

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ


Руководитель ОПОП ВО
профессор М.В. Двойников

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ

ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА БУРЕНИЯ СКВАЖИН

| | |
|-------------------------------------|--|
| Уровень высшего образования: | Подготовка кадров высшей квалификации |
| Направление подготовки: | 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых |
| Направленность (профиль): | Технология и техника геологоразведочных работ |
| Форма обучения: | очная |
| Нормативный срок обучения: | 4 года |
| Составитель: | д.т.н. профессор М.В. Двойников |

Санкт-Петербург

ВВЕДЕНИЕ

Бурение известно с незапамятных времён. Простейшие приёмы долбёжного и вращательного воздействия на твёрдые тела для получения углублений и отверстий использовались людьми во времена более 20000 лет до н.э.

Несмотря на то, что прогресс бурения достиг фантастического совершенства, существуют доказательства, опровергающие такое утверждение. Наследие древней деятельности человека показывает, что при строительстве египетских пирамид 3...2 тыс. лет до н.э., скорости высверливания скважин в скальных горных породах многократно превосходили современные. Следы сверления показывают, что скорость углубки инструмента за один оборот составляла 2,5 мм. Таким образом, механическая скорость при сопоставимой частоте вращения в 50 раз превышала достигнутую современными средствами!

Бурение есть технологический процесс получения отверстия в горных породах. Роль бурения в жизни людей настолько велика, что её трудно переоценить. Достаточно сказать, что без бурения земляне не имели бы в своём распоряжении достаточные энергетические и материальные ресурсы, необходимые для жизни человека и функционирования любых отраслей промышленности.

Механическое бурение осуществляется буровыми станками – машинами, создающими нагрузку и передающими момент вращения на породоразрушающий инструмент (ПРИ) с помощью труб бурильной колонны. Подача промывочной жидкости в скважину осуществляется с помощью насоса.

Область применения механического бурения многообразна – от поиска до эксплуатации месторождений полезных ископаемых, подземного водоснабжения, технических целей, сооружения свайных оснований и других целей. Для научных исследований пробурена самая глубокая в мире скважина на Кольском полуострове. Её глубина составила 12262 м.

Эффективность процесса бурения оценивается скоростью углубки скважины за единицу времени, т.е. механической скоростью, которая зависит от технологического режима бурения. Режим бурения регламентируется такими технологическими параметрами, как осевая нагрузка на ПРИ, частота вращения и подача промывочной жидкости на забой скважины. Соотношение численных значений параметров режима бурения имеет приоритетное значение для эффективности процесса бурения. Но, даже при рациональном режиме бурения КПД работы породоразрушающего инструмента достигает только 8...10 %. Большая часть энергии затрачивается не на образование новой поверхности в забое, а на трение, теплоту, измельчение шлама, износ резцов и др.

Геологоразведочное бурение предназначено для бурения картировочных, поисковых, структурных и разведочных скважин. Цель геологоразведочного бурения – изучение геологического разреза земных недр и выявления месторождений полезных ископаемых. Материалом исследований является керн – колонка горной породы, которую отбирают в процессе бурения кольцевым ПРИ и извлекают на поверхность в колонковой трубе.

Основным способом разведочного бурения является вращательный. К другим практическим способам бурения относятся ударно–вращательный, гидро – и пневмоударный, шнековый, вибрационный, ударно–канатный и некоторые другие с ограниченными областями применения. Выбор и применение конкретного способа бурения зависит от цели бурения скважины, её назