическое бурение, при котором на породу периодически воздействуют горячими и холодными агентами.

Известны также комбинированные способы разрушения пород. К ним относятся термомеханический, гидроэрозионный, гидромониторно-механический, электротермомеханический.

*Химические* способы разрушения пород предусматривают использование высокоактивного химического вещества.

Разрушенная в скважине порода **транспортируется от забоя на поверхность** следующими способами:

- 1) извлечением в виде разжиженного шлама желонкой при ударно-канатном бурении;
- 2) транспортированием в измельченном состоянии вращающейся в скважине шнековой колонной (при шнековом бурении), составляемой из труб с приваренной на них по спирали стальной лентой;
- 3) путем выноса шлама струей промывочной жидкости, закачиваемой в скважину насосами, или воздуха, подаваемого от компрессора.

Последний способ очистки скважины применяется при вращательном бурении, когда породоразрушающий инструмент опускается в скважину на колонне пустотелых бурильных труб.

**Для привода в действие буровых механизмов** используются двигатели электрические и внутреннего сгорания. Механизмы буровой установки, приводящие в движение буровой снаряд, размещаются на поверхности около устья скважины. При этом значительная часть энергии расходуется непроизводительно на преодоление сил трения вращающейся колонны бурильных труб о стенки скважины. Бурильные трубы несут большие нагрузки при работе в скважине, поэтому быстро изнашиваются, часто рвутся. Это приводит к потере времени, снижению производительности и удорожанию работ. Более прогрессивно вращательное бурение с применением **забойных двигателей**: гидравлических (турбобур) и электрических (электробур).

Забойный двигатель опускается на трубах в скважину и помещается непосредственно над породоразрушающим инструментом. Колонна труб при этом не вращается, а мощность двигателя полностью передается забойному инструменту.

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

Горные породы состоят из минеральных частиц, связанных между собой силами молекулярного взаимодействия или цементирующими материалами. По степени связности они разделяются на скальные, связные, рыхлые (сыпучие) и плавучие.

**Скальные** породы отличаются большой силой сцепления между частицами. К ним относятся кристаллические породы (гранит, кварцит, мрамор и т. д.) и обломочные цементированные породы (конгломераты, песчаники и др.).

Скальные породы разделяются на хрупкие, хрупкопластичные и йластичные. На разрушение пластичных пород затрачивается больше работы, чем на разрушение хрупких.

Скальные породы могут быть монолитные и трещиноватые. Стенки скважин, пройденных в скальных породах, устойчивы за исключением трещиноватых, раздробленных участков.

Следует также различать две группы скальных пород: содержащих свободный кварц и бескварцевые. Кварцевые породы бурятся труднее и быстрее истирают породоразрушающий инструмент.

**Связные** породы характеризуются изменяющимися силами сцепления между частицами в зависимости от их влажности (глинистые породы, мел и др.). Разбуриваются эти породы сравнительно легко. Стенки скважин в связных породах устойчивы и не нуждаются в креплении. Однако среди глин встречаются такие, которые жадно впитывают воду, увеличиваясь при этом в объеме и вызывая сужение ствола скважины.

**Рыхлые** (сыпучие) породы представляют собой скопления частиц различной формы и размеров (пески, гравий, галька), силы сцепления между которыми практически отсутствуют. Стенки скважины в таких породах неустойчивы, склонны к обвалам и требуют обязательного закрепления.

Плавучие породы состоят из частиц очень малых размеров (илы) и насыщены водой. Они требуют обязательного закрепления стенок скважины. Плавучие породы могут находиться под напором и подниматься по стволу скважины.

Знание физико-механических свойств горных пород геологического разреза, в котором намечается сооружение скважины, обеспечивает возможность правильного выбора способа бурения и разработки ее конструкции, применения рациональных типов породоразрушающих инструментов и параметров технологического режима бурения, а также принятия мер, предупреждающих осложнения и аварии в скважине.

На эффективность бурения влияет комплекс физико-механических свойств горных пород: механическая прочность, твердость, абразивность, хрупкость, упругость, пористость, трещиноватость, водопроницаемость.

**Механической** прочностью называется способность горной породы сопротивляться разрушению внешней нагрузкой. Чем выше механическая прочность горной породы, тем большая работа расходуется на ее разрушение. Чем тверже минеральные зерна, слагающие породу, крепче связь между ними, меньше пористость и трещиноватость, тем больше ее прочность. Мелкозернистые породы имеют большую прочность, чем крупнозернистые того же минерального состава.

**Пористость** обусловлена наличием в породе пространства, не заполненного твердым веществом. Такую пористость называют *абсолютной* или *физической*. Различают также *эффективную* пористость, определяемую наличием пор, сообщающихся между собой. Чем выше пористость пород, тем меньше их прочность.

Твердостью горной породы называется способность ее сопротивляться проникновению в нее другого более жесткого твердого тела, не получающего остаточных деформаций. В отличие от понятия прочности, характеризующего сопротивление тела объемному разрушению, твердость — это сопротивление поверхностных слоев тела местному силовому воздействию.

**Абразивностью** называется способность горной породы изнашивать в процессе трения разрушающий ее инструмент. Высокой абразивностью обладают породы, сложенные крупными твердыми минеральными зернами, которые связаны цементирующим материалом малой прочности.

Независимо от способа разрушения горной породы большое значение при бурении имеет **устойчивость** пород в стенках скважины, зависящая от прочности связей между слагающими их частицами. По устойчивости породы делятся на четыре группы.

К первой группе относятся *устойчивые* породы — изверженные, метаморфические и плотные осадочные высокой или средней твердости. Породы этой группы монолитны или слаботрещиноваты, не размываются промывочной жидкостью. При бурении их не требуется крепление стенок скважины, и столбик керна, используемый для опробования, хорошо сохраняется.

Во вторую группу объединяются *слабо устойчивые* породы невысокой твердости с недостаточно прочной связью между зернами, а также трещиноватые, раздробленные и сбрекчиро- ванные.

В третью группу входят породы с *изменяющейся устойчивостью* в связи с тем, что связь между слагающими их части-

цами может изменяться при воздействии на них водой. Это — плотные, невысокой прочности породы, легко растворяющиеся или размываемые промывочной жидкостью (глинистые породы, каменная соль).

К четвертой группе относятся *неустойчивые* породы, не имеющие связи между зернами (песок, гравий, галечник).

Перемещение забоя скважины под воздействием породоразрушающего инструмента на горную породу называется углубкой скважины. Углубка скважины по определенной породе за единицу времени чистого бурения, т. е. без учета времени, затраченного на вспомогательные операции, называется **буримостью**. Измеряют буримость в м/ч, см/мин, мм/мин. Буримость зависит от физико-механических свойств породы. Чем труднее разрушается порода, тем ниже ее буримость.

Буримость пород зависит также от способа бурения, типа и качества породоразрушающего инструмента. Твердые, монолитные породы бурятся лучше алмазами, чем твердыми сплавами. При ударно-вращательном бурении таких пород твердыми сплавами буримость выше, чем при вращательном.

В настоящее время существует несколько шкал буримости пород для разных способов бурения. Для вращательного механического бурения горные породы разделяют на 12 категорий, ударно-механического — на 7, ударно-механического при разведке россыпей — на 6 и для вращательного бурения шнеками — на 6.

Буровой инструмент, применяемый при бурении скважин, подразделяется на *технологический, вспомогательный, аварийный и специальный*. В состав технологического инструмента входят: породоразрушающий инструмент, колонковые и бурильные трубы, расширители, кернорватели, переходники, иногда шламовые трубы.

*Технологический инструмент*, соединенный в определенной последовательности, называют *буровым снарядом*.

*Вспомогательный* буровой инструмент, предназначенный для обслуживания технологического инструмента при бурении скважин, включает в себя ключи, спускоподъемные принадлежности, обсадные трубы.

*Аварийный инструмент* предназначен для ликвидации аварий, происходящих в скважинах при геологических осложнениях. Наиболее распространенным типом является ловильный и режущий инструмент.

*Специальный инструмент* применяется при производстве специальных работ в скважинах, например при искусственном отклонении ствола скважины, при выполнении тампонажа и т. п.

Для бурения скважин применяется алмазный и твердосплавный породоразрушающий инструмент. Разнообразие геолого-технических условий бурения требует применения различных типов бурового инструмента.

*Алмазный породоразрушающий инструмент* для геологоразведочного бурения подразделяется на три вида: алмазные коронки; расширители и калибраторы; долота.

Коронки предназначены для кольцевого разрушения горных пород и применяются с одинарными и двойными трубами, а также снарядами ССК и КССК.

Конструктивно алмазный породоразрушающий инструмент состоит из корпуса и алмазосодержащей матрицы, прочно соединенной с корпусом. Матрица представляет собой металлокерамическое кольцо, предназначена для размещения и закрепления алмазных резцов. По износостойкости матрицы делятся на *стандартные, твердые и сверхтвердые*. Нормами на изготовление отечественных алмазных коронок предусмотрено пять типов матриц по твердости, измеряемой по прибору Роквелла. При выборе коронки для бурения твердость матрицы подбирается с учетом абразивности, твердости, структуры и трещиноватости намечаемых к бурению горных пород. Численное значение твердости матрицы принимается тем больше, чем выше абразивность и трещиноватость горной породы.

Алмазные резцы, расположенные в матрице, по своему назначению и расположению разделяются на *объемные, торцовые и подрезные*. Торцовые и объемные находятся на торцевой поверхности или внутри матрицы и являются породоразрушающими резцами; подрезные размещаются на внутренней и наружной боковых сторонах матрицы. Они калибруют стенки скважин, обрабатывают боковую поверхность керна и предохраняют коронку от чрезмерного износа по наружному и внутреннему диаметрам.

По способу размещения объемных алмазов в матрице различают однослойные (А) и импрегнированные (И) коронки, предназначенные для бурения в различных по свойствам породах.

*Однослойные коронки* предназначены для бурения пород V-X категорий по буримости и подразделяются на две группы: с алмазами, имеющими заданную величину выпуска из матрицы, и с развитой промывочной системой; без заданного выпуска и с обычной промывочной системой. *Однослойные коронки с заданным выпуском* алмазных резцов предназначены для бурения малоабразивных и абразивных, в основном плотных монолитных или слаботрещиноватых средне- и крупнозернистых горных пород от V до X категории по буримости. Коронки имеют стандартную нормальную матрицу твердостью 20-25 или 31-40 HRC и заданный выпуск алмазных резцов в пределах 20-30 % их среднего линейного размера. *Однослойные коронки без заданного выпуска* алмазных резцов предназначены для бурения в породах VII-X категорий по буримости одинарными или двойными колонковыми снарядами. Матрица у коронок - стандартная, с твердостью 20-25 или 30-35 HRC. Они используются для бурения нетрещиноватых или слаботрещиноватых плотных монолитных пород малой и средней абразивности.

*Алмазные коронки для двойных колонковых наборов (ДКН)* отличаются конструкцией корпуса (удлиненный корпус с внутренней резьбой) и геометрическими размерами. Коронки имеют матрицу нормальной твердости (20-25 HRC). Внутренний диаметр коронок определяется типом применяемой двойной трубы.

*Импрегнированные коронки* применяются для бурения горных пород IX-XII категорий по буримости, абразивных, весьма абразивных, трещиноватых и монолитных.

*Специальные алмазные коронки* предназначены для бурения скважин снарядами со съемными керноприемниками типа ССК и КССК в твердых, средней твердости породах при разведке преимущественно металлических руд и месторождений каменного угля.

*Алмазные долота* служат для бескернового бурения скважин, а также для забуривания дополнительных стволов при направленном бурении. Известно

66 много конструкций и типоразмеров долот. В геологической практике для бурения скважин применяются два типа долот: однослойные (08А-46, 09А3-59, АДН-08, АДН-22) и импрегнированные (08ИЗ-46, ИДИ-12). У всех долот матрица имеет вогнутую форму торца и центральное отверстие для циркуляции промывочной жидкости. Долота изготавливаются с нормальной матрицей твердостью HRC 20-25. Предназначены для бурения плотных, монолитных пород VII-IX категорий по буримости.

*Алмазные расширители* предназначены для одинарных и специальных колонковых наборов, в том числе для двойных колонковых труб. Назначение мелкоалмазных расширителей при алмазном бурении - калибровать скважины по диаметру и предотвращать

преждевременный износ коронок в процессе бурения. Кроме того, применение расширителей способствует стабилизации нижней части бурового снаряда, что уменьшает возможность проявления вибраций. С одним расширителем может быть отработано несколько коронок.

*Алмазный калибратор* рекомендуется применять в составе специальных компоновок для проработки интервалов искусственного искривления, что обеспечивает наиболее эффективное их использование и снижает расход алмазов.

*Твердосплавный инструмент*, применяемый при бурении в породах мягких и средней твердости (I—VIII и частично IX категорий), может иметь форму коронки или долота. Основными конструктивными элементами такого инструмента являются корпус в виде короночного кольца или тела цилиндрической формы, имеющий рабочую часть, вооруженную твердосплавными резцами, и резьбовую часть для соединения с колонковой или бурильной трубой.

Для армирования буровых коронок используются резцы различных форм (обычно призматической или пластинчатой) и размеров. Резцы для вооружения породоразрушающего инструмента (ПРИ), применяемого при вращательном бурении, условно делятся на крупные, мелкие и очень мелкие (самозатачивающиеся).

*Твердосплавная коронка* имеет стандартные элементы и параметры.

Число резцов зависит от типа и размера коронки, формы и параметров самих резцов. Это определяется обычно конструктивно с учетом области и условий применения инструмента. Расположение резцов в коронке играет важную роль. Все резцы по назначению делятся на *основные* и *подрезные*. Основные резцы разрушают породы по площади забоя, а подрезные калибруют ствол скважины и керн.

Бурение скважин с разрушением породы по всей площади забоя (*бескерновое бурение*) осуществляется с помощью *долот*, имеющих следующее вооружение из твердых сплавов: режуще-истирающего действия, режуще-скалывающего действия, дробящего и дробяще-скалывающего действия.

К *долотам режущего действия* относятся алмазные долота.

К *долотам режущего и режуще-скалывающего действия* относятся однолопастные, двухлопастные, трехлопастные и многолопастные.

*Малогабаритные лопастные долота* предназначены для бурения геологоразведочных скважин в мягких, рыхлых, несвязных и связных породах с прослойками средней твердости от I до IV категорий по буримости с прослойками пород средней твердости и удалением продуктов разрушения гидравлическим, пневматическим или механическим способом (шнековое).

Рабочая часть таких долот - одна, две или три лопасти со сплошными лезвиями (режущими элементами), имеющими определенную конфигурацию.

Для увеличения износостойкости рабочей кромки нижние части лопастей армируют твердыми сплавами.

Лезвия могут быть непрерывными и прерывными (с рассечками), а лопасти - с угловым смещением или пересекающиеся. Лезвия лопастей имеют вид вогнутой кривой, радиус которой зависит от диаметра долота и абразивности пород. Чем в большей степени породы абразивны, тем меньше радиус кривой и увеличивается вогнутость. Обычно у серийных долот радиус кривой равен или немного превышает диаметр долота.

*Долота режуще-скалывающего действия* обычно имеют сложную прерывисто-ступенчатую форму лезвий или оснащаются крупными резцами. Долота такого типа предназначены для разрушения хрупких пород III—VI категорий по буримости. К ним относятся пикообразные (пикобуры) лопастные долота. Рабочие кромки пикобуров армируются резцами из твердых сплавов.

К *долотам ударно-дробящего действия* относятся шарошечные долота, которые оснащаются одной, двумя, но чаще всего тремя шарошками.

Шарошечные долота различаются между собой в зависимости от компоновки шарошек на корпусе долота. По назначению шарошечные долота классифицируются на долота основных видов: *бескернового бурения*, *колонкового бурения*, *гидроударного бурения*, *специального назначения* и для бурения с *продувкой*. В настоящее время для геологоразведочного бурения

выпускаются шарошечные долота следующих типов: ОК, К, ТК, Т, СТ, С, СМ и М. Долота типов ОК и К характеризуются ударным действием вооружения на разрушаемый забой, долота типа МС и М - режуще-скалывающим, долота типов ТК и Т -ударно-скалывающим, долота типов СТ и С - скалывающим. Типы и область применения долот приведены в табл. 26.

Выбор типа породообразующего инструмента при бурении скважин на нефть и газ базируется на информации о физико-механических свойствах горных пород и диалогическом строением разреза пород.

*Бурильная колонна* - наиболее ответственная часть бурового снаряда имеет следующее назначение: 1) передавать вращение и осевую нагрузку на породоразрушающий инструмент; 2) служить каналом для очистного агента и выбуренного керна при его гидро- и пневмотранспорте. Конструкции бурильных труб различны. Для высокоскоростного алмазного бурения используются бурильные колонны ниппельного соединения, изготовленные из стали или алюминиевых сплавов. Трубы с муфтово-замковыми соединениями используются в основном при твердосплавном, шарошечном и ударно-вращательном бурении.

*Трубы ниппельного соединения (СБТН)* имеют высаженные внутрь концы, на которых нарезана внутренняя цилиндрическая резьба с трапецеидальным профилем. Ниппельные трубы соединяются в свечи гладкими ниппелями типа А и Б, а свечи соединяются между собой двумя ниппелями: ниппелем типа А и ниппелем с двумя прорезями типа Б.

Длина бурильных свечей не должна превышать 13, 5 м. При длине свечей более 13, 5 м необходимо устраивать промежуточную опору.

*Трубы муфтово-замкового* соединения, так же как и ниппельные, имеют утолщенные путем высадки концы. Муфтовые трубы соединяются между собой муфтами - короткими патрубками. Свечи, собранные из муфтовых труб, соединяются в колонну бурильными замками, состоящими из замковой муфты и замкового ниппеля (или конуса). Замковый ниппель имеет только один прорез под ключ.

*Легкосплавные бурильные трубы (ЛБТН)* ниппельного соединения состоят из прямостенных (без высадки концов) бурильных труб, изготовленных из легкого сплава (плотность 2800 кг/м<sup>3</sup>). Конструкция ниппелей к ЛБТН и СБТН практически одинакова. Трубы в свечу соединяются однопрорезным ниппелем типа А, а свечи между собой - ниппельным замком из ниппеля А и двухпрорезного полуниппеля Б.

*Легкосплавные бурильные трубы муфтово-замкового* соединения ЛБТМ-54 предназначены для бурения скважин сложных ступенчатых конструкций диаметрами 76 и 93, глубиной от 800 до 2000 м. Трубы имеют муфтово-замковое соединение 3-50. Концы труб высажены вовнутрь. Свечи в колонну соединяются стальными замками. Бурильные трубы из легких сплавов применяют при бурении алмазной коронкой на большие глубины.

*Утяжеленные бурильные трубы (УБТ)* с повышенной массой включаются в нижнюю часть колонны для создания осевой нагрузки на породоразрушающий инструмент, особенно при бескерновом бурении, уменьшении искривления скважин большого диаметра. Необходимая длина УБТ рассчитывается в зависимости от требуемой нагрузки на породоразрушающий инструмент.

*Бурильные трубы для снарядов* со съёмными керноприемниками (ССК) имеют гладкую наружную и внутреннюю поверхность. Это необходимо для свободного перемещения керноприемника внутри труб и максимального приближения наружного диаметра колонковых труб к диаметру скважины с целью уменьшения их изгиба от действия осевой нагрузки при бурении.

Трубы свинчиваются между собой без дополнительных соединительных элементов, контакт при этом осуществляется по поверхности наружного диаметра слабоконусной резьбы и двум упорам. Для обеспечения безаварийной работы бурильной колонны ССК при переходе с обычного бурения диаметр не должен превышать для ССК-46 55-65 мм, ССК-59 - 65-80 мм, ССК-76 -55-90 мм, что обеспечивается при необходимости обсадкой этого интервала.

*Бурильные трубы для КССК-76* имеют конструктивное отличие от труб ССК-76. Трубы в свечи соединяются муфтами, а свечи между собой - муфтово-замковыми соединениями. Трубы имеют высадку с обоих концов.

*Бурильные трубы КССК-76М* имеют конструктивное отличие от труб ССК-76. Трубы в свечи соединяют с помощью муфт, а свечи между собой - муфтово-замковым соединением. Приварные детали замка, упрочнены наплавкой из твердых сплавов. Трубы имеют внутреннюю высадку с обоих концов. Общая длина трубы увеличена с 3, 0 (нормальная) до 6, 2 м (увеличенная), что позволило сократить число резьбовых соединений в комплекте.

Получение представительного керна необходимого качества и количества для изучения всех свойств полезных ископаемых (горных пород) во многом не только определяется диаметром скважины (ее конструкцией), но и обеспечивается при помощи специальных технических средств и технологий.

Основными техническими средствами, обеспечивающими получение кондиционного керна, являются *двойные колонковые трубы* и *эжекторные снаряды (одинарные и двойные)* различных классов. Применение двойных колонковых труб вызвано обычно трудностями отбора кондиционного керна в сложных геолого-технических условиях. Для успешного срыва керна и удержания его при подъеме инструмента в состав бурового снаряда включают kernорвательное устройство

Например, на поисковой стадии разведки месторождений угля предъявляют повышенные требования к представительности кернового опробования, являющегося базой для обоснования целесообразности проведения следующей стадии геологоразведочных работ. Высокий процент выхода керна обеспечивают двойные колонковые снаряды, на выбор диаметра которых влияет стадия метаморфизма углей. Предпочтение должно быть отдано снарядам диаметрами 89 и 73 мм.

**Тема: Способы бурения и выход керна.**

**План лекции**

1. Способы бурения
2. Представительность керновых проб

По принципам разрушения горных пород бурение скважин осуществляется следующими способами: *с применением породоразрушающих инструментов, без применения и комбинированными.*

**Ударно-вращательное бурение твердосплавными коронками.**

Эффективность и область применения твердосплавного бурения может быть значительно повышены путем перехода с вращательного на ударно-вращательное.

При ударно-вращательном бурении между низом колонны бурильных труб и колонковым снарядом (или долотом) включают ударный механизм. Ударные механизмы бывают:

- а) гидравлические – гидроударники;
- б) пневматические – пневмоударники.

Гидроударники по принципу действия могут быть разделены на три группы:

1. машины прямого действия с возвратными пружинами;
2. машины двойного действия;
3. машины обратного действия.

Все гидроударные машины имеют в своем составе поршень-ударник (боек) и наковальню. Под воздействием давления промывочной жидкости, регулируемого системой клапанов, поршень-ударник наносит удары по наковальне, которая передает энергию удара на породоразрушающий инструмент.

В гидроударных машинах прямого действия энергия давления промывочной жидкости затрачивается на ударный импульс и сжатие возвратных пружин. Поэтому к.п.д. этих гидроударников относительно низок.

В гидроударных машинах двойного действия полный цикл работы поршня гидроударника осуществляется только под действием энергии потока промывочной жидкости, при отсутствии силовых пружин и потерь энергии на их деформацию. Рабочий ход поршня-ударника и возврат его в исходное положение осуществляется за счет энергии давления промывочной жидкости. Гидроударники двойного действия имеют относительно малые

габаритные размеры и вес и обеспечивают более высокий к.п.д. по сравнению с машинами прямого действия, но они более сложны.

В гидроударных машинах обратного действия клапанная система распределения обеспечивает периодический взвод ударных пружин, энергия которых преобразуется затем в кинетическую энергию ударника.

Применение гидроударного бурения в подавляющем большинстве случаев обеспечивает значительное снижение интенсивности искривлений скважин.

Гидроударники выпускаются в основном в виде комплекса, включающего гидроударную машину, специальные коронки ловушку.

Гидроударные машины (Г-3А, Г-5А, Г-7, ГВ-2, коронки КГ-1, КГ-2, КГ-3, ГПИ -67М, ГПИ-48М и др. Частота 100-1600 уд./мин. С энергией единичного удара 5-8 кгс.м, скорость вращения до 15-30 об./мин. И осевая нагрузка 300-1000 кгс в зависимости от типа коронки и свойств горных пород).

В районах распространения мощных толщ многолетней мерзлоты, безводных пустынных и высокогорных районах большой технико-экономический эффект дает применение продувки скважин сжатым воздухом вместо промывки. При продувке сжатым воздухом увеличивается механическая скорость бурения и проходка на твердосплавную коронку.

Общая схема установки пневмоударного бурения аналогична схеме для гидроударного бурения.

Пневмоударники (РП-130, РП-111, РП-94. Частота – 1200-1400 уд. в мин. Расход воздуха 4-9 м. куб./мин. Коронки КП, КПД диаметрами 151, 132, 115, 96 мм.)

#### **Алмазное бурение**

Алмаз – самый твердый минерал, состоящий из чистого углерода с плотной атомной решеткой. Твердость алмаза превышает твердость такого минерала, как корунд в 140 раз, а абразивность в 90 раз. Масса алмазов измеряется в каратах. 1 карат равен 0,2 грамма.

Различают 4 сорта технических алмазов: карбонаты, балласы, борты, и конго.

Изготавливаются методами порошковой металлургии.

Буровые свойства алмазных коронок зависят от следующих особенностей: расположения алмазов в матрице, твердости матрицы; качества применяемых алмазов; размера алмазов; насыщенности коронки алмазами; конструктивных особенностей. Все особенности находят отражение в обозначении типов и марки коронки.

По расположению алмазов в матрице различают однослойные (буква А относительно крупные алмазы располагаются в один слой с выступом – на 0,15 диаметра зерна) многослойные – более мелкие зерна алмазов, располагаются в 2 или 3 слоя, в обозначении буква М. Импрегнированные – материал матрицы равномерно перемешивается с очень мелкими зернами алмазов с концентрацией их до 2 карат на 1 мм. высоты алмазосодержащей матрицы.

Алмазные коронки – однослойные с от 2 до 50 шт./карат. Многослойные 60 и 90 шт./карат. Импрегнированные 120, 150, 200, 300 шт./карат.

Из общего количества алмазов по массе в коронках примерно 60 % составляют объемные алмазы и 40 % подрезные. Марка каждой коронки выбита на корпусе в проточенной под резьбу части. Там же выбит ее порядковый номер, а в прилагаемом к каждой коронке паспорте указана масса алмазов. При бурении коронка срабатывается не только по торцу, но и по боковой поверхности, в следствии чего уменьшается диаметр скважины. При опускании в скважину следующей новой коронки, последняя, разбуривая суженную часть ствола, быстро изнашивается по боковой поверхности, что, естественно сокращает срок ее службы

Для калибровки стенок скважины в процессе бурения над коронкой устанавливается алмазный калибровочный расширитель. Для расширения скважины на следующий диаметр служат конические алмазные расширители. Целесообразность применения расширителей в каждом конкретном случае определяется изменением скорости бурения и общего расхода алмазов на 1м скважины.

Осевая нагрузка для мелкоалмазных коронок принимается из расчета 40-70 кгс/см. кв. рабочего торца коронки в зависимости от насыщенности торца алмазами и твердости буримых пород.

Скорость вращения алмазной коронки является одним из основных параметров режима бурения мелкоалмазными коронками. Для увеличения производительности при алмазном бурении следует стремиться к работе на максимально возможных скоростях вращения инструмента. Число оборотов снижают только при бурении трещиноватых пород. Промывка при алмазном бурении должна обеспечивать хорошее охлаждение алмазов и выноса шлама. Глинистый раствор может применяться только в поглощающих и обрушающихся породах.

При постановке на забой новой коронки дают вначале небольшое осевое усилие (150-200 кгс) и малую скорость вращения; по мере приработки алмазов в течении 10-15 минут нагрузку на коронку и число оборотов ее повышают до нормальных. Осевое усилие на коронку чаще всего доводят до 700-1200 кгс. Бурение ведут до полного износа коронки, а при снижении скорости бурения до 1-2 см/мин (в зависимости от твердости породы) коронку поднимают и заменяют новой.

При высоких скоростях вращения возникает вибрация бурового снаряда. Для уменьшения вибрации применяют antivибрационные смазки (1 часть канифоли и 3 части нигрола), централизованно выпускаемая КАВС, а также используются эмульсионные промывочные жидкости.

При алмазном бурении следует избегать ударных нагрузок на коронку, нельзя производить расхаживание бурового снаряда и опускать коронку на оставленный в скважине оставленный от предыдущего рейса керн. После каждого подъема коронка должна быть измерена штангенциркулем, данные о диаметре и высоте матрицы заносят в буровой журнал.

Коронки подбирают по наружному диаметру так, чтобы спускаемая коронка отличалась по диаметру от предыдущей не более чем на 0,1-0,15 мм.

Алмазную коронку следует заменить в случае:

- а) механического повреждения коронки;
- б) появления на торце коронки круговых борозд вследствие отсутствия полного перекрытия рабочего торца алмазами;
- в) сильного оголения алмазов;
- г) износа коронки по диаметру.

#### **Бескерновое бурение скважин.**

На практике геологоразведочных работ часто встречаются условия, когда нет необходимости получать керн. Например, при детальной разведке полезных ископаемых, когда геологический разрез месторождения уже изучен и скважины задаются для более точного опробования полезного ископаемого, по породам, не содержащим рудных тел, целесообразно бурить породоразрушающими инструментами (долотами) не дающими керна. Преимуществами бескернового бурения являются: увеличение длины рейса особенно в мягких породах и средней твердости; сокращение за счет этого затрат времени на СПО и операции по отбору керна; бурение породоразрушающим инструментом, обеспечивающим большую механическую скорость. Высокая механическая скорость при бескерновом бурении объясняется возможностью приложения к инструменту больших нагрузок, крупными размерами режущих элементов, применением для разрушения породы эффективного ударно-вращательного способа (шарошечное бурение). При бурении скважин сплошным забоем применяются долота различных типов и конструкций. Выбор типа долота прежде всего зависит от физико-механических свойств горных пород и их буримости. В породах I – V категорий по буримости применяют долота режущего типа; лопастные долота и пикобуры. Указанные преимущества способствуют увеличению производительности при бескерновом бурении.

В породах 1-4 категории широко применяются лопастные долота и пикобуры армированные твердыми сплавами.

Шарошечные долота могут применяться в породах любой крепости (1-12 кат.). Для геологоразведочного бурения выпускаются шарошечные долота диаметрами 151, 132, 112, 93, 76, 59 мм типов М, С, Т и К.

Долота типа М применяются для бурения мягких пород 1-4 категорий. Эти долота имеют крупные редко расположенные зубья с острыми углами при вершине.

Долота типа С употребляются при бурении в породах средней твердости (5-7 категорий). Зубьев у долот типа С больше, чем у долот М. Углы зубьев менее острые. При бурении скважин малых диаметров в крепких породах большее применение имеют алмазные долота. Долота типа Т употребляются для бурения в твердых породах 7 – 8 категорий. Успешно ведется бурение долотами типа Т валунно-галечниковых отложений, щебеночных грунтов, конгломератов.

Шарошки долота смонтированы на опоре, состоящей из подшипников качения. Подшипник качения выполняет роль замка, предохраняющего шарошку от сползания с цапфы. Цапфы укреплены в лапах. Три лапы сваренные вместе образуют трехшарошечное долото.

Долота типа К предназначены для бурения очень твердых, абразивных пород 8- 11 категорий. В отличие от долот типа М, С, Т на конических шарошках вместо зубьев укреплены твердосплавные (из сплава ВК) штыри со сферической рабочей поверхностью. В крепких породах при бурении шарошечными долотами типа К длина рейса увеличивается в 2-4 раза по сравнению с колонковым бурением.

Выбор способа бурения базируется на сравнительной оценке его эффективности, которая определяется множеством факторов, каждый из которых в зависимости от геолого-методических требований, назначения и условий бурения может иметь решающее значение. Принятие решения об использовании того или иного способа - один из ответственных этапов при проектировании технологии работ, так как он определяет режимы бурения, буровой инструмент, тип буровой установки и технологию бурения скважин.

В зависимости от задач, решаемых на основании изучения проб полезных ископаемых или образцов пород, к ним предъявляются определенные требования: достаточное для исследований количество, соответствующее пройденному интервалу; высокое качество керна и хорошая представительность.

*Представительность* керновых проб в большой степени зависит от *полноты выхода керна, неравномерности оруденения и избирательности* истирания полезного ископаемого в процессе бурения.

### **Тема: Конструкция скважин и их выбор.**

#### **План лекции:**

1. Классификация скважин по назначению. Основные операции при бурении скважин.
2. Значение буровых работ в народном хозяйстве. Способы разрушения горных пород при бурении скважин.

**Буровой скважиной** называется цилиндрическая горная выработка в земной коре, имеющая относительно малый диаметр по сравнению с её длиной.

В зависимости от её направления, относительно к земной поверхности различают вертикальные, в том числе восстающие (направленные вверх), наклонные и горизонтальные скважины. Восстающие и горизонтальные скважины применяются в основном при бурении из подземных горных выработок.

К элементам скважины относятся устье, стенки и забой скважины. Устье скважины – это место пересечения ее с земной поверхностью или элементами горной выработки при бурении в подземных условиях.

Забоем скважины называется ее дно, перемещающееся в процессе воздействия инструмента на горную породу, а боковая поверхность – стенками. Размеры скважин – диаметр и глубина зависят от их назначения и способа бурения. Диаметр скважины находится в пределах от 26 мм до 1 м и более, а глубины от первых метров до нескольких километров.

В Мурманской области, в пределах Балтийского щита, находится **Кольская сверхглубокая скважина (СГС)** — глубочайшая в мире буровая скважина. Её глубина составляет **12262** м, а наземные



здания и оборудование представляют собой целый завод.

Для бурения СГС в 1970 г. была создана специальная геологоразведочная экспедиция (Коль-ская ГРЭ). Скважину и буровую

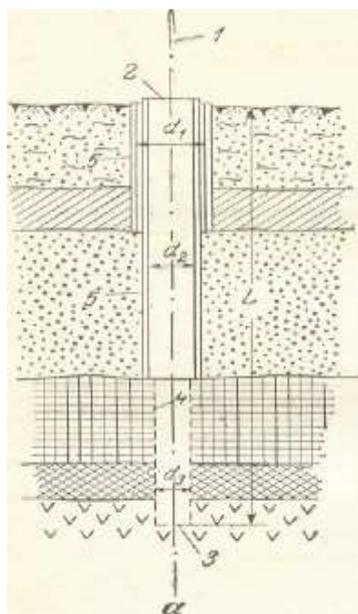


Рисунок - Скважина и ее элементы

1 – ось скважины 2 - устье скважины; 3 – забой скважины; 4 – стенки скважины;  
5 – участки стенок скважины, закрепленные обсадными трубами;  
 $d_1, d_2, d_3$  – диаметры ствола скважины;  $L$  – глубина скважины;  $v$  – зенитный угол;  
 $a$  – азимутальный угол;  $h$  – угол наклона ( $h - 90^\circ$ )

вышку построили в 10 км от г. Заполярного, по соседству с озером с невыговариваемым названием Вильгискодеоайвиньярви, что в переводе с саамского - "озеро у Волчьей горы".

В настоящее время в России продолжается бурение только одной Уральской сверхглубокой скважины.

В зависимости от способа разрушения горной породы на забое различают колонковое и бескерновое бурение скважин. При колонковом бурении порода разрушается по кольцу, а в середине остается столбик породы – керн, который после извлечения его на поверхность, становится объектом для геологического исследования.

**Керн** (нем. Kern), цилиндрическая колонка (столбик) горной породы, выбуриваемая в результате кольцевого разрушения забоя скважины (см. *Колонковое бурение*). Разрушенная по кольцевому затрубному или внутреннему пространству выносится на поверхность промывочной жидкостью или сжатым воздухом (газом), нагнетаемым в скважину буровым насосом или компрессором, а керн входит в колонковую трубу. Периодически (через 0,5—6 м и более) керн заклинивают, отрывают от забоя и поднимают на поверхность вместе с колонковым снарядом. Применяют почти непрерывную транспортировку керн по внутренней полости колонны труб на поверхность; при этом фиксируется глубина отбора керна в скважине. По внешнему виду К. делается его макроскопическое описание. После этого К. распиливают вдоль на две части, каждая из которых служит для проведения химического, геологического, петрографического анализа и для определения физико-механических свойств пород. Оставшуюся часть керна хранят как основной документ. Выход керна определяют в процентах к пробуренному метражу. 100%-ный выход керна позволяет с полной достоверностью изучать горные породы, пересечённые буровой скважиной, и определять запасы полезного ископаемого.

Различают линейный и весовой выход керна. Не всегда длина и вес керна соответствует углубке. Это зависит от свойств буримых горных пород, применяемых породоразрушающих

наконечников, приемных устройств, параметров бурения, параметров и свойств промывочной жидкости или воздуха, используемых для охлаждения бурового наконечника и выноса шлама.

При бескерновом бурении горная порода разрушается соответствующим инструментом по всему поперечному сечению скважины.

Основной процесс бурения – это разрушение породы на забое. Для нормального процесса разрушения породы на забое требуется его очистка от разрушенной породы (шлама). В зависимости от способа бурения, удаление шлама может быть совмещено с углублением скважины, либо быть самостоятельным, чередуясь с углублением. Значительное время при бурении скважин занимают спуско-подъемные операции необходимые для замены износившегося породоразрушающего инструмента и извлечения керна. При бурении в неустойчивых породах производится закрепление стенок скважины.

В процессе бурения и по окончании его в скважинах проводятся геофизические, гидрогеологические, а в ряде случаев работы по искусственному искривлению скважин, изоляции отдельных горизонтов, ликвидации аварий.

По целевому назначению буровые скважины подразделяются на:

1) поисково-разведочные – к ним относятся скважины поисково-съемочные, разведочные, структурные, опорные, картировочные, опробовательские, инженерно-геологические, гидрогеологические;

2) эксплуатационные – для вскрытия и разработки месторождений жидких, газообразных полезных ископаемых и минеральных солей;

3) технические – проходятся с различными инженерными целями (вентиляционные, водопонизительные и т.д.);

4) взрывные – бурятся для проведения взрывных работ.

### **Разрушение пород буровым инструментом.**

1. Режущего типа. В мягких породах применяются лопастные долота, твердосплавные коронки с крупными резцами. Процесс близок к резанию. Толщина срезаемой стружки значительна. Скорость бурения прямо пропорциональна скорости перемещения резца. Важное значение приобретает удаление продуктов разрушения породы.

В породах средней твердости, твердосплавные коронки с резцами в форме одностороннего клина, расположение резцов их выступ на разную величину создает условия для ступенчатого забоя и соответственно облегчения процесса разрушения породы и увеличения скорости бурения. Разрушение породы происходит в результате вдавливания, смятия и скалывания (отрыва), а также частично истирания.

В породах высокой твердости и абразивности применяются твердосплавные коронки с самозатачивающимися резцами. Резцы в виде стержней, призм, в виде тонких пластинок опираются о пластинки из мягкого металла, которые изнашиваются быстрее и постоянно обнажают основной резец, сохраняя неизменную форму и площадь сечения и возможность внедрения в породу. Разрушение породы происходит в тонком приповерхностном слое путем царапывания, микрорезания и истирания.

В алмазных коронках и долотах зерна алмазов являются мелкими резцами высокой твердости, которые разрушают породу в небольшом приповерхностной зоне путем резания и царапания, а также скалывания отдельных микрочастиц. Решающим фактором при работе мелкоалмазными коронками является скорость резания (вращения коронки).

2. Разрушение ГП при дробовом бурении. Смятие, раздавливание, частично скалывание и истирание за счет перекатывания по забою частиц колотой и целой дроби. Скорость уступает алмазному способу.

3. Разрушение породы при шарошечном бурении. Ш. долота являются инструментом дробящего действия. Порода разрушается зубьями долота путем скалывания при ударе зуба и частично резания-смятия при скольжении зуба по забою. Частота ударов зависит от скорости вращения инструмента, а сила удара – от конструкции шарошки (высота падения зуба). Следовательно шарошечные долота являются инструментом ударно-вращательного действия.

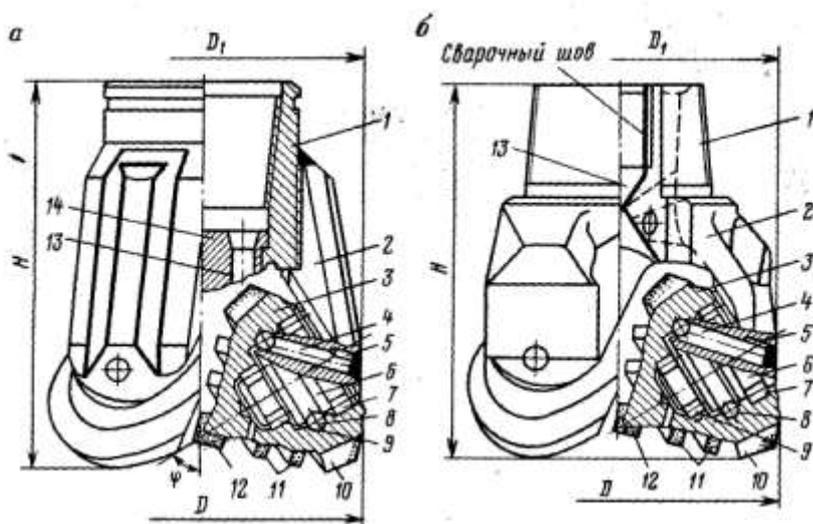


Рисунок - Конструктивные элементы шарошечных долот:

1 — корпус; 2 — лапа; 3 — шарошка; 4 — замковый палец; 5 — штифт-фиксатор; 6 — цапфа; 7,9 — роликовые подшипники; 8 — шариковый подшипник; 10,11,12 — вооружение (зубья) шарошки; 13 — циркуляционный канал; 14 — промывочная плита

4. Ударно-вращательное и ударно-поворотное бурение. Ударно-вращательное бурение осуществляется с помощью забойных механизмов – гидроударников, пневмоударников, или забойных вибраторов. Г. или П. находящийся над породоразрушающим инструментом, передает инструменту удары с частотой 900-1200 уд. в минуту. Скорость вращения меньше чем при колонковом вращательном бурении. Порода разрушается преимущественно за счет скалывания и смятия под воздействием наружного усилия. Забойные вибраторы устанавливаются над породоразрушающим инструментом обычного или специального типа с частотой колебаний до 3000-5000 ударов в минуту.

Ударно-поворотное бурение отличается от ударно-вращательного тем, что осуществляется не вращение, а поворот породоразрушающего инструмента на некоторый угол после каждого удара. Усилия при этом исключительно динамические. Разрушение породы осуществляется вдавливанием инструмента в породу и скалыванием.

5. Вибрационное бурение и бурение задавливанием. В. Б. применяется в нетвердых сыпучих и связанных породах. Вибрационное бурение осуществляется путем внедрения в породу бурового снаряда, которому сообщает энергию удара, жестко с ним связанный вибратор с колебаниями 1000-2000 колебаний в минуту.

Бурение пород задавливанием основан на действии значительных статических осевых нагрузок на инструмент, который под их воздействием внедряется в мягкие породы.

#### **Разрушение пород физическими способами**

К недостаткам механических способов бурения относятся быстрый износ породоразрушающего инструмента и низкий коэффициент использования энергии (0,08 – 0,1). Предпринимаются усилия по созданию новых способов разрушения пород при бурении, основанных на достижениях в области физики разрушения и обработки твердых материалов.

1. Гидравлические способы бурения – основаны на разрушении пород струей воды, выходящей из специальных насадок (сопла) под большим давлением и с большой скоростью. Применялся экспериментально в основном в мягких породах. Лабораторным способом показана способность воды разрушать и твердые породы при включении в нее добавки (до 15%) абразивного материала.

2. Взрывной способ бурения основан на доставке к забою пластмассовых ампул с зарядом компонентов жидкого ВВ через равные интервалы времени. В опытно-поисковом порядке детально изучался на глубинах до 2800 м. в осадочных породах.

3. Термический способ бурения - основан на разрушении Г.П. под воздействием раскаленной струи газов истекающих с большой скоростью. Термическое бурение применялось в промышленных масштабах при открытых работах. Термобуры – для бурения шпуров до глубиной 1,5-2 м. и станки для термического бурения - скважины до 40 м. и диаметром 160-250 мм.

4. Электротермический способ бурения. Применяется в условиях Антарктиды для расплавления льда электронагревателями. Электротермобур позволяет бурить скважин диаметром до 160 мм. с получением керна льда до 90 мм. на глубину до 500 метров. Снаряд имеет насос для откачивания воды, образующейся при расплавлении льда.

5. Термомеханический способ бурения предусматривает ослабление прочности породы путем местного ее нагрева с последующим разрушением ее обычным инструментом вращательного бурения.

6. Электрофизические способы бурения применялись в опытном порядке при воздействии электрического разряда на границе породы и жидкости; разрушение породы струей плазмы.и т.д.

**Тема: Промывка и продувка скважин.**

**План лекции:**

1. Промывка скважины.
2. Технологические функции промывочных жидкостей
3. Очистка забоя скважины от продуктов разрушения пород при вращательном бурении

Промывка скважин — важнейший элемент технологического процессу при вращательном бурении. От нее зависит скорость проходки и возможность успешного доведения скважины до проектной глубины.

Технологические функции промывочных жидкостей. Типы промывочных жидкостей и область их применения. Параметры буровых растворов. Схемы циркуляции.

#### **Условия выноса шлама и схемы промывки скважин**

Продукт разрушения пород при вращательном бурении – буровой шлам удаляется путем подачи на забой очистного агента и циркуляции его в скважине или в призабойной зоне.

Очистной агент служит также для непрерывного охлаждения породоразрушающего инструмента, который интенсивно разогревается в результате трения о забой и стенки скважин.

В качестве очистных агентов используют природный газ, воздух, азрированные жидкости (насыщенные воздухом), воду, глинистые растворы и др.

Наиболее широко практикуется промывка скважин водой или глинистыми растворами.

Для того чтобы шлам удалялся из скважины необходимо, чтобы скорость восходящего потока, транспортирующего частицы разрушенной породы, была больше скорости падения частиц в применяемой для очистки среде.

Скорость падения частиц в промывочной жидкости зависит от их размера, формы и плотности жидкости, а скорость восходящего потока – от количества подаваемой в скважину жидкости и площади кольцевого зазора между стенками скважины и бурильными трубами.

Необходимо также обеспечить достаточную скорость подъема частиц шлама по скважине, чтобы в единицу времени выносилось шлама не меньше. Чем его образуется при бурении.

При различных способах бурения форма и размер образующихся частиц шлама различны. Поэтому при расчетах при проектировании того или иного способа бурения требуется определить необходимое количество жидкости, т.е. производительность насоса и выбрать необходимый его тип. Для этого существует специальная формула, которой пользуются при проектировании геологоразведочного бурения.

Существуют два основных способа промывки скважины: прямая и обратная. При прямой промывке жидкость подается насосом в бурильные трубы и, омывая забой, поднимается в кольцевом зазоре между стенками скважины и бурильными трубами.

Устье скважины для этого должны быть оборудовано для приема жидкости и обеспечения ее дальнейшего использования, т.е. ее циркуляции по замкнутому циклу и обеспечивать возможность вращения и поступательного перемещения ведущей трубы.

При обратной промывке в большинстве случаев обеспечивается большая скорость восходящего потока и следовательно лучший вынос шлама, уменьшается количество самозаклинивания керна и улучшается его выход. Но большого распространения эта не имеет из-за трудностей с герметизацией устья скважины и невозможностью его применения при поглощениях промывочной жидкости.

Кроме прямой и обратной промывки, существует также комбинированная схема, в которой с помощью специальных конструкций бурового снаряда в призабойной части скважины создается обратное направление потока внутрь снаряда и вверх по колонковой трубе. Такие снаряды используют для повышения выхода керна.

Подача промывочных жидкостей в скважину осуществляется насосами, а газообразных агентов компрессорами.

При необходимости повышения выхода керна нетвердых полезных ископаемых и пород, разрушающихся при воздействии на них струи промывочной жидкости, а также при инженерно-геологических изысканиях и гидрогеологических исследованиях может применяться безнасосное бурение.

Необходимым условием безнасосного бурения является наличие в скважине столба жидкости высотой несколько больше длины колонкового снаряда. При безнасосном бурении не подается промывочная жидкость. Циркуляция жидкости в призабойной зоне осуществляется с помощью специального колонкового снаряда за счет его периодического расхаживания (приподнимания и сбрасывания на забой). Часто для улавливания шлама в снаряд для безнасосного бурения включают шламовые трубы.

Заклинивание керна производится путем прекращения расхаживания и затирки керна всухую.

### **Глинистые растворы и их свойства**

Глинистый раствор получается при растворении глины в воде. По крупности частиц глинистые растворы следовало бы отнести к суспензиям, но по свойствам они ближе к коллоидальным растворам. Коллоидальные свойства – способность частиц неопределенно долго находится в растворе во взвешенном состоянии. Эти свойства глинистых растворов обусловлены пластинчатой формой элементарных частиц глинистых минералов. У бентонитовых глин, дающих растворы наиболее высокого качества, толщина пластинок основного минерала монтмориллонита в 100 раз меньше длины и ширины, а суммарная поверхность элементарных кристаллов составляет 800 м<sup>2</sup> на 1 г глины.

При помещении глины в воду глина распускается на элементарные кристаллы – листочки, вокруг каждого листочка образуется гидратационная оболочка из молекул воды и ионное облако, создающее электростатические силы отталкивания между частицами глины. Это препятствует коагуляции и выпадению частиц в осадок.

Гидратационные оболочки и электростатические силы отталкивания ослаблены или отсутствуют на торцевых поверхностях частиц. В состоянии покоя в качественных глинах происходит слипание частиц по этим поверхностям, за счет чего образуется устойчивая пространственная сетчатая структура, называемая гелем. Из такого студнеобразного раствора долго не выпадают частицы шлама. Но стоит только перемешивание, как связи между частицами разрушаются и раствор становится жидким и легко протекающим по скважине и прокачиваемым насосом. Это свойство называется *тиксотропией*.

Наиболее важным свойством глинистых растворов является способность образования на стенках скважины тонкой и достаточно прочной корочки глины, которая закрепляет стенки скважины в слабоустойчивых породах. Эта способность глинистых растворов позволяет во многих случаях избежать спуска в скважину дополнительных колонн обсадных труб.

При прекращении циркуляции раствора (например при внезапной поломке насоса) буровой шлам не выпадает из глинистого раствора, а долгое время находится в нем во

взвешенном состоянии. Это предотвращает сложные аварии, возникающие при заклинивании бурового инструмента шламом.

Основными параметрами качества глинистых растворов являются плотность, вязкость, содержание песка, водоотдача, стабильность.

**Плотность** определяет величину гидростатического давления промывочной жидкости на стенки скважины и забой. Она измеряется ареометром АГ-2. Прибор похож на ареометр для измерения плотности электролита в автомобильном аккумуляторе.

**Вязкость** – мера внутреннего трения между слоями жидкости. В практике буровых работ используется показатель условной вязкости, определяемой временем истечения раствора из специального сосуда – стандартного полевого сосуда – вискозиметра СПВ-5. (Рис.). Из двух сторонней кружки 200 и 500 см<sup>3</sup> наливают 700 см<sup>3</sup> раствора. Подставив кружку открывают отверстие в воронке по секундомеру отмечают время наполнения 500 см<sup>3</sup>. Время в секундах является показателем вязкости. Вязкость воды равна 15 сек.

**Содержание песка** в глинистом растворе характеризует степень загрязненности раствора; примесь песка или шлама в глинистом растворе увеличивает износ деталей насоса, а при циркуляции песок может осесть на забой скважины и явится причиной прихвата бурового инструмента. Содержание песка определяют при помощи отстойника (Рис). Глинистый раствор наливают в крышку, объемом 50 см<sup>3</sup> и переливают в отстойник. Затем доливают воды до вытекания ее через контрольное отверстие, что соответствует объему воды 450 см<sup>2</sup>. Содержимое отстойника тщательно взбалтывают, затем устанавливают отстойник вертикально и через минуту берут отсчет по шкале против верхней границы столбика песка, осевшего в стеклянной пробирке. Умножив отсчет на 2, получают содержание песка в растворе в процентах.

**Водоотдача** – способность глинистого раствора отфильтровывать воду через пористую перегородку под влиянием избыточного давления раствора. Если размер пор невелики. То частицы глины через некоторое время закупоривают их и образуют на поверхности перегородки глинистую корку.

При хорошем качестве раствора образуется плотная устойчивая корка (Рис). Растворы низкого качества образуют неустойчивую рыхлую корку, которая сужает ствол скважины, пропускает воду в породы, слагающие стенки скважины, что приводит к осложнениям при бурении. Водоотдача оценивается количеством воды в кубических см, отфильтровавшейся за 30 мин через фильтр специального прибора ВМ-6.

**Стабильность** – степень неравномерности распределения глинистых частиц в растворе, находящемся в состоянии покоя. Стабильность измеряется цилиндрическим сосудом ЦС – 2. Раствор залитый в сосуд, остывают на 24 часа в покое, а затем через боковое отверстие сливают верхнюю часть его, Определяют плотность обеих частей. По разности плотности нижней и верхней частей оценивают стабильность.

Перечисленные свойства глинистых растворов определяются как при приготовлении растворов, так и в полевых условиях в процессе их применения на буровых установках для контроля за изменением свойств и своевременной замены раствора, его очистки или применении реагентов для его обработки и доведение его свойств необходимых для конкретных условий бурения. Для улучшения устойчивости в качестве реагента применяют Хлористый кальций,, известь, сульфитспиртовая барда, карбоксиметилцеллюлоза.

Для утяжеления растворов (при борьбе с водопроявлениями) применяют добавки порошков барита, гематита, магнетита.

Для изменения в широких пределах вязкости раствора в него вводится один из реагентов: известь, цемент, алебастр, поваренная соль, кальцинированная сода, каустическая сода, жидкое стекло.

При бурении скважин геологи

Должны обращать внимание на качество глин в разрезе с целью определения возможности их использования для приготовления глинистых растворов. Так как применение местных глин позволяет снизить стоимость работ за счет уменьшения расходов на централизованное снабжение глиной.

Глинистые растворы и растворы реагентов приготавливают в глиномешалках. Они бывают трехвальные, двухвальные и одновальные.

### **Продувка скважин воздухом.**

В зонах интенсивного или полного поглощения промывочной жидкости, в сухих скважинах, буримых в безводных районах. В вечной мерзлоте, в устойчивых породах. Где отсутствуют водопритоки или они незначительны, в набухающих при промывке породах – очистку скважины от бурового шлама и охлаждение породоразрушающего инструмента лучше производить воздухом. Применение продувки способствует увеличению скорости бурения, так как отсутствует гидростатическое давление на разрушаемую породу.

При бурении с продувкой (Рис) сжатый воздух компрессором подается через ресивер и влагоотделитель по колонне бурильных труб к забою. Крупные частицы породы поднимаются в шламовую трубу. А мелкие частицы через герметизирующее устройство на устье и выкидную линию выносятся на поверхность. На конце выкидной линии при недостаточном уплотнении устья целесообразно установить вентилятор для отсоса шлама. Если шлам нельзя выбрасывать в атмосферу, устанавливают шламоочиститель циклонного типа.

Для обеспечения нормального выноса шлама. При бурении в вечной мерзлоте, с целью предупреждения оттаивания стенок скважины и соответственно налипания, сжатый воздух перед подачей в скважину охлаждают.

### **Тема: Искривление скважин.**

#### **План лекции:**

1. Искривление скважин и направленное многозабойное бурение.
2. Закономерности искривления скважин.

Искривлением скважины называется изменение направления ее оси в пространстве по отношению к начальному положению, заданному при заложении скважины на поверхности.

Естественное, искусственное искривление. Основные причины искривления скважин. Основные признаки, указывающие на значительное искривление скважин

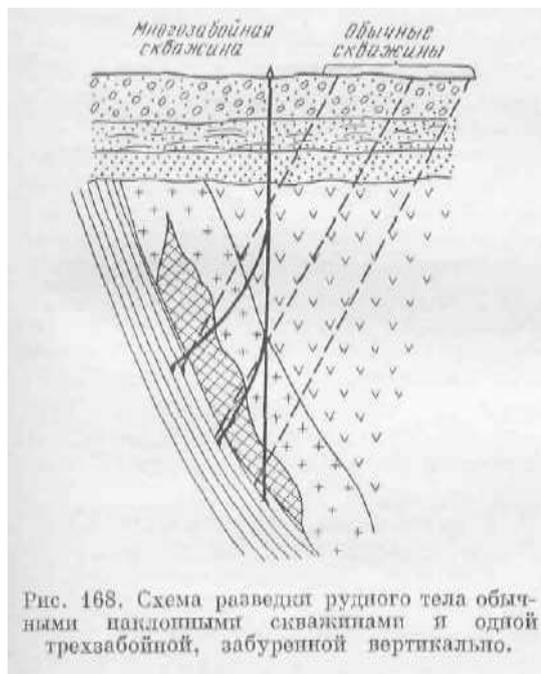
### **Искривление скважин и направленное многозабойное бурение.**

В зависимости от условий залегания полезного ископаемого разведочные скважины задаются вертикальными или наклонными. Из подземных горных выработок проходят горизонтальные и восстающие скважины.

В процессе бурения разведочные скважины часто искривляются. Полученные по искривленным скважинам данные значительно усложняют подсчет запасов и дают иногда неверные представления о характере залегания и количестве полезного ископаемого. Кроме того, искривление скважин вызывает ряд технических трудностей в процессе бурения. Поэтому сохранение заданного направления, т.е. проходка направленных скважин, является одним из основных критериев определяющих качество разведочных скважин, получения полноценных образцов с намечаемых глубин и в требуемых участках геологического разреза. Только в этом случае можно дать правильное заключение о промышленном значении разведанного участка месторождения.

Многозабойное бурение скважин применяется в основном при бурении нефтегазоносных структур на море (с буровых платформ), труднодоступных, требующих значительных затрат на сооружение буровых площадок и подъездных путей, местностях (Тюмень) и при ведении буровых работ в горных районах с сильно пересеченной местностью. Чем меньше мощность пласта (жила) полезного ископаемого и чем глубже от поверхности оно залегает, тем выше соотношение между протяженностью скважины в пустых и рудоносных породах. При этом полезный объем иногда может составлять лишь доли процента. В этих условиях также одним из путей повышения эффективности буровых работ является применение многозабойных скважин.

### **Схема разведки рудного тела многозабойной скважиной.**



Искривление скважин в значительной мере зависит от геологических условий. Обычно искривление происходит, когда скважины под острым углом пересекают слои пород различной твердости. Искривление скважины происходит тем интенсивнее, чем больше разница в твердости отдельных слоев и чем чаще они перемежаются. Максимум искривления имеет место при углах встречи от 40 до 50°.

#### **Закономерности искривления скважин.**

К техническим и технологическим причинам искривления скважин следует отнести:

- неправильную установку шпинделя станка и связанное с этим отклонение от заданного направления в самом начале бурения;
- установку направляющей трубы с отклонением от заданного направления;
- применение бурильных труб малого диаметра в скважинах большого диаметра;
- бурение искривленными бурильными и колонковыми трубами;
- применение очень сильной промывки, приводящей к размыву стенок скважины в неустойчивых породах;
- чрезмерная нагрузка на забой, особенно при несоответствии диаметра бурильных труб диаметру скважины при коротких колонковых снарядах.

**Тема: Аварии и их ликвидация.**

**План лекции:**

1. Аварии и осложнения при бурении скважин.
2. Направленное и многоствольное бурение.

Меры профилактики и ликвидация осложнений при вращательном бурении. Способы ликвидационного тампонажа. Причины искривления скважин. Отклоняющие средства для искусственного искривления скважин. Методы и технические средства ориентированного отбора керна. Инструменты, применяемые для ликвидации аварий.

**Аварии и осложнения при бурении. Предупреждение и ликвидация аварий .**

Аварией в скважине называется непредвиденное нарушение нормального состояния находящегося в ней бурового инструмента. В результате аварии продолжение углубки скважины становится невозможным. Осложнением является нарушение нормального состояния скважины, в результате которого дальнейшее углубление затрудняется или должно быть прекращено во избежание возникновения аварии.

К осложнениям относятся обвалы стенок скважины, большое скопление шлама, поглощение промывочной жидкости, образование сальников из глины, желобов на стенках скважины.

Основными видами аварий являются:

- обрывы и развинчивание бурового инструмента;
- прихваты бурового инструмента;
- падение бурового инструмента и посторонних предметов в скважину.

Нередко аварии носят сложный характер, например прихват колонкового набора часто сопровождается обрывом бурильных труб.

На ликвидацию аварий затрачивается много времени и средств. Значительно легче предотвратить аварию в скважине, чем ее ликвидировать.

Поэтому необходимо знать причины возникновения аварий, чтобы своевременно избежать их. Важно также вовремя обнаружить возникновение аварий, чтобы не допустить дальнейшего ее развития.

**Обрыв и развинчивание бурового инструмента.** Наиболее распространены обрывы бурильных труб. Реже встречаются обрывы резьбовых соединений колонковой трубы с переходником или коронкой.

Причинами обрывов являются чрезмерный износ бурильных труб или их соединений, или перегрузки возникшие в процессе бурения. Поэтому для предупреждения обрывов необходимо осуществлять систематический во время каждого подъема осмотр инструмента и выбраковку его частей, имеющих дефекты или чрезмерный износ, правильно обрабатывать бурильные трубы в процессе бурения, чтобы износ был равномерным по всей длине колонны, применять меры защиты труб от износа (резиновые протекторы при дробовом и твердосплавном бурении. Смазку при алмазном бурении). Резьбы труб и их соединений необходимо смазывать. Нельзя применять буровой инструмент с некачественными резьбами.

Контрольные приборы на станке и электроаппаратуре должны быть в исправности, чтобы вовремя можно было предотвратить перегрузку колонны.

Возникший обрыв верхней или средней части колонны может быть замечен по уменьшению крутящего момента, снижению веса инструмента и падению давления на насосе. С увеличением глубины обрыва его обнаружить труднее. В суважинах большого диаметра, где в сечении помещаются два диаметра трубы, обрыв легко обнаруживается по резкому увеличению скорости подачи шпинделя в связи с опусканием верхней части колонны в зазор между нижней частью колонны и стенками скважины.

Развинчивание бурильных труб происходит из-за слабого закрепления резьбовых соединений при спуске инструмента в скважину. С применением труборазворотов число таких аварий сокращается.

Частыми видами аварий с обсадными трубами являются: отвинчивание низа обсадных труб по действием силы трения бурильных труб о стенки обсадных труб; обрыв обсадных труб от собственного веса, если низ колонны находится на весу; износ и разрыв труб в результате трения о них бурильной колонны, обрыв труб при их извлечении. Эти аварии обычно осложняются отклонением одной части труб относительно другой и смятием труб в месте разрыва опускаемым колонковым снарядом.

Для предупреждения аварий с обсадными трубами следует прочно свинчивать обсадные трубы при спуске, применять соединение или дополнительное закрепление труб на сварке, углублять скважину перед креплением до такой глубины, чтобы башмак колонны уперся в прочные породы, тампонировать низ колонны, производить спуск длинных труб с обратным клапаном.

На бурильные трубы работающие в интервале обсадных труб, обязательно должны надеваться резиновые протекторы. Извлекать обсадные трубы домкратами во избежание обрыва следует двойной тягой – за верхний конец при помощи хомута, а снизу труболочкой, спускаемой внутрь трубы. Нарушение целостности обсадных труб обнаруживается по задеванию бурового снаряда при подъеме или спуске.

**Прихват бурового инструмента.** Прихват колонкового набора т может быть вызван оседанием шлама при прекращении циркуляции промывочной жидкости, кусками породы, вываливающимися из стенок скважины, заклиниванием дробью, уроненными в скважину мелкими предметами, прижегом коронки, т.е. ее спеканием с горной породой или шламом на забое. Кроме того, возможны прихваты снаряда при его подъеме в результате затяжки в желобе или суженой части ствола, возникшей из-за применения некачественного глинистого раствора или пучения пород.

Для предупреждения прихватов необходимо строго соблюдать технологический режим бурения, особенно режим промывки, систематически контролировать, качество глинистого раствора, осторожно осуществлять постановку инструмента на забой, при любых даже самых кратковременных перерывах в подаче промывочной жидкости следует приподнять снаряд от забоя скважины.

Сложные аварии возникают при затяжке инструмента в желоб. Желоба образуются в искривленных скважинах при применении преимущественно муфтово-замковых соединений бурильных труб. Предотвратить образование желобов можно надеванием на бурильные трубы резиновых колец-протекторов или применением труб с ниппельным соединением. Необходимо следить за нагрузкой на лебедку при подъеме. Следует немедленно осадить снаряд вниз, поворачивая его ключом, при резком повышении нагрузки на крюке, так как это свидетельствует о прихвате снаряда.

Прихват снаряда при бурении характеризуется резким увеличением крутящего момента, а после выключения двигателя – невозможностью обычным способом оторвать снаряд от забоя. Очень часто прихват сопровождается обрывом и факт его возникновения обнаруживается после соединения с оборвавшейся частью колонны труб.

**Падение бурового инструмента или посторонних предметов в скважину.** Падение бурового инструмента в скважину происходит из-за неисправностей элеватора или подкладной вилки, также при ударе элеватора о трубооборот при неосторожном спуске снаряда. Роняют в скважину чаще всего шарнирные ключи, которыми пользуются при СПО, а также другие вспомогательные инструменты.

Аварии, связанные с падением инструментов и других предметов в скважину. Случаются значительно реже, чем прихваты и обрывы инструмента.

Для их предупреждения необходимо использовать исправный инструмент, не допускать резких остановок и ударов снаряда при сушке, немедленно закрывать устье скважины крышкой или пробкой после извлечения из нее бурового снаряда.

**Осложнения в скважинах.** Осложнения в скважинах необходимо предупреждать и ликвидировать в самом начале их возникновения. Пренебрежение этим приводит к авариям. Основными мероприятиями по предотвращению осложнений и борьбы с ними являются:

- применение промывочных жидкостей и режима промывки, соответствующих буримым породам;
- принятие специальных мер по очистке скважины от шлама, если количество его превышает 0,5 м и увеличивается после каждого рейса;
- закрепление скважины трубами с надежной изоляцией закрепленных пород;
- своевременная ликвидация поглощений промывочной жидкости.

Кроме этого в качестве предупредительных мер по предупреждению аварий необходимо предусматривать и выполнять:

- повышение квалификации бурового персонала;
- оснащение буровых установок контрольно-измерительной аппаратурой;
- применение равнопрочной по длине бурильной колонны;
- передача нагрузки на породоразрушающий инструмент помощью УБТ;
- применять промывочную жидкость в соответствии с ГТН;
- проходка скважины с максимальной технической скорости без простоев;
- своевременное и качественное проведение планово-предупредительного ремонта оборудования, механизмов и их обслуживание.

## **Инструмент и технология ликвидации аварий при вращательном колонковом бурении.**

Залогом успеха ликвидации аварий является правильная оценка ситуации и выбора метода и инструмента для извлечения аварийного бурового снаряда из скважины.

Прежде чем приступить к ликвидации аварии необходимо выяснить:

- точную глубину на которой возникла авария;
- возможную причину аварии;
- свойства пород, слагающих стенки скважины;
- обстоятельства, характеризующие аварию.

Должен быть составлен план ликвидации аварии. При сложных авариях. План утверждается главным инженером или техническим руководителем производства буровых работ. На каждую аварию составляется акт.

Если произошел обрыв бурильной колонны. Необходимо немедленно прекратить вращение, отметить замер снаряда над устьем скважины в момент обрыва, извлечь верхнюю часть колонны на поверхность, определить глубину обрыва и его характер.

Ловильным инструментом для соединения с оборвавшейся частью колонны колонны являются метчики и колокола. Для центрирования их в скважине и попадания на оборванную часть колонны метчики и колокола снабжаются направляющими трубами с воронками разного диаметра.

Метчики и колокола представляют собой конический инструмент для нарезания резьбы на гладкой внутренней или наружной части оборвавшейся трубы, муфты или замка. Они имеют резьбу и канавки для выхода стружки. Рабочая поверхность ловильного инструмента термообработана до высокой степени прочности.

Опущенный до места обрыва метчик или колокол навинчивается, нарезая резьбу на оборванный конец. Включают промывку, чтобы поднять с забоя, успевший осесть шлам, и извлекают оборвавшуюся часть колонны из скважины. Метчики выпускаются разных размеров для соединения как с бурильными, так и с колонковыми и обсадными трубами разного диаметра. Для извлечения колонковых и обсадных труб служат также труболовки различных конструкций.

Развернувшиеся обсадные трубы, если не повреждена резьба, надо попытаться соединить, совмещая оси обоих концов труб за счет спуска внутрь конусной направляющей пробки.

В изношенных и разорванных трубах надо уничтожить выступающие внутрь куски фрезой, а затем перекрыть их спуском следующей по диаметру колонны труб с конусным наконечником.

Если сложная авария с обсадными трубами возникла неглубоко, то целесообразно, с экономической точки зрения, начать бурить новую скважину, чем ликвидировать аварию.

При возникновении прихвата необходимо по возможности восстановить циркуляцию промывочной жидкости, если она отсутствует, попытаться освободить снаряд расхаживанием при помощи лебедки. Эти операции надо производить осторожно, так как при завалах, зашламовании или затяжке снаряда можно осложнить аварию.

Завалы снаряда можно ликвидировать опусканием промывочного снаряда из обсадных труб, или, если позволяет диаметр скважины, из бурильных труб, опускаемых параллельно основной колонне.

В скважинах глубиной 100 – 150 м прихваты, прижеги и заклинивания ликвидируются путем выбивания бабой.

Если скважина освобождена от бурильной колонны, применяются также следующие способы ликвидации прихвата колонкового набора:

1. Обуривание колонковой трубой большего диаметра.
2. Разрезание переходника и бурение снарядом меньшего диаметра внутри колонковой трубы для уничтожения керна, фрезерование коронки по внутреннему диаметру и переход на бурение скважины следующим меньшим диаметром.
3. Разрезание переходника, уничтожение керна внутри трубы, разрезание трубы

труборезами и извлечение ее на поверхность по частям.

4. Полное разрушение колонковой трубы с помощью торцовых фрез.

5. Оставление прихваченного снаряда в скважине и, исривление ее и продолжение бурения коронкой прежнего диаметра в обход аварийного снаряда.

Ликвидация аварий связанных с прихватом обсадных труб в скважине производится при помощи гидравлических домкратов, применения вибраторов, талевой системы буровой установки.

Ликвидация аварий, связанных с падением в скважину бурового инструмента. Производится при помощи различных ловильных инструментов в зависимости от от верхней части снаряда и его состава. Мелкие предметы, упавшие в скважину. Извлекаются при помощи ловильных пауков, путем разбуривания и подъема их с керном, или разрушаются торцовыми фрезами.

Виды аварий.

- обрыв бурильных труб;

- прихват колонкового снаряда;

- прихват колонкового снаряда в желобе.

### **Тампонаж скважин**

При бурении на жидкие и газообразные полезные ископаемые, а также на минеральные соли необходимо изолировать пласт полезного ископаемого от вышележащих пластов. Изоляция отдельных горизонтов в скважине называется тампонажем

Сущность этой операции заключается в герметизации кольцевого пространства между низом колонны обсадных труб и стенками скважины водонепроницаемым материалом глиной или цементом. Различают постоянный и временный тампонаж. Постоянный тампонаж скважины производится цементом. Временный тампонаж производят при помощи специальных тампонов – «пакеров» или задавливанием обсадной колонны в глину.

### **Фильтры.**

При бурении скважины на жидкие полезные ископаемые, залегающие в рыхлых и сильно трещиноватых породах для предохранения каптажных участков скважин от запыления и обвалов породы и в то же время для обеспечения возможности отбора проб и откачки жидкости стенки перекрываются фильтрами разных конструкций.

Фильтр состоит из трех частей : рабочей части, отстойника, расположенного ниже рабочей части фильтра, и надфильтровой части. Рабочая часть фильтра – собственно фильтр – предназначается для пропуска жидкости без частиц породы из продуктивного горизонта в скважину.

Назначение отстойника сводится к сбору оседающих из жидкости механических примесей.

Надфильтровая часть представляет собой патрубок с герметизирующим сальником для перекрытия кольцевого зазора между фильтром и колонной обсадных труб.

В зависимости от гранулометрического состава водосодержащей породы, ее устойчивости и химического состава воды применяются три типа фильтров: простые без покрытий, каркасные, с тонкими фильтрующими покрытиями и фильтры с засыпкой – наполнителем.

Каркасы фильтров изготавливаются из различных материалов (сталь, чугун, пластмасса, асбоцемента, керамики и т.д.). Выбор материала фильтров зависит от качества подземных вод. В случае агрессивных вод выбирают устойчивые материалы (нержавеющую сталь, пластмассы, керамику).

При изготовлении фильтров из металлических труб в них высверливаются или выжигаются отверстия или щели с шагом и расположением в зависимости от крупности зерен породы.

Тонкие фильтрующие покрытия каркасов осуществляются с помощью сеток (металлических, пластмассовых, стеклянных) и проволоки.

Для увеличения пропускной способности фильтрующей сетки ее располагают не непосредственно, а на навиваемой определенным шагом проволоке или на стержнях, предотвращающих плотное прилегание покрытия к каркасу.

Сетки для покрытия каркасов изготавливаются из латуни, нержавеющей стали, пластмассы или стекловолокна.

При наличии устойчивой кровли водоносного горизонта сооружают бесфильтровые водозаборные скважины. В этом случае рабочая часть бесфильтровой скважины выполняется путем откачки песчаной пульпы из под кровли водоносного горизонта и создания водоприемной воронки.

#### **Средства для откачек воды из скважины.**

Откачки воды из скважин применяются водоподъемники трех основных типов. Первый тип - насосы и двигатели, устанавливаемые вне самой скважины, на поверхности земли.

Второй тип – насосы или водоподающие агрегаты, устанавливаемые внутри скважины, а двигатели на поверхности земли.

Третий тип – насосы и двигатели, устанавливаемые внутри скважины (погружные агрегаты, состоящие из мотора и насоса).

Применение того или иного типа водоподъемника определяется:

- положением динамического уровня воды в скважине;
- заданной производительностью откачки;
- Внутренним диаметром обсадных труб участка скважины, на котором устанавливается насос.

Для неглубоких уровней (6-8 м от поверхности земли) относятся водоподъемники поршневые (ручные и механические) и центробежные, исключительно механические.

Простейший водоподъемник – дачная помпа. Это ручной поршневой насос первого типа (насос «Малыш» и т.д.)

Водоподъемники глубоких динамических уровней - штанговые насосы простого действия, штанговые насосы двойного действия, центробежные насосы с вертикальным валом и погружные насосно-моторные агрегаты, водоподъемники действующие с помощью сжатого воздуха.

Штанговые насосы - состоят из спускаемого в скважину насосного цилиндра с клапанно-поршневым механизмом, колонны подвесных труб, колонны приводных штанг и верхнего наземного приводного механизма.

Штанговые насосы двойного действия подают воду равномерно и работают более производительнее за счет всасывания и нагнетания жидкости системой клапанов при возвратно - поступательном движении штанговой колонны.

Погружные водоподъемники состоят из водоподъемных труб, на которых подвешивается агрегат состоящий из электромотора и центробежного насоса. Электродвигатель получает питание от сети через кабель, ЭЦВ, ЭЦНВ и другие.

#### **Водоподъемники, действующие с помощью сжатого воздуха.**

Насосы замещения – где воздух работает как газовый поршень. При периодической подачи воздуха в скважину происходит периодическая подача воды из скважины.

Эрлифты работают путем постоянного вытеснения столба смеси воды с воздухом, который подается по воздухопроводным трубам. Чем больше в воду вводится воздуха, тем смесь получается легче и тем выше она поднимается до уровня резервуара, где из воды выделяется воздух.

Гидроэлеваторы относятся к струйным водоподъемникам, в которых жидкость из источника подается на поверхность земли за счет передачи ей энергии водяным потоком, подаваемым насосом с поверхности земли в особую камеру трубной колонны внутри скважины.

#### **Тема. Документация при бурении.**

##### **План лекции:**

1. Технический проект, геолого-технический наряд, буровой журнал.
2. Паспорт буровой скважины.

### 3. Геологическая документация геолого-разведочных выработок

Роль геологической документации в производстве ГРР.

Геологическая документация – систематическая запись и графическое изображение в масштабе геологических наблюдений и объектов.

Горные выработки и скважины очень дороги, поэтому всякая небрежность в документации приводит к потере средств, а время, утраченное на разведку, будет упущено.

Значение геологической документации горных выработок и скважин неопределимо. Каждая г.в. или скважина дает возможность наблюдать и изучать минеральное тело, вмещающие породы и геологические условия в которых находится П.И.

Документы по выработкам и скважинам позволяют составить представление о форме, размерах и тектонической нарушенности П.И., изучить состав руд, пространственное распределение сырья, установить его сортность, т.е. определить качество П.И., определить геологические и горно-технические условия его залегания, сделать выводы о происхождении и условиях образования месторождения.

#### **Виды геологической документации.**

Геологические документы делятся на виды:

1. Каменный материал с привязками к обнажениям, к магматическим телам, к свитам и подсвитам (штуфные образцы, керн буровых скважин, пробы, шлихи, шлам и муть промывочной жидкости).

2. Текстовый материал (полевые отчеты, полевые книжки г.в. искважин, полевые дневники и т.п.).

3. Табличный материал (журналы опробования, таблицы, диаграммы, журналы описания керна и т.д.).

4. Графический материал (карты, планы, зарисовки).

5. Фотографический материал.

Порядок нумерации г.в. и скважин.

Для удобства геологической документации геолог каждого участка разведочных работ должен организовать правильно поставленную нумерацию г.в. и скважин во избежание путаницы, особенно при последующем развитии ГРР.

Особую нумерацию имеет и каждый тип выработки (расчистки, копуши, канавы одну; шурфы другую; штольни третью и т.д.).

При подземной разведке тяжелыми г.в. на крупных месторождениях, отдельные горизонты обозначаются порядковыми номерами сверху вниз или по глубине разведочной шахты. Расчисткам и ортам дают порядковые номера, которые возрастают по направлению от основного штрека.

Количество необходимого каменного материала не регламентируется, т.е. является совершенно различным для различных П.И. и различных горно-технических условий. В первый период разведки эти материалы берутся в большем количестве, чем в последующих стадиях изучения.

О стандартных формах документации.

Геологическая документация г.в. и скважин производится в стандартных журналах и дневниках в которых делается зарисовка и запись наблюдений и которые исключают пропуск существенных моментов, т.е. графы и разделы журналов и дневников напоминают о необходимости их заполнения. По мере заполнения таких журналов и книжек они соответствующим образом оформляются для сдачи в архив, где хранятся как важнейшие подлинные документы.

Черновая геологическая документация обязательно сопровождается чистой.

Существуют 2 системы чистой документации.

1. Система журналов, которая обеспечивает лучшую сохранность документации.

2. Система карточек, при которой каждое описание или зарисовка г.в. наносится на отдельную карточку соответствующей формы.

Система карточек позволяет вынимать отдельную зарисовку или группировать их как нужно, что важно при большом объеме геологической документации.

Для каждой геологической экспедиции применяется своя единая для всех форма журналов или карточек. Геологическая документация г.в. и скважин ведется по принципу последовательности, от так называемой начальной точки выработки или разреза.

Начальная точка – точка от которой начинается измерение расстояний и азимутов направления при документации г.в. и скважин.

Если разрез или г.в. по протяжению меняют свое направление, то их разбивают на соответствующее число участков, для каждого из которых указывается азимут, направление и длина по оси выработки (разреза).

Детальное систематическое геологическое описание производится по стенкам выработок. Начальная точка должна иметь географическую привязку.

Все условные обозначения г.п., тектонических нарушений, элементов залеганий должна быть одинаковы для всех исполнителей. На оборотной стороне миллиметровки делается описание. Чередование миллиметровки с калькой.

**Буровой журнал** — основной первичный документ о последовательности произведенных буровых работ в данной скважине, бурильщиком буровой бригады каждую смену вносятся записи о проходке скважины, глубине забоя, выносе керна и шлама горных пород, смене инструмента, размерах рабочего инструмента, качестве применяемой промывочной жидкости, расходе времени на отдельные операции, наблюдениях за состоянием буровой скважины, поверхностного оборудования и бурового инструмента.

**Геолого-технический наряд** основной документ, на основании которого осуществляется бурение скважин. Указаны: стратиграфия, литология и степень крепости проходимых пород, их нефте-, газо- и водонасыщенность, глубины отбора керна и шлама, глубины, на которых возможны осложнения (обвалы пород, поглощение глинистого раствора, выбросы газа и нефти, водо-проявления), размеры и типы долот при бурении различных интервалов разреза, диаметр бурильных труб и их сортность, диаметр и длина утяжеленного низа, конструкция скважины (глубины спуска обсадных колонн, их диаметр, толщина стенок, марка стали, высота поднятия цемента за трубами, режим бурения), осевая нагрузка на долото по интервалам глубин, число оборотов ротора или долота, параметры глинистого раствора для различных интервалов разреза скважины.

**Тема: Машины и механизмы при проведении горных работ**

**План лекции:**

1. Типы горных выработок. Проведение горно-разведочных выработок, основные и вспомогательные операции при горно-проходческих работах.
2. Проходка выработок в мягких, сыпучих, вязких и трещиноватых породах. Механизация работ (экскаваторы, дитчер, бульдозер, скрепер и др.).
3. Устройство отбойного молотка, механической лопаты и условия их применения. Схема устройства компрессора. Ручные работы. Проходка выработок в твердых породах. Буровзрывные работы. Взрывчатые вещества.

**Типы горных выработок и их назначение**

Горные выработки – это искусственные выемки в массиве горных пород. Назначение их может быть разным. Они применяются достаточно широко при разработке месторождений в горнодобывающей промышленности, при проведении геолого-разведочных работ, как инженерные сооружения в фортификации или при создании коммуникационных и транспортных сетей. Размеры их самые разные. Наиболее масштабные системы связанных между собой выработок при отработке уникальных месторождений, как, например, Витватерсранд в Южной Африке; протяженные системы подземных сооружений в метрополитенах многих крупных мегаполисов мира; грандиозный тоннель, созданный под дном Ла-Манша, который соединяет Англию и Францию. В данном учебном пособии

рассматриваются те выработки, которые применяются в геологии при поисках и разведке месторождений полезных ископаемых, такие выработки называют геолого-разведочными.

Прошли времена, когда люди спотыкались на развалах рудных тел, выходящих на дневную поверхность. Теперь геологу, чтобы найти месторождение, требуется видеть глубже. Для этого существуют различные методы и технологии, но наиболее надежными остаются бурение и проходка выработок. А при отработке месторождений без горных выработок и вовсе не обойтись, при этом здесь применяются наиболее солидные по объему выемки горной массы – эксплуатационные. Если геолого-разведочные служат геологам для кратковременного обнажения горных пород, вмещающих полезные ископаемые, то эксплуатационные – для длительного пользования уже при разработке месторождений горняками. Эксплуатационные выработки по назначению подразделяются на капитальные, подготовительные и очистные. Первые служат для обеспечения доступа к месторождению с поверхности, вторые – для подготовки его к отработке, а третьи являются собственно эксплуатационными, то есть с их помощью производится выемка полезного ископаемого. Названия горных выработок преимущественно германоязычные. В России они укоренились со времен Петра I и отражают различия между ними по ряду признаков: по отношению к дневной поверхности, по положению в пространстве относительно вектора силы тяжести, по ориентировке относительно залегания тел полезных ископаемых и вмещающих пород, по направлению перемещения забоя; по направлению перемещения грузов и т.д.

**По отношению к дневной поверхности** все горные выработки делятся на открытые (поверхностные) и подземные. Различать их можно по форме поперечного сечения. Для подземных это сечение замкнуто контуром стенок, а для открытых выработок контур поперечного сечения открыт со стороны дневной поверхности. Сам объем выработок для определения их типа при этом не имеет никакого значения. Горный карьер – огромная по объему выработка, но она открытая, так же как и мелкая закопушка, а вот даже неглубокий шурф – это уже подземная выработка.

#### **Открытые (поверхностные) выработки**

К ним относятся закопушки, расчистки, канавы, траншеи, карьеры. Элементами формы выработок являются их дно (полотно) и боковые стенки. Забоем называют технологический элемент формы выработки, который перемещается по мере проходки. В шурфе это дно, в штольне – торцевая стенка, а в канаве то и другое. Размер поперечного сечения выбирается минимально возможным и определяется задачами проходки, глубиной залегания геологического объекта, устойчивостью боковых стенок и возможностью обеспечения нормальных условий ведения работ.

#### **Подземные горные выработки**

По отношению к вектору силы тяжести подземные горные выработки делятся на горизонтальные, вертикальные и наклонные. По направлению ведения проходческих работ различают нисходящие, когда они проходятся сверху вниз, и на восстающие, когда ведутся снизу вверх. К вертикальным относятся шурф и шахтный ствол, к горизонтальным – штольня, штрек, квершлаг и др.

**Способы проходки горных выработок.** Проходка горных выработок – трудоемкий процесс. Специфика геолого-разведочных работ в том, что они ведутся преимущественно в условиях с недостаточно развитой инфраструктурой или при ее полном отсутствии. Проходка горных выработок может осуществляться тремя основными способами: 1) механизированным с применением специальных землеройных машин; 2) вручную с применением шанцевого инструмента; 3) с применением буровзрывных работ.

Способы проходки выбирают в зависимости от геологических и географо-экономических условий и масштабов проходческих работ. Геологические параметры сводятся к физико-механическим характеристикам горных пород, мощности покровных отложений и стадии геолого-разведочных работ, определяющей масштабы и интенсивность работ.

Механизированный способ проходки возможен в мягких, сыпучих, вязких трещиноватых горных породах (I–V категорий) и предусматривает использование экскаваторов,

бульдозеров, скреперов и некоторых других агрегатов. Наиболее целесообразен на стадии поисков и разведки с относительно большими объемами проходческих работ.

Проходка вручную осуществляется при небольших объемах работ или при невозможности применения землеройных машин в рыхлых, мягких и трещиноватых горных породах. В некоторых случаях возможна проходка вручную в крепких трещиноватых или слоистых породах с применением клиньев.

В твердых породах категорий VI–XX и мерзлых породах всех категорий проходка горных выработок осуществляется с применением буровзрывных работ.

**Отбойный молоток** - ручная машина ударного действия, предназначенная для отделения грунта от массива, разрыхления уплотненных и мерзлых грунтов, бетона и т.п. Отбойные молотки бывают с пневматическим (наиболее распространены) и электрическим приводом.

В отбойном молотке энергия сжатого воздуха преобразуется в механическую работу при помощи золотникового воздухораспределительного устройства и поршня-бойка, перемещающегося в цилиндре, в котором имеются каналы для подвода воздуха в соответствии с циклом воздухораспределения. Поршень-боек, двигаясь возвратно-поступательно, в конце каждого рабочего хода ударяет по хвостовику рабочего инструмента, установленному во втулке и удерживаемого от выпадения буксой и пружиной. Цилиндр присоединен к рукоятке при помощи стакана, в котором расположено пусковое устройство, включаемое нажатием на рукоятку. При прекращении нажатия пружина возвращает рукоятку в исходное положение, а клапан пускового устройства под действием пружины перекрывает канал, по которому сжатый воздух из штуцера проходит в цилиндр. В качестве рабочего инструмента применяют лом и лопату.

Основная характеристика: энергия удара - 0,8 МДж; число ударов в 1 мин - 850; расход воздуха - до 1,6 м<sup>3</sup>/мин; рабочее давление воздуха - 0,6 МПа; диаметр воздухопроводного шланга в свету - 18 мм; размер - 700(990)х225 мм; масса - 18 кг.

**Механическая лопата**— самоходная полноповоротная выемочно-погрузочная машина (одноковшовый экскаватор), у которой подвижные элементы рабочего оборудования перемещаются с помощью механических передаточных устройств. Передаточные устройства могут быть канатные, зубчато-реечные, цепные или рычажные.

Рабочий цикл механической лопаты состоит из четырёх фаз:

- черпание
- поворот
- разгрузка ковша
- поворот для начала нового цикла

Разновидности механических лопат

В зависимости от движения ковша при черпании механические лопаты бывают двух типов:

1. Прямые мехлопаты. Движение ковша при черпании происходит «от себя»
2. Обратные мехлопаты. Движение ковша при черпании происходит «на себя».

Рабочим органом механической лопаты является рукоять с укрепленным на ней ковшом. У прямой мехлопаты рукоять с ковшом перемещается с помощью устройств, приводимых в действие от исходного электрического (для больших мехлопат) или дизельного двигателя.

У обратной мехлопаты перемещаются как рукоять с ковшом, так и стрела, на которой они укреплены. Чаще всего привод у обратных мехлопат осуществляется с помощью гидравлического устройства.

В зависимости от сферы применения мехлопаты делят на:

- строительные;
- карьерные;
- раскрывные;
- карьерно-строительные.

Строительные применяют на строительных работах, то есть при рытье котлованов. Карьерные используются при непосредственной разработке карьера для выемки полезного ископаемого или пустой породы. Раскрывные используют для подготовки карьерного поля к

разработке при вскрышных работах, то есть для выемки верхнего слоя грунта и пустых пород которые покрывают массив полезного ископаемого, в отличие от карьерных имеют более длинную стрелу, и вследствие этого и больший радиус черпания. Карьерно-строительные могут применяться как на карьерах так и в строительстве.

#### **Преимущества механических лопат**

- Возможность применения для сравнительно твердых пород.
- Мобильность и маневренность.

#### **Недостатки механических лопат**

- Малый радиус черпания.
- Небольшой объём ковша по сравнению с драглайном.

**Экскаватор** (от лат. excavo — «долблю») — основной тип землеройных машин оснащённых ковшом. Основным назначением является разработка и извлечения мягких (земля, песок и др.) и жёстких (железная руда, гранит и пр.) горных пород в карьере при вскрыше, или добыче ископаемых руд. Экскаватор также применяется при рытье котлованов на стройках, или отвалах. Конструктивно экскаваторы состоят из рабочего, ходового и силового оборудования. Рабочее место экскаватора называют — забоем.

Классификация экскаваторов

#### **По типу ходовой:**

- Гусеничные экскаваторы
- Шагающие
- Пневмоколёсные
- Рельсовые
- Плавающие

#### **По принципу работы**

- Экскаваторы циклического действия (одноковшовый экскаватор (в направлении зуба ковша экскаватора), рабочее оборудование: драглайн, прямая лопата, обратная лопата, грейфер)
- Экскаваторы непрерывного действия (многоковшовый, роторный, фрезерный)

#### **По эксплуатационному назначению**

- Карьерные
- Вскрышные
- Строительные
- Добывающие

#### **По силовому оборудованию**

- Электрические
- Дизельные
- Гидравлические
- Комбинированные

#### **История**

Официально идея создания землеройной машины принадлежит Леонардо да Винчи, он ещё в начале XVI века разработал схему прототипа современного экскаватора-драглайна. Известен набросок чертежа грейфера для землечерпалки, созданный да Винчи в 1500 году, позднее Леонардо принимал участие в прокладке каналов в Миланской долине при помощи своего изобретения. Но есть свидетельства того, что ранее, в 1420 году, в венецианском издании «Кодекс Джованни Фонтана» был опубликован текст с упоминанием землеройной машины, использовавшейся для углубления дна каналов и расширения морских гаваней.

Ещё некоторое время Италия, а именно Венеция, активно развивала экскаваторное дело — машины были необходимы для очистки венецианских каналов. Далее изобретение развивали во Франции и Америке.

Активное строительство железнодорожных полотен в 30-х годах XIX века и нехватка рабочих сподвигла американца Отиса в 1832—1836 годах изобрести первый одноковшовый экскаватор. Позднее появились многоковшовые экскаваторы, или абзетцеры, которые имели огромные размеры и передвигались по рельсам, выкапывая желобы породы. С ними работало

множество специальных машин, среди которых заметен путепередвижитель, передвигающий многочисленные рельсы экскаватора.

В Советском Союзе было построено три абзетцера, два из которых немецкого производства, работавших с начала 1960 годов до распада СССР, на добыче фосфоритов в Лопатинском руднике. На данный момент все три машины не функционируют и проданы на утилизацию, в руднике работает лишь один маленький абзетцер, добывающий фосфориты в ограниченных количествах.

### ***Производство экскаваторов в России и странах СНГ***

На сегодняшний день производством экскаваторов в странах бывшего СССР занимаются следующие компании:

- НПП «Воронежский завод экскаваторов» (бывший ТЯЖЭКС, ВЭКС, г. Воронеж, Россия), в настоящее время производство остановлено.
- ОАО «Кранэкс» (г. Иваново, Россия)
- ОАО «Тверской экскаватор» (г. Тверь, Россия)
- «Komatsu Manufacturing Rus» (г. Ярославль, Россия)
- ЗАО «АТЕК» (бывший киевский экскаваторный завод «Красный экскаватор», г. Киев, Украина)

### **Буровзрывной способ проходки горных выработок.**

При разведке месторождений буровзрывные работы наиболее широко используют в процессе проведения горных выработок, реже БВР применяют в геолого-разведочных партиях при прокладке наземных транспортных трасс в гористой местности и при сооружении производственных площадок, с которых осуществляют разведочное бурение или проводят подземные горные выработки. Эти работы наиболее распространены при отбойке пород средней и выше средней крепости (коэффициент крепости  $f > 2$ ). Назначение буровзрывных работ – предварительное рыхление скальных пород.

*Буровзрывные работы (БВР) – это комплекс взаимосвязанных технологических процессов, выполняемых с целью отбойки и дробления скальных горных пород при проходке горных выработок. БВР состоят из нескольких последовательных процессов: бурение шпуров (скважин), размещение в них зарядов ВВ (заряжание) и взрывание этих зарядов.*

Скважины предназначены для размещения зарядов ВВ.

Шпур представляет собой искусственное цилиндрическое углубление (канал) в горной породе диаметром до 75 мм и глубиной до 5 м. Скважиной называют канал цилиндрической формы любого диаметра глубиной более 5 м или любой глубины диаметром более 75 мм.

Взрывные работы – это работы по заряжанию и взрыванию зарядов взрывчатых веществ (ВВ).

Заряжением называют процесс размещения заряда в зарядной камере, взрыванием – процесс производства взрыва заряда ВВ.

### ***Горнопроходческий цикл***

Технологический комплекс проходки горной выработки включает совокупность отдельных процессов и операций, которые выполняются в определенной последовательности.

В состав работ на забое входят: основные проходческие операции; взрывные работы и вентиляция; составление геологической документации.

Основные проходческие операции включают: бурение шпуров; уборку породы; крепление горной выработки; вспомогательные операции (монтаж оборудования, устройство освещения, водоотвод, настилка путей и др.). Все эти работы выполняются в определенной последовательности горнопроходческой бригадой.

***Горнопроходческий цикл*** – это повторяющаяся совокупность основных проходческих операций, выполняемых в определенной последовательности между двумя взрывными отбойками породы в забое горной выработки.

Интервал горной выработки, который проходится за один горнопроходческий цикл, называется «***заходка***».

От длины заходки будет зависеть скорость проходческих работ. Короткие заходки снижают производительность работ, но их длина ограничена шириной выработки. Кроме того,

она ограничена и длительностью рабочей смены. Чтобы обеспечить эффективность работ, необходимо учесть все выше обозначенные ограничения и условия. Однако в конечном счете производительность труда будет зависеть от того насколько полно в течение смены будут задействованы все члены проходческой бригады. Этого можно достичь такой организацией труда, когда отдельные так называемые «непроизводительные» операции проходческого цикла будут выполняться между сменами или циклами в пределах смены. К таким операциям можно отнести зарядку и взрывание, вентиляцию, в некоторых случаях крепление горной выработки. При этом возможно совмещение операций цикла, а также и совмещение разных видов работ отдельными членами бригады при неполной их занятости. В практике горных работ наиболее распространены схемы организации, в которых предусмотрено выполнение одного цикла в смену. Длина заходки, при которой продолжительность горнопроходческого цикла равна или кратна продолжительности смены называется **рациональной длиной заходки**. Такая длина заходки обеспечивает максимальную производительность труда.

Для канав, в которых все работы укладываются в один цикл, расчет рациональной длины заходки не производится, он производится для подземных выработок, проходка которых осуществляется в течение ряда циклов.

Расчет длительности одного цикла производится на основании утвержденных норм выработки по каждой операции проходческого цикла.

### **Тема: Механика горных пород и крепление разведочных выработок**

#### **План лекции:**

1. Проходка вертикальных и наклонных подземных горных выработок (шахты, гезенки). Назначение их глубина и сечение.
2. Разведочные шахты и их назначение.
3. Некоторые особенности проходки шахт - глубина, сечение, крепление, устройство лестничного отделения. Документация шахт.

**Подземные горные выработки.** Выработки разделяются по целевому назначению на вспомогательные (подходные или вскрывающие) и основные (собственно разведочные).

К вспомогательным относятся стволы шахт, подходные штольни и квершлагги, к основным — орты и гезенки. Штреки и восстающие в зависимости от мощностей залежей полезных ископаемых и горнотехнических свойств вмещающих пород могут играть роль как основных, так и вспомогательных разведочных выработок.

Стволы разведочных шахт используются как вертикальные вскрывающие выработки при разведках месторождений, залегающих в условиях слаборасчлененного рельефа. Глубины стволов современных разведочных шахт изменяются от десятков до нескольких сотен метров, а их поперечные сечения от 6 до 25 м<sup>2</sup> в проходке.

*Разведочная шахта*—вертикальная или наклонная горная выработка большого сечения (2х3,3х4 м), проходимая с поверхности Земли или из подземных выработок (слепая разведочная шахта).

*Гезенк*—небольшая подземная горная выработка, проходимая из других подземных выработок сверху вниз.

#### **Проходка вертикальных выработок**

Проходку стволов и вертикальных подземных выработок с опережающей разработкой породы в забое и с последующим возведением крепи в призабойной зоне допускается производить в устойчивых породах. В ПОС при ожидаемом притоке воды свыше 10 м<sup>3</sup>/ч должны предусматриваться меры по снижению водопритока.

При проходке устья ствола вокруг него должна быть оставлена берма шириной не менее 1 м, а обделка ствола возвышаться над уровнем спланированной поверхности не менее чем на 0,5 м. Устье ствола должно быть перекрыто прочной сплошной конструкцией и оборудовано открывающимися лядами.

При проходке стволов глубиной до 20 м с использованием в качестве средств подъема стреловых, козловых, башенных кранов и тельферных эстакад разрешается производство работ

без перекрытия устья ствола при устройстве сплошного прочного ограждения высотой не менее 1,5 м по периметру ствола с дверью для прохода людей.

Проходка стволов с применением передвижных грузоподъемных кранов и установок должна производиться с соблюдением дополнительных мер безопасности, изложенных в ППР:

а) места размещения грузоподъемных кранов у устья должны быть определены с учетом полноты обзора рабочей зоны и возможности их маневрирования;

б) между машинистом грузоподъемной машины и сигнальщиком у устья должна быть установлена надежная прямая зрительная или другая двусторонняя связь;

в) до начала подъема (спуска) груза люди, находящиеся в забое, должны выводиться в безопасное место.

После монтажа подвесные предохранительные полки и перекрытия ствола должны приниматься в эксплуатацию комиссией, назначенной главным инженером организации с составлением акта.

Подвесные проходческие полки принимаются в эксплуатацию комиссией с участием представителей территориальных органов Госгортехнадзора России.

Место пребывания рабочих в забое во время проходки ствола должно быть защищено от капежа водоотводящими устройствами.

При проходке ствола со сбрасыванием породы вниз по опережающей выработке устье последней должно быть перекрыто запирающейся решеткой или должен быть установлен раструб высотой 1,1 м, исключая падение людей в выработку. При установке решетки или раструба после взрыва рабочие должны пользоваться предохранительными поясами.

При разработке породы в забое с использованием крана, находящегося на поверхности и оборудованного грейфером, нахождение людей в стволе запрещено.

При погрузке породы в бадью грейфером, управляемым из забоя, разрешается нахождение в забое людей, занятых на проходке ствола.

Узлы крепления трубопроводов к обделке, схемы строповки грузов должны определяться в ППР на проходку ствола.

Проходка стволов опускной крепью разрешается при отсутствии зданий и сооружений в пределах зоны осадок земной поверхности.

При проходке стволов забивной и опускной крепью должно быть организовано систематическое маркшейдерское наблюдение за состоянием обделки, а также за осадкой земной поверхности. Данные наблюдений должны заноситься в Книгу При осадке поверхности вокруг устья, у зданий и сооружений, при деформации крепи разработка породы в забое ствола должна быть прекращена.

К погружению опускной крепи разрешается приступать только после заполнения тиксотропным раствором зазора между опорным воротником и тубинговой обделкой. Уровень раствора должен быть на 2 м выше подошвы опорного воротника.

Погружение опускной крепи в зоне обводненных неустойчивых пород с гидравлическим пригрузом забоя необходимо производить с соблюдением следующих требований:

а) уровень воды в стволе должен превышать отметку уровня водоносного горизонта не менее чем на 1 м;

б) механизированная разработка забоя должна выполняться равномерно от центра ствола к стенкам с оставлением по периметру бермы шириной не менее 0,5 м вдоль ножа крепи;

в) нож крепи должен опережать лоб забоя на глубину не менее 1 м.

При остановке погружения опускной крепи вследствие возрастания сопротивления пород допускается разработка бермы и подработка забоя ниже банкетки ножа опускной крепи при условии сохранения уровня тиксотропного раствора и готовности к аварийному затоплению ствола.

Откачку воды допускается производить после заглубления ножа опускной крепи в устойчивые породы водоупорного горизонта на глубину не менее 2 м.

Проходка ствола с использованием опускной крепи в устойчивых водоупорных породах (глинах, суглинках) на участке после пересечения водонасыщенных неустойчивых пород

должна производиться заходками на глубину не более одного кольца с оставлением бермы у ножа опускной крепи шириной не менее 0,75 м.

В этих условиях допускается опережение разработки забоя не более чем на 0,5 м от кромки ножа.

При проходке ствола в крепких породах горным способом на участке первых пяти колец после пересечения водоносного горизонта разработка забоя должна вестись на глубину не более одного кольца с тщательным тампонажем заобделочного пространства. В дальнейшем глубина заходки определяется ППР.

Шахтные стволы и другие вертикальные выработки должны иметь лестничные отделения для прохода людей. Лестницы должны быть установлены под углом не более 80° и выступать на 1 м над устьем выработки. Над проемом каждого полка в крепь должны быть прочно заделаны металлические скобы. Внутренняя сторона скобы должна отстоять от крепи на расстоянии не менее 4 см, расстояние между скобами не должно превышать 0,4 м, а ширина скобы — не менее 0,4 м.

Конструкция лестничных отделений должна обеспечивать возможность свободного перемещения горноспасательных команд в респираторах и удовлетворять следующим условиям:

- а) размер проема по нормали к лестнице должен быть не менее 1,0 м, ширина — не менее 0,6 м;
- б) расстояние от основания лестницы до крепи или обшивки лестничного отделения — не менее 0,6 м;
- в) расстояние между лестничными площадками — не более 4 м;
- г) лестницы через каждые 2 м должны быть скреплены металлическими стяжками и расположены так, чтобы они не находились над проемами в полках.

Ширина лестницы должна быть не менее 0,4 м, а расстояние между ступенями — не более 0,4 м. Проем над первой верхней лестницей должен закрываться лядой. Отделение для прохода людей должно быть отгорожено по всей длине от других отделений. Каждая лестничная площадка должна освещаться.

На период проходки ствола глубиной до 15 м разрешается установка подвесных лестниц с закреплением их в крепи ствола и установкой дуг безопасности. Выход лестничного отделения на поверхность должен оборудоваться предохранительной будкой.

При проходке вертикальных выработок запрещается:

- а) одновременно выполнять работы на разных уровнях по высоте при отсутствии предохранительного полка, установленного не выше 2,5 м от рабочего полка;
- б) складировать породу, оборудование и материалы на перекрытии устья ствола, в пределах огражденной зоны, а также на подвесных полках;
- в) доставлять на рабочие места инструменты, крепежные детали и т.п. без использования специально предназначенных для этих целей контейнеров;
- г) разбирать предохранительный полок до окончания рассечки околоствольного двора и проходки горизонтальных выработок на длину до 20 м.

### **Тема: Технология и организация проведения выработок**

#### ***План лекции:***

1. Проходка шурфов прямоугольного сечения - собственно проходка в различных породах, проходка на проморозку, на пожег, бутом, оттайка паром.
2. Шурфопроходческие комплексы. Подъем породы - полки для перекидки, подъем воротком, лебедкой и другими средствами.
3. Вентиляция при проходке шурфов - устройство вентилятора и ветрогона; проветривание бутом и печью.

*Шурф* — вертикальная горная выработка квадратного или прямоугольного сечения, проходимая с поверхности Земли. Глубина шурфов различна и может достигать 30 м. Неглубокие шурфы круглого сечения называются дудками. Шурфы, которые проходят в неустойчивых и рыхлых породах, должны крепиться.

Крепление шурфа устанавливается проектом. В зависимости от физико-механических свойств пород крепление шурфов может производиться сплошную, венцовой крепью, на стойках, с затяжкой боков. Может применяться подвесная крепь. Участок от забоя до постоянной крепи может быть закреплен временной крепью.

Опорные венцы в зависимости от устойчивости стенок шурфа укладываются через 1—10 м. К опорному венцу подвешивают рядовые венцы на строительных скобах при креплении сверху вниз или укладывают их на опорные венцы при креплении снизу вверх. Элементы крепи длиной более 2 м запрещается спускать в бадьях. Для их спуска должны применяться специальные серги.

Подъем породы производится в бадьях подъемными механизмами. Бадьи должны недогружаться породой до верхней кромки не менее чем на 10 см. Бадьи должны двигаться по направляющим или в отделениях, обшитых досками сплошь на всем протяжении; движение бадей без направляющих или без обшивки допускается только на расстоянии не более 20 м от забоя. Это расстояние может быть увеличено до 40 м при сплошном венцовом креплении шурфа и при применении грейферов, шурфопроходческих кранов и пр.

Проветривание шурфов глубиной до 5 м допускается за счет турбулентной диффузии, а свыше 5 м — принудительным способом, центробежными и осевыми вентиляторами небольшой мощности.

Наряду с применением машин для механизации отдельных проходческих операций известны агрегаты, позволяющие механизировать практически все основные производственные процессы.

Для проходки шурфов в крепких породах ЦНИГРИ предложен комплекс шурфопроходческих механизмов КШМ-15М. В комплекс входят шурфопроходческий кран, электрическое сверло, проходческий винтовой насос и др.

Применение комплекса КШМ-15М повышает производительность труда в 1,3—1,5 раза по сравнению с ручной проходкой.

Одним из первых шурфопроходческих агрегатов, обеспечивающих комплексную механизацию проходки шурфов, является шурфопроходческий агрегат ШПА-2. На базе автомобильного двухосного прицепа смонтирован комплекс оборудования для механизации бурения шпуров, вентиляции, подъема породы, водоотлива и изготовления крепи.

Агрегаты для механизации производственных процессов создавались в различных геологических подразделениях. В ПГО "Якутгеология" — СШПГА на базе трелевочного трактора ТДТ-60 (75); комплекс проходческих механизмов КМШ-ВИТР и др.

### **Тема Проведение горизонтальных выработок в разных типах пород**

1. Проходка горизонтальных подземных горных выработок (штольни, шторки, квершлагги, орты, рассечки, полевые шторки).

2. Особенности проходки штольни - крепление устья и подготовка площадки.

3. Способы и схемы вентиляции

К разведочным горным выработкам относятся: поверхностные выработки — расчистки, закопушки, каналы, шурфы, дудки; подземные — штольни, разведочные шахты и проходимые из них квершлагги, шторки, гезенки, восстающие, орты и др.

*Расчистки* применяются для обнажения коренных пород и рудных тел, находящихся под наносами мощностью не более 1 м. *Закопушка*—это простейшая ямообразная горная выработка, предназначенная для вскрытия коренных пород, залегающих непосредственно под растительным слоем, почвой и рыхлыми наносами мощностью до 0,5 м.

*Канавы* — поверхностная горная выработка трапециевидного, реже прямоугольного сечения, имеющая при значительной длине небольшие глубину и ширину. Различают каналы магистральные длиной до нескольких сотен метров, иногда до километра, вскрывающие разрез коренных пород значительной мощности, и прослеживающие, обычно короткие, пересекающие только тело полезного ископаемого, контакты между породами и тектонические нарушения.

*Штольня* — горизонтальная подземная горная выработка, имеющая выход на дневную поверхность. Штольни проходятся на участках с достаточно расчлененным рельефом.

*Квершлаг* — горизонтальная подземная горная выработка, проходима из шахт или штолен вкрест простирания горных пород или полезного ископаемого с целью вскрытия всего рудного тела и составления опорных геологических разрезов.

*Штрек*—горизонтальная подземная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на дневную поверхность и предназначенная для прослеживания рудного тела по простиранию. Штреки могут изменять направление вслед за изгибами контакта рудного тела, что позволяет проследить рудное тело на всем протяжении.

*Орты*—горизонтальная подземная горная выработка, проходима в пределах залежи полезного ископаемого вкрест ее простирания с целью изучения широких рудных тел по мощности (рис.4).

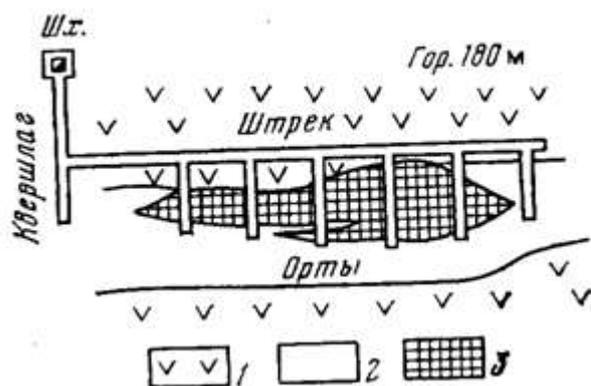


Схема разведки рудной залежи ортами, пройденными из штрека:

1 — диориты; 2 — зона измененных пород, 3 — рудная залежь

Штольня является одной из самых распространенных разведочных выработок. Начальной стадией проведения разведочной штольни является сооружение ее устьевой части - портала. С этой целью на склоне производится врезка, т. е. подготавливается горизонтальная площадка с боковыми наклонными или вертикальными бортами и вертикальным лобовым откосом, в котором в дальнейшем оформляется забой штольни. Врезка имеет вид траншеи, пройденной по направлению штольни.

Лобовой и боковой откосы надежно крепятся. Конструкция портала должна не только обеспечивать устойчивость откосов выемки, но и исключать падение камней и оползание осыпей на припортальную площадку.

На склоне выше лобового откоса проходится водоотводная канавка, обеспечивающая сток поверхностных вод.

Проходку первых метров штольни обычно осуществляют без использования взрывчатых веществ. В соответствии с требованием ПБ при длине штольни более 500 м независимо от устойчивости и крепости пород ее устье должно быть закреплено сплошной несгораемой крепью или крепью с огнезащитным покрытием на протяжении не менее 5 м.

Крепление портала штольни и ее приустьевой части производят монолитным бетоном или деревом. Деревянные конструкции покрывают слоем цементного раствора или на их поверхность наносят другой огнезащитный материал

#### **Способы и схемы вентиляции**

Нормальный атмосферный воздух представляет собой довольно постоянную смесь газов и паров воды. Обычно в сухом атмосферном воздухе содержится около 79% азота, 20,6% кислорода и 0,4% углекислого газа (по объему).

Воздух, заполняющий горные выработки, называется рудничным воздухом. Атмосферный воздух, проходя по подземным выработкам претерпевает ряд химических и физических изменений: с одной стороны, уменьшается содержание кислорода и увеличивается содержание углекислоты за счет дыхания людей, горений ламп, гниения и т.п., а с другой - к

воздуху присоединяются выделяемые горными породами вредные газы, образующиеся при взрывных работах, а также пыль. Кроме того, изменяется влажность и температура атмосферного воздуха, его давление и удельный вес. Состав рудничного воздуха отличается более низким содержанием кислорода, обогащен оксидами углерода, метаном, сероводородом, сернистым газом, оксидами азота, имеет более высокую влажность, температуру и содержание пыли.

Вентиляция (проветривание) горных выработок является основным фактором улучшения и оздоровления условий труда и повышения безопасности работ, на нее обращается серьезнейшее внимание. Состав рудничной атмосферы и основные правила вентиляции строго регламентированы Правилами безопасности.

Согласно технике безопасности рудничный воздух должен содержать по объему не менее 20 % кислорода и не более 0,5 % углекислого газа, температура не должна превышать 250. Задачей вентиляции подземных выработок: 1) обеспечение выработок пригодным для дыхания воздухом, 2) поддержание в них нормальной температуры и влажности.

Существуют два основных метода проветривания горных выработок: 1) проветривание методом естественной тяги системы подземных выработок; 2) принудительное проветривание.

В соответствии с Правилами безопасности при геологоразведочных работах за счет диффузии (естественным путем) проветриваются горизонтальные выработки протяженностью менее 10 м, а вертикальные глубиной менее 5 м; подземные горизонтальные выработки протяженностью более 10 м, а вертикальные глубиной более 5 м при нахождении в них людей должны непрерывно проветриваться с помощью вентилятора

**Проветривание методом естественной тяги системы подземных выработок**

При проветривании методом естественной тяги воздух здесь перемещается по выработкам за счет гравитационных сил при наличии разности высотных отметок устьев двух выработок; направление потока зависит от разности наружной температуры и внутри выработок. Проветривание выработок естественной тягой хотя и достаточно экономично, однако зависит от температуры воздушной среды и не всегда эффективно.

Неглубокие шурфы иногда проветривают за счет скоростного напора ветра, расщетки небольшой длины можно проветривать с помощью продольных перегородок струей воздуха, проходящего, например, по штреку

**Принудительное проветривание**

Однако в условиях проходческих работ горная выработка не может проветриваться сквозным воздушным потоком, так как только один ее конец (устье) выходит на поверхность или в другую ранее пройденную выработку; такие выработки называют тупиковыми. Проветривания тупиковых выработок осложнено — подача атмосферного (свежего, чистого) воздуха в такую выработку или удаление из нее загрязненного воздуха осуществляется, как правило, вентиляторами по трубам достаточно большого диаметра, проложенным в этих выработках.

Даже при большом количестве и протяженности подземных разведочных выработок, соединенных с дневной поверхностью одной вскрывающей выработкой, в большинстве случаев их проветривают с использованием вентиляционных труб и вентиляторов так называемого «местного проветривания». Однако проходка второй вскрывающей выработки (шурф, штольня, восстающий, ствол) или скважины большого диаметра может обеспечить эффективную вентиляцию всего комплекса подземных выработок сквозной воздушной струей. Интенсивное проветривание выработок — одно из главнейших условий, обеспечивающих высокую производительность и безопасность горных работ. Проветривание комплекса уже существующих подземных выработок сквозным воздушным потоком наиболее эффективно.

Существует несколько различных схем вентиляции подземных выработок, из них в условиях разведочных выработок наиболее широко используется только три.

**Схема нагнетания.** Свежий воздух при помощи вентилятора подается по трубам к забою выработки, а воздух, содержащий вредные газы, удаляется по самой выработке к ее устью. Призабойное пространство быстро очищается от вредных или ядовитых газов, однако выработка в течение некоторого времени еще заполнена ими и поэтому в самой выработке на

протяжении всего времени ее вентиляции нельзя работам,. Если выработка имеет значительную протяженность, то для ее вентиляции требуется длительное время. Схема нагнетания, в принципе, может быть применена при вентиляции любой горноразведочной выработки небольшой протяженности, за исключением выработок опасных по газу и пыли, где применение ее весьма ограничено. Для того, чтобы работающий вентилятор не засасывал воздух, выходящий из забоя выработки, его следует устанавливать на расстоянии не менее 10 м от устья выработки.

Схема всасывания. Вентилятор отсасывает по трубам воздух, который содержит вредные примеси, а свежий воздух поступает по выработке. Схема применима в любых условиях при любом материале труб, кроме брезентовых.

Комбинированная схема. Проветривание здесь производится двумя вентиляторами. Основной вентилятор отсасывает воздух с взрывными газами, а вспомогательный нагнетает свежий воздух в призабойное пространство. Назначение нагнетающего вентилятора - интенсивное перемешивание свежего воздуха с газами взрыва. Нагнетающий вентилятор обычно устанавливают перед парусной или дощатой перемышкой. По мере продвижения забоя перемышку и вспомогательный вентилятор перемещают также. Расстояние от перемышки до забоя принимается от 30 до 60 м. Конец всасывающих труб должен находиться от забоя на большем расстоянии, чем конец нагнетательных труб.

При комбинированной схеме проветривания можно обходиться и без перемышки. Вспомогательный вентилятор, в таком случае, устанавливается у устья выработки по аналогии с основным.

При проходке горноразведочных выработок, как правило, чаще всего применяют схему нагнетания. В значительной мере это объясняется материалом и качеством применяемых труб (брезентовые и металлические из кровельного железа), а также характером их соединений. Потеря воздуха в трубах и в местах соединений их здесь будут значительно меньшими, чем при схеме всасывания, где, кстати, матерчатые трубы вообще нельзя применять.

## **Тема Проведение восстающих разведочных шурфов и шахт.**

### ***План лекции:***

1. Проходка вертикальных и наклонных подземных горных выработок (шурфы, восстающие). Назначение шурфов, их глубина и сечение. Бутом и печью.

2. Крепление шурфов (сплошное, венцовое на пальцах, подвесное, на бабках, несплошное поясами с затяжкой стенок и без затяжки, забивная крепь). Особенности проходки и крепления шурфов круглого сечения (дудок).

При сравнении нескольких предварительно выбранных площадок шурфы проходятся неглубокие, в основном для изучения деятельного слоя. Глубокие шурфы до коренных пород проходятся на окончательно выбранной площадке. При встрече водообильных водоносных горизонтов шурфы заменяются буровыми скважинами большого диаметра.

При проходке шурфов производят отбор образцов грунтов для лабораторных исследований (уплотнения оттаявших грунтов с помощью штампа или определения уплотняемости протаивающих грунтов нагрузкой). Полученные лабораторные данные используются при проектировании фундаментов.

При проходке шурфов определяются толщина и физико-механические свойства грунтов деятельного слоя и вечномерзлых грунтов; гранулометрический состав грунтов; объемный вес скелета в мерзлом состоянии и после оттаивания; наличие грунтовых вод, их уровень и химический состав.

Шурфы обычно имеют прямоугольные сечения, площадь которых, в зависимости от назначения, колеблется в пределах 1-6 м<sup>2</sup>. В талых грунтах стенки шурфов крепятся сплошным венцовым креплением или венцами на бабках с затяжкой горбылем. В мерзлых грунтах, где они цементированы льдоцементом, стенки устойчивы и, как правило, не крепятся.

Мерзлые породы проходятся взрывным способом. Выдача породы из шурфов осуществляется бадьевым подъемом.

Для подъема бадьи с породой применяются копры и лебедка с электрическим приводом. На разведочных работах, где отсутствует централизованное электроснабжение, целесообразно иметь передвижные электростанции.

#### **Крепление вертикальных выработок.**

Основной конструкцией деревянной крепи вертикальных выработок является венец, представляющий собой прямоугольную раму, состоящую из четырех брусьев или бревен. Наиболее ходовыми диаметрами крепежного леса являются стойки с диаметром в верхнем отрезе 15+20 см.

Венцы устанавливаются в горизонтальных плоскостях или вплотную - сплошная венцовая крепь, или на некотором расстоянии друг от друга по оси выработки - венцовая крепь на стойках (бабках) и венцовая подвесная крепь. Элементы венца соединяются между собой замком в лапу. Бабки с венцами соединяются замком в шип.

Сплошная венцовая крепь применяется для крепления шурфов и стволов разведочных шахт, проходимых в породах неустойчивых и среднеустойчивых.

Возводят ее сверху вниз, когда порода не допускает большого отставания крепи после проходки выработки на определенную глубину.

При проходке шурфов и стволов шахт в слабых породах сплошная венцовая крепь возводится вслед за продвижением забоя. В устье выработки укладывается первый венец, имеющий пальцы (выступающие части стоек) со всех четырех сторон. Этот венец является одновременно у. основной проходческой рамой, по которой затем проверяется качество, как проходческих, так и крепежных работ. По мере углубки выработки нижний венец, лишенный пальцев, подводится по частям под венец расположенный выше; при этом каждый последующий венец подвешивается к установленному металлическими скобами.

Сплошная венцовая крепь, когда она возводится снизу вверх применяется при проходке вертикальных выработок в породах, позволяющих проходить эти выработки без крепления в интервале до 4-5 м. Состоит она из основных венцов, которые по своим коротким стойкам имеют пальцы, и венцов вспомогательных, которые пальцев не имеют. Длина пальцев берется от 0,3 м в более прочных породах до 0,8 м в породах менее прочных. Пальцы заводятся в лунки, которые устраиваются в соответствующих стенках выработки. При всем следует отметить, что лунки могут выполняться, как - в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости.

После проходки определенного участка выработки сначала устанавливается в лунках основной венец, а затем вспомогательными венцами наполняется пройденный интервал между двумя смежными основными венцами. Венцы, в зависимости от глубины врубки заика, могут располагаться по отношению друг к другу или вплотную, или же с некоторым промежутком. Промежутки между венцами необходимо оставлять при вспучивающихся глинистых породах для предотвращения поломки венцов.

Венцовая крепь на стойках (или бабках) применяется для крепления вертикальных выработок в устойчивых породах, которые позволяют проходить выработку до 10 м без крепления. Возводится она снизу вверх по мере углубки выработки на величину звена. При этом способе крепления вначале устанавливаются своими пальцами в лунках нижний основной венец. Размер пальцев, характер и назначение лунок остаются прежними. Затем на коротких вертикальных стойках длиной в 0,8-1,0 м, устанавливаются вспомогательные венцы, которыми и заполняется весь пройденный интервал. Диаметр вертикальных стоек (бабок) обычно берется на 2-3 см меньшим по сравнению с диаметром стоек венца.

Подвесная венцовая крепь применяется приблизительно в тех же условиях, что и венцовая крепь на бабках, но возводят ее сверху вниз. Последнее означает, что выработку можно крепить непосредственно вслед за ее проходкой, не ожидая пока будет пройден необходимый интервал в 4-10 м. Поэтому, по соображениям организации горнопроходческих работ и их цикличности, этому обстоятельству следует уделять внимание при окончательном выборе способа крепления вертикальной горной выработки. Расстояние между венцами здесь, как и при предыдущем способе, берут порядка 0,8-1,0 м. Пальцы, лунки и остальные детали будут такими же.

Плоскости венцов при любом виде венцовой крепи должны быть строго горизонтальны и тщательно расклинены. Стенки должны быть вертикальными, а диагонали сечения должны быть всегда одинаковыми. Пространство между венцовой крепью в разбежку и стенками выработки затягивается досками, или горбылем и забучивается отработанной горной породой.

Любая вертикальная выработка (шурф или шахтный ствол) в устьевой части, проходимой обычно по рыхлым наносам, крепится сплошной венцовой крепью, затем переходя на венцовую крепь в разбежку и, наконец, ее последние метры не крепятся вовсе. Форма сечения при этой остается прямоугольной. Только в эксплуатационных выработках или в тех разведочных, из которых проходятся другие выработки, не имеющие непосредственного выхода на поверхность, крепление может доходить до самого забоя.

### **Тема. Проходка канав и траншей.**

#### ***План лекции:***

1. Способы проходки горноразведочных выработок
2. Проходка разведочных канав и траншей с использованием землеройных машин и механизмов

3. Проходка канав и траншей взрывом на выброс

Канавы и траншеи — самые простые геологоразведочные выработки.

Трудно представить себе человека, который не рыл или не видел, как роют канавы. Геологоразведочные канавы по существу мало отличаются от других видов канав. Глубина их обычно не превышает 3 м, реже 5—6 м; длина их также различна, чаще всего проходят канавы длиной от 5 до 100 м. Углы откоса бортов канав предопределяются устойчивостью пород, а также зависят от глубины выработки. В соответствии с требованиями безопасности ширина геологоразведочной канавы по низу должна составлять не менее 0,5—0,8 м. Как правило крепление разведочных канав не производится. Канавы большого размера называют траншеями.

Глубина канав и траншей, как мы видели, невелика, и поэтому с их помощью можно вскрыть только близко залегающие к поверхности тела полезного ископаемого или участки разведываемых горных пород. Эти выработки наиболее широко используются при геологических съемках и поисках, на ранних стадиях разведки. Их основное назначение — прослеживание и оконтуривание рудных тел и границ пород, слагающих месторождение с его поверхности.

Геологические организации ежегодно выполняют значительные объемы работ по проходке разведочных канав (10—12 млн. м<sup>3</sup>). Эти работы ведутся по всей территории страны: 71,1% объемов канавных работ приходится на таежно-лесную зону (в том числе большая часть на малоосвоенные районы Восточной Сибири), — на пустынно-степные, 20,6% — на горные и только 2,6% на промышленно освоенные районы. В условиях высокогорья на отметках свыше 2000 м проходят немного более 5% от общего объема канав, остальные на отметках до 2000 м.

Более 60% канав выполняются в рыхлых грунтах, которые могут разрабатываться землеройными машинами или вручную без предварительного рыхления. В многолетнемерзлых грунтах проходят до 30% и в крепких горных породах — около 10% объемов канав. Проходка разведочных канав в таких породах осуществляется с применением буровзрывных работ.

При комплексно-механизированном способе проходки шурфов механизированы все проходческие процессы, в том числе и погрузка горной массы в проходческие бадьи. Механизация погрузочных работ осуществляется с помощью грейферных грузчиков, подвешенных на канате к шурфопроходческим кранам. Грейфер это ковш, который в раскрытом состоянии сбрасывают на забой шурфа; челюсти грейфера внедряются в предварительно разрыхленную горную породу и, закрываясь, захватывают порцию породы. Разгрузка грейфера осуществляется раскрытием челюстей. При проходке шурфов небольшого поперечного сечения подъем горной массы на поверхность производится прямо грейфером. Если сечение шурфа более 4 м<sup>2</sup>, то грейферный грузчик используют для погрузки горной массы в бадьи.

Кроме шурфопроходческих кранов для механизации всех процессов проходки необходимо и другое оборудование: бурильные машины, грейферный грузчик, вентиляторы, насосы и др. Задаче комплексной механизации наиболее полно отвечают шурфопроходческие агрегаты, представляющие собой шурфопроходческие краны, смонтированные на тракторе, на тракторном принципе или на автомашине совместно со всем прочим проходческим оборудованием. В агрегатах, предназначенных для выполнения шурфопроходческих работ в крепких скальных породах, используется бурильное оборудование ударного действия и в связи с этим пневматическая энергия; в породах средней крепости — бурильное оборудование вращательного действия и электроэнергия. Для рыхлых пород бурильное оборудование не требуется, в этом случае агрегат называют просто грейферным.

В последнее время созданы шурфопроходческие комплексы, состоящие из набора проходческого оборудования, которое можно легко разбирать на узлы массой не более 60—80 кг. Это позволяет доставлять оборудование в труднодоступные места даже вычным транспортом. В состав комплексов включаются автономные энергосиловые установки, главным образом переносного типа.

Кроме перечисленного проходческого оборудования в состав агрегатов и комплексов входят аппаратура управления и сигнализации, наборы инструмента и материалов, а также оборудование для расчистки участков, пилки леса, корчовки пней и др. По-видимому, не нужно доказывать, что для обслуживания этих механизмов и оборудования необходимы хорошо подготовленные, высококвалифицированные рабочие.

Для того, чтобы сложилось более полное представление о машинах и механизмах, применяемых на горноразведочных работах, давайте детальнее познакомимся с проходкой открытых горноразведочных выработок — канав и траншей.

#### **Способы проходки горноразведочных выработок**

Проходка горноразведочных выработок состоит из следующих последовательных процессов: 1) отделение части горной породы от массива по контуру будущей выработки; 2) дробление отделенной породы на куски, размеры которых отвечают требованиям последующих работ; 3) транспортировка и подъем горной массы на дневную поверхность; 4) складирование горной массы в отвалы.

Выбор способа проходки определяется многими причинами и зависит прежде всего от характера проходимых горных пород, вида выработки, условий ведения работ и т. д.

Физико-механические свойства горных пород, в первую очередь такие, как твердость (т. е. сопротивление породы механическому воздействию и, следовательно, проникновению породоразрушающего инструмента), устойчивость (т. е. способность пород сопротивляться обрушению в горных выработках), взрываемость (особенности поведения при взрыве), являются решающими при выборе способа проходки. При этом учитываются также влажность, влагоемкость, вязкость, хрупкость горных пород. Свойства горных пород определяют выбор горнопроходческой техники, затраты энергии, материалов и т. д.

Все сказанное свидетельствует о том, что изучение свойств горных пород для разведчиков недр не менее необходимо, чем овладение техникой и приобретение трудовых навыков. Надо учитывать, что свойства горных пород могут изменяться иногда с каждым метром проходки, поэтому умение распознать их и использовать чрезвычайно важно для эффективного проведения работ. Например, на первый взгляд кажется, что наиболее трудоемкой является проходка в крепких скальных породах, а на самом деле труднее всего проходить выработки в мягких сыпучих породах и особенно тяжело — в породах, насыщенных водой, так называемых «плывунах». Все это должен знать и понимать разведчик недр.

#### **Проходка разведочных канав и траншей с использованием землеройных машин и механизмов**

Проходка разведочных канав и траншей технологически почти не отличается от земляных работ подобного рода в других отраслях промышленности. Поэтому геологоразведочные организации используют при проведении этих работ технику, серийно выпускаемую для строительства и общепромышленного назначения.

Что же это за землеройные машины и механизмы? Прежде всего бульдозеры и экскаваторы, с которыми знаком почти каждый, — они работают на любой крупной стройке. А вот плужные канавокопатели и траншейные экскаваторы видели, наверное, не все. Плужные канавокопатели предназначены для проходки и очистки дренажных канав у шоссежных дорог и при мелиоративных работах. Траншейные экскаваторы применяют при прокладке кабельных сетей и трубопроводов.

Вся названная землеройная техника очень производительна. Однако на геологоразведочных работах с ее помощью проходят только около 25% общего объема канав и траншей. Почему? Во-первых, потому, что эту технику нельзя применять в крепких скальных породах без их предварительного рыхления. Во-вторых, специфика геологоразведочных работ и особенности горноразведочных выработок не всегда позволяют эффективно применять серийно выпускаемые землеройные машины и механизмы. Например, плужным канавокопателем можно проходить канавы глубиной только 1—1,2 м; экскаватор целесообразно применять только при больших объемах работ, иначе его эксплуатация обойдется слишком дорого; бульдозером можно проходить только длинные канавы и траншеи (не менее 20—25 м), так как иначе много бесполезной работы затрачивается на съезды и выезды из выработки.

### **Проходка канав и траншей взрывом на выброс**

Описанный выше способ использования силы взрыва для проходки горноразведочных выработок не единственный. С помощью зарядов ВВ можно превратить мерзлые или крепкие скальные породы в рыхлую горную массу, которая может быть легко извлечена из выработки уже известными нам механизмами и машинами. И такой способ проходки канав и траншей с предварительным рыхлением горных пород достаточно широко применяется на практике.

Ну, а если применить такой заряд ВВ, который обеспечивал бы выброс породы? В этом случае силу взрыва можно использовать не только для рыхления мерзлых крепких скальных пород, но и для их извлечения из выработки и даже для транспортировки на определенное расстояние от выработки в заданном направлении.

При этом способе успех обеспечивается не только правильным выбором величины заряда выброса, но и его правильным размещением во взрываеом массиве пород, и зависит от искусства специалистов взрывного дела.

При проходке канав и траншей взрывом на выброс в намечаемых контурах будущей выработки делают специальные лунки или бурят шпуры для зарядов ВВ. Лунки или шпуры размещаются по определенной схеме, которую разрабатывают специалисты с учетом свойств конкретных горных пород.

В обычных шпурах нельзя разместить достаточное количество ВВ, поэтому их превращают в котловые. Для этого в донной части шпура взрывают небольшие в 50—100 г заряды ВВ, в результате чего шпур приобретает форму колбы. Процесс образования котлового шпура показан на рис. 10. Во взрывных лунках или в котлах размещают заряды выброса. При взрыве этих зарядов разрыхляется вся подлежащая выемке порода, но выбрасывается из выработки только ее часть. Поэтому следующей стадией работ является очистка дна канавы или траншеи от разрыхленной породы. Эту работу можно осуществить повторным взрывом на выброс.

Об эффективности описанного способа проходки выработок можно судить по такому примеру. Один взрывник с небольшой группой помощников за 2—3 дня может соорудить котлован длиной 100 м, шириной 30 м глубиной 15—20 м. Самое же главное достоинство способа состоит в том, что он, как говорят экономисты не требует капитальных затрат, т. е. затрат на приобретение дорогостоящего оборудования, и поэтому доступен любой геологоразведочной организации независимо от ее местоположения. Недаром в настоящее время эти способом стали проходить более 30% всех разведочных канав.

В заключение хочется подчеркнуть, что специалисты; по взрывным работам очень высоко ценятся не только в геологоразведочных организациях, но и на всех современных стройках гидроплотин, котлованов, дорог в горах и др.

### **Проходка подземных горно-разведочных выработок**

При существующих средствах механизации проходки подземных горно-разведочных выработок со скоростью 50—100 м в месяц не представляет больших трудностей. Такие скорости при обычных темпах разведки месторождений достаточны. Однако при необходимости форсированной разведки месторождений скорости проходки горизонтальных горно-разведочных выработок могут быть увеличены до 200—250 м в месяц, а в некоторых случаях и больше.

Основным условием скоростного проведения выработок является хорошая организация труда при максимальной механизации всех операций проходческого цикла, в том числе и вспомогательных работ, на базе применения производительного горного оборудования. Форма организации труда и виды оборудования выбираются в каждом конкретном случае в зависимости от задач и условий проведения проходческих работ.

Как и в любом другом деле, успех проходки геологоразведочных выработок безусловно зависит от дружной, слаженной работы коллектива, в целом. Тем более возрастает значение квалификации, инициативности, ответственного и добросовестного отношения к своим обязанностям, дисциплинированности каждого члена коллектива.

В настоящее время перед разведчиками недр в качестве одной из главных задач стоит задача повышения эффективности геологоразведочных работ. Единственное средство решения этой задачи — скоростные проходки. Скоростные проходки разведочных выработок не только способствуют скорейшему расширению минерально-сырьевой базы страны, но и дают удешевление всех работ. И наоборот, низкие темпы проходки — это низкая производительность труда, замораживание средств, удорожание каждого метра выработки.

#### **Специальные виды оборудования для проходки канав**

К специальным видам оборудования для проходки канав относятся прежде всего скреперные установки. Скреперная установка состоит из скреперной лебедки с двумя барабанами и с приводом от двигателя внутреннего сгорания, зонтичного скрепера — специального ковша для рыхления и захвата грунта, канатов, концевой опоры с растяжками, отклоняющего и отводного блоков.

Выемка грунта производится скрепером по оси канавы. Скреперу при помощи канатов, наматываемых на барабан, сообщается от скреперной лебедки возвратно-поступательное движение. Канат, с помощью которого осуществляется движение скрепера вперед, проходит через обводной блок, установленный на концевой опоре. Движение скрепера вперед чаще всего и является его рабочим ходом, при котором осуществляется выемка грунта. Извлекаемая из канавы горная масса складывается у концевой опоры.

Основное достоинство скреперной установки — возможность использования для проходки разведочных канав в труднодоступных районах. Установка разбирается на отдельные узлы, масса каждого из которых не превышает 70 кг. Это позволяет доставлять установку на место производства работ даже вьючным транспортом. Кроме того, в ней используется двигатель внутреннего сгорания, что обеспечивает автономность работы установки.

Мы рассмотрели основные способы проходки горно-разведочных выработок, давно освоенные и широко применяемые в геологоразведочных организациях. При современном уровне развития техники не все они достаточно эффективны. Особенно много трудностей возникает при проходке подземных выработок. Необходимость присутствия рабочих в выработке в процессе ее проведения обуславливает дополнительные работы и затраты по созданию нормальных и безопасных условий труда. Выработки нужно освещать, крепить, проветривать, производить из них водоотлив и т. и. Поэтому не прекращаются работы по совершенствованию существующих и разработке новых способов проходки выработок. О некоторых своеобразных способах, которые сейчас применяются в практике горно-разведочных работ, мы и расскажем дальше.

## **2. Методические рекомендации (указания) к практическим и лабораторным занятиям**

Важной составной частью учебного процесса являются практические занятия.

Задачей преподавателя при проведении практических работ является грамотное и доступное разъяснение принципов и правил проведения работ, побуждение обучающихся к

самостоятельной работе, определения места изучаемой дисциплины в дальнейшей профессиональной работе будущего выпускника.

Практическое занятие - форма организации обучения, когда обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют одну или несколько практических работ.

Основные дидактические цели практических - экспериментальное подтверждение изученных теоретических положений; экспериментальная проверка формул, расчетов; ознакомление с методикой проведения экспериментов, исследований. В ходе работы обучающиеся вырабатывают умения наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков.

Одновременно у обучающихся формируются профессиональные умения и навыки обращения с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов. Однако ведущей дидактической целью лабораторных работ является овладение техникой эксперимента, умением решать практические задачи путем постановки опыта.

#### **Организация и проведение практических работ.**

Выполнение обучающимися практических работ направлено:

- на обобщение, систематизацию, углубление и закрепления полученных теоретических занятий;

- на формирование умений применять полученные знания на практике;

- на выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Продолжительность - не менее двух академических часов. Необходимыми структурными элементами практической работы являются:

- самостоятельная деятельность студентов,

- инструктаж, проводимый преподавателем,

- организация обсуждения итогов выполнения работы.

Перед началом выполнения работы проводится проверка знаний обучающихся - их теоретической готовности к выполнению задания.

По каждой практической работе разработаны методические указания по их проведению.

Форма организации обучающихся на практических работах - индивидуальная.

При индивидуальной форме организации занятий каждый обучающийся выполняет индивидуальное задание.

#### **Оформление практических работ**

Практическая работы по дисциплине оформляется в тетради

Структура работы входит:

- тема, цель работы,

- основная часть (описание опыта, расчеты);

- выводы.

Оценки за выполнение работ выставляются по пятибалльной системе или в форме зачета и учитываются как показатели текущей успеваемости обучающихся.

Если по практической работе выставляется зачет, то итоговая оценка выставляется по итоговой работе (итоговая письменная контрольная работа, итоговая практическая работа).

### **3. Методические рекомендации к устному опросу**

Устный опрос — метод контроля, позволяющий не только опрашивать и контролировать знания обучающихся, но и сразу же поправлять, повторять и закреплять знания, умения и навыки.

Устный опрос позволяет поддерживать контакт с обучающимися, корректировать их мысли; развивает устную речь (монологическую, диалогическую); развивает навыки выступления перед аудиторией.

Принято выделять два вида устного опроса:

- фронтальный (охватывает сразу несколько обучающихся);
- индивидуальный (позволяет сконцентрировать внимание на одном обучающемся).

Критерии оценки устных опросов:

Отметкой "ОТЛИЧНО" оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.

Отметкой "ХОРОШО" оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

Отметкой "УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО" оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

Отметкой "НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО" оценивается ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа.

#### **4. Методические рекомендации для выполнения самостоятельной работы**

Для успешного усвоения материала обучающийся должен кроме аудиторной работы заниматься самостоятельно. Самостоятельная работа является активной учебной деятельностью, направленной на качественное решение задач самообучения, самовоспитания и саморазвития. Самостоятельная работа обучающихся выполняется без непосредственного участия преподавателя, но по его заданию и в специально отведенное для этого время. Условием эффективности самостоятельной работы обучающихся является ее систематическое выполнение.

Целью самостоятельной работы по учебной дисциплине является закрепление полученных теоретических и практических знаний по дисциплине, выработка навыков самостоятельной работы и умения применять полученные знания. Самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний и умений, комплекса профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала. Самостоятельная работа заключается в проработке тем лекционного материала, поиске и анализе литературы из учебников, учебно-методических пособий и электронных источников информации по заданной проблеме, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовке к лабораторным работам, выполнению творческих индивидуальных работ.

Формой итогового контроля по дисциплине является экзамен. Обучающиеся получают допуск к экзамену только после выполнения всех видов самостоятельной работы предусмотренных рабочей программой дисциплины. Обучающиеся, не выполнившие все виды самостоятельной работы, являются задолжниками и к экзамену не допускаются.

Виды самостоятельной работы при изучении учебной дисциплины:

Выполнение докладов, в сопровождении с презентацией.

Анализ интернет источников Самостоятельное изучение тем дисциплины.

Изготовление макетов кристаллов

Выполнение плана – конспектов.

Составления таблиц

## **5. Методические рекомендации по составлению информационных сообщений (докладов)**

Информационное сообщение (доклад) – есть результат процессов преобразования формы и содержания документов с целью их изучения, извлечения необходимых сведений, а также их оценки, сопоставления, обобщения и представления в устной форме (защиты)

Требования к оформлению

Объем информационных сообщений (докладов) – до 5 полных страниц текста, набранного в текстовом редакторе Word, шрифтом – TimesNewRoman, 14 шрифтом с одинарным межстрочным интервалом, параметры страницы – поля со всех сторон по 20 мм.

Ссылки на литературу концевые, 10 шрифтом. В названии следует использовать заглавные буквы, полужирный шрифт, при этом не следует использовать переносы; выравнивание осуществлять по центру страницы. Данные об авторе указываются 14 шрифтом (курсивом) в правом верхнем углу листа.

## **6. Методические рекомендации по составлению мультимедийной презентации**

### **Общие требования к презентации**

Мультимедийные презентации используются для того, чтобы выступающий смог на большом экране или мониторе наглядно продемонстрировать дополнительные материалы к своему сообщению, эти материалы могут также быть подкреплены соответствующими звукозаписями.

### **Общие нормы:**

- презентация не должна быть меньше 10 слайдов.
- первый лист – это титульный лист, на котором обязательно должны быть представлены: название; фамилия, имя, отчество автора.
- следующим (2-ой) слайдом может быть содержание, где представлены основные этапы (моменты) презентации. Желательно, чтобы из содержания по гиперссылке можно перейти на необходимую страницу и вернуться вновь на содержание.
- дизайн-эргономические требования: сочетаемость цветов, ограниченное количество объектов на слайде, цвет текста.
- в презентации необходимы импортированные объекты из существующих цифровых образовательных ресурсов. (Наиболее приемлемым и удобным в работе является «Использование Microsoft Office»);
- последним слайдом презентации должен быть список литературы.

### **Практические рекомендации по созданию презентаций:**

Создание презентации состоит из трех этапов:

I. Планирование презентации – это многошаговая процедура, включающая определение целей, изучение аудитории, формирование структуры и логики подачи материала. Планирование презентации включает в себя:

- определение целей,
- определение основной идеи презентации,
- подбор дополнительной информации,
- планирование выступления,
- создание структуры презентации,
- проверка логики подачи материала,
- подготовка заключения.

II. Разработка презентации – методологические особенности подготовки слайдов презентации, включая вертикальную и горизонтальную логику, содержание и соотношение текстовой и графической информации.

III. Репетиция презентации – это проверка и отладка созданной презентации.

### **Требования к оформлению презентаций**

В оформлении презентаций выделяют два блока:

- оформление слайдов;
- представление информации на них.

Для создания качественной презентации необходимо соблюдать ряд требований, предъявляемых к оформлению данных блоков.

#### **Оформление слайдов:**

Стиль	- соблюдайте единый стиль оформления, - избегайте стилей, которые будут отвлекать от самой презентации.
Использование цвета	- в слайдах необходимо использовать цветовую схему, - для фона и текста используйте контрастные цвета, - обратите внимание на цвет гиперссылок (до и после использования).
Анимационные эффекты	- используйте возможности компьютерной анимации для представления информации на слайде. - не стоит злоупотреблять различными анимационными эффектами, они не должны отвлекать внимание от содержания информации на слайде.

#### **Представление информации:**

Содержание информации	- используйте короткие слова и предложения, - минимизируйте количество предлогов, наречий, прилагательных, - заголовки должны привлекать внимание аудитории.
Расположение информации на странице	- старайтесь использовать возможности схематического, а не текстового представления информации, - наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.
Шрифты	- размер для заголовков – не менее 36 пунктов. - размер для информации – не менее 20 пунктов. - шрифты без засечек легче читать с большого расстояния, - нельзя смешивать разные типы шрифтов в одной презентации, - для выделения информации следует использовать жирный шрифт, курсив или подчеркивание, - нельзя злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже строчных).
Способы выделения информации	следует использовать: - рамки; границы, заливку; - штриховку, стрелки; - рисунки, диаграммы, схемы для иллюстрации наиболее важных фактов.
Объем информации	- не стоит заполнять один слайд слишком большим объемом информации: люди могут одновременно запомнить не более трех фактов, выводов, определений. - наибольшая эффективность достигается тогда, когда ключевые пункты отображаются по одному на каждом отдельном слайде.
Виды слайдов	Для обеспечения разнообразия следует использовать разные виды слайдов: - с текстом; - со схемами; - с диаграммами.

## Использование интернета

Одним из эффективных путей совершенствования самостоятельной работы является использование студентом Интернет-ресурсов, основными достоинствами которых являются: возможность реализации принципа индивидуальной работы; большие возможности наглядного предъявления материала; активность обучающихся; креативность.

Использование Интернет - ресурсов в учебно-познавательной деятельности студента в процессе самостоятельной работы при просмотре видео-уроков, видеофильмов, презентаций является ориентированность на развитие интеллектуальных умений (владение приемами мыслительной деятельности, формированию различных видов мышления: системности, критичности, рефлексии, гибкости мышления, умению вести диалог и др.), развития мыслительных операций: анализа, сравнения, синтеза, обобщения и систематизации ЗУН студентов.

### 7. Методические рекомендации по составлению планов - конспектов

#### Основные требования

План – конспект (опорный конспект) призван выделить главные объекты изучения, дать им краткую характеристику, используя символы, отразить связь с другими элементами. Основная цель опорного конспекта – графически представить осмысленный и структурированный информационный массив по заданной теме (проблема). В его составлении используются различные базовые понятия, термины, знаки (символы) — опорные сигналы.

Опорный конспект представляет собой систему взаимосвязанных геометрических фигур, содержащих блоки концентрированной информации в виде ступенек логической лестницы; рисунка с дополнительными элементами и др.

Для создания опорного конспекта необходимо: изучить информацию по теме, выбрать главные и второстепенные элементы; установить логическую связь между выбранными элементами; представить характеристику элементов в очень краткой форме; выбрать опорные сигналы для акцентирования главной информации и отобразить в структуре работы; оформить работу.

#### Критерии оценивания:

Результатом оценивание является отметка «зачтено». Работа оценивается по следующим критериям:

- 1) соответствие содержания теме;
- 2) корректная структурированность информации;
- 3) наличие логической связи изложенной информации;
- 4) аккуратность и грамотность изложения;
- 5) соответствие оформления требованиям;
- 6) работа сдана в срок.

Работа считается засчитанной, если она отвечает требованиям более половины критериев.

### 8. Методические рекомендации по составлению таблиц

Запись учебного материала в виде таблицы позволяет быстро и без труда его запомнить, мгновенно восстановить в памяти в нужный момент.

При работе с заполнением таблицы используем формализованный конспект, где записи вносятся в заранее подготовленные таблицы. Это удобно при подготовке единого конспекта по нескольким источникам. Особенно если есть необходимость сравнения данных. Разновидностью формализованного конспекта является запись, составленная в форме ответов на заранее подготовленные вопросы, обеспечивающие исчерпывающие характеристики однотипных объектов, явлений, процессов и т.д.

Рекомендации по составлению:

1. Определите цель составления таблицы.
2. Читая изучаемый материал в первый раз, разделите его на основные смысловые части, выделите главные мысли, сформулируйте выводы.

3. Если составляете план - конспект, сформулируйте названия пунктов и определите информацию, которую следует включить в план - конспект для раскрытия пунктов плана.

4. Наиболее существенные положения изучаемого материала (тезисы) последовательно и кратко излагайте своими словами или приводите в виде цитат.

5. Включайте не только основные положения, но и обосновывающие их выводы, конкретные факты и примеры (без подробного описания).

6. Составляя записи в таблице, записывайте отдельные слова сокращённо, выписывайте только ключевые слова, делайте ссылки на страницы конспектируемой работы, применяйте условные обозначения.

7. Чтобы форма записи отражала его содержание, располагайте абзацы «ступеньками», подобно пунктам и подпунктам плана, применяйте разнообразные способы подчеркивания.

8. Отмечайте непонятные места, новые слова, имена, даты.

9. Наведите справки о лицах, событиях, упомянутых в тексте. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля.

10. При конспектировании надо стараться выразить авторскую мысль своими словами. Стремитесь к тому, чтобы один абзац авторского текста был передан при конспектировании одним, максимум двумя предложениями.

### **Критерии оценки по составлению таблиц**

«отлично» – содержание соответствует теме, в таблице заполнены все столбцы и строки, содержание столбцов и строк соответствует их названию, материал излагается кратко, последовательно, с наличием специальных терминов; таблица оформлена аккуратно карандашом и заполнена без помарок.

«хорошо» – содержание соответствует теме, в таблице заполнены все столбцы и строки, содержание столбцов и строк соответствует их названию, материал излагается не достаточно кратко и последовательно, с наличием не большого числа специальных терминов. В оформлении таблицы имеются помарки.

«удовлетворительно» – в таблице заполнены не все столбцы и строки, содержание столбцов и строк имеет некоторые отклонения от их названия, материал излагается не последовательно, специальные термины отсутствуют. Таблица оформлена ручкой.

«не удовлетворительно» – таблица не заполнена или в таблице заполнены не все столбцы и строки, содержание столбцов и строк имеет существенные отклонения от их названия, материал излагается не последовательно, специальные термины отсутствуют. Таблица оформлена небрежно.

## **9. Методические указания по написанию и оформлению рефератов**

### **Назначение реферата**

Реферат - письменная работа по определенной научной проблеме, краткое изложение содержания научного труда или научной проблемы. Он является действенной формой самостоятельного исследования научных проблем на основе изучения текстов, специальной литературы, а также на основе личных наблюдений, исследований и практического опыта. Реферат помогает выработать навыки и приемы самостоятельного научного поиска, грамотного и логического изложения избранной проблемы и способствует приобщению студентов к научной деятельности.

### **Последовательность работы**

#### **1. Выбор темы исследования**

Тема реферата выбирается студентом на основе его научного интереса. Также помощь в выборе темы может оказать преподаватель.

#### **2. Планирование исследования включает следующие элементы:**

- выбор и формулирование проблемы, разработка плана реферата;
- сбор и изучение исходного материала, поиск литературы;
- анализ собранного материала, теоретическая разработка проблемы;

- литературное оформление исследовательской проблемы;
- обсуждение работы (на семинаре, в студенческом научном обществе, на конференции и т. п.).

План реферата характеризует его содержание и структуру. Он должен включать в себя:

- введение, где обосновывается актуальность проблемы, ставятся цель и задачи исследования;
- основная часть, в которой раскрывается содержание проблемы;
- заключение, где обобщаются выводы по теме и даются практические рекомендации.

### 3. Поиск и изучение литературы

Для выявления необходимой литературы следует обратиться в библиотеку или к преподавателю. Подбранную литературу следует зафиксировать согласно ГОСТ по библиографическому описанию произведений печати.

Подобранная литература изучается в следующем порядке:

- знакомство с литературой, просмотр ее и выборочное чтение с целью общего представления проблемы и структуры будущей научной работы;
- исследование необходимых источников, сплошное чтение отдельных работ, их изучение, конспектирование необходимого материала (при конспектировании необходимо указывать автора, название работы, место издания, издательство, год издания, страницу);
- обращение к литературе для дополнений и уточнений на этапе написания реферата.

Для разработки реферата достаточно изучение 4-5 важнейших статей по избранной проблеме.

При изучении литературы необходимо выбирать материал, не только подтверждающий позицию автора реферата, но и материал для полемики.

### 4. Обработка материала

При обработке полученного материала автор должен:

- систематизировать его по разделам;
- выдвинуть и обосновать свои гипотезы;
- определить свою позицию, точку зрения по рассматриваемой проблеме;
- уточнить объем и содержание понятий, которыми приходится оперировать при разработке темы;
- сформулировать определения и основные выводы, характеризующие результаты исследования;
- окончательно уточнить структуру реферата.

### 5. Оформление реферата

При оформлении реферата рекомендуется придерживаться следующих правил:

- Следует писать лишь то, чем автор хочет выразить сущность проблемы, ее логику.
- Писать строго последовательно, логично, доказательно (по схеме: тезис – обоснование – вывод).
- Писать ярко, образно, живо, не только вскрывая истину, но и отражая свою позицию, пропагандируя полученные результаты.
- Писать осмысленно, соблюдая правила грамматики, не злоупотребляя наукообразными выражениями.

Реферат выполняется в соответствии с требованиями стандартов, разработанных для данного вида документов. Работа выполняется на листах формата А4 (210\*297мм) с указанием порядка листов (снизу, справа) и с соблюдением трафаретов (полей):

- слева - 30 мм;
- справа - 10 мм;
- сверху - 20 мм;

- снизу - 20 мм.

Текст реферата может быть выполнен как в рукописном виде, так и с применением средств оргтехники. При выполнении работы в рукописном виде почерк должен быть легко читаем, не содержать неустановленных сокращений и не создавать затруднений при проверке. (В приложении дается образец титульного листа).

### **10 Методические рекомендации к проведению занятий с использованием активных и интерактивных форм**

Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования (ФГОС СПО) одним из требований к условиям реализации основных образовательных программ обязывает использовать в учебном процессе активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Внедрение активных и интерактивных форм обучения – одно из важнейших направлений совершенствования подготовки обучающихся.

Активные методы обучения – формы обучения, направленные на развитие у обучаемых самостоятельного мышления и способности квалифицированно решать нестандартные профессиональные задачи. Цель обучения – развивать мышление обучаемых, вовлечение их в решение проблем, расширение и углубление знаний и одновременное развитие практических навыков и умения мыслить, размышлять, осмысливать свои действия.

Интерактивное обучение – это специальная форма организации познавательной деятельности. Она имеет в виду вполне конкретные и прогнозируемые цели:

- повышение эффективности образовательного процесса, достижение высоких результатов;
- усиление мотивации к изучению дисциплины;
- формирование и развитие профессиональных навыков обучающихся;
- формирование коммуникативных навыков;
- развитие навыков анализа и рефлексивных проявлений;
- развитие навыков владения современными техническими средствами и технологиями восприятия и обработки информации;
- формирование и развитие умения самостоятельно находить информацию и определять ее достоверность;
- окращение доли аудиторной работы и увеличение объема самостоятельной работы студентов.

Интерактивные формы применяются при проведении аудиторных занятий, при самостоятельной работе обучающихся и других видах учебных занятий, а также при повышении квалификации.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Лекции по дисциплине Геология	3
2. Методические рекомендации (указания) к практическим и лабораторным занятиям	48
3. Методические рекомендации к устному опросу	49
4. Методические рекомендации для выполнения самостоятельной работы	50
5. Методические рекомендации по составлению информационных сообщений (докладов)	51
6. Методически рекомендации по составлению мультимедийной презентации	51
7. Методические рекомендации по составлению планов - конспектов	53
8. Методические рекомендации по составлению таблиц	53
9. Методические указания по написанию и оформлению рефератов	54
10 Методические рекомендации к проведению занятий с использованием активных и интерактивных форм	56

*Авраменко Светлана Михайловна*

*Старший преподаватель кафедры геологии и природопользования АмГУ*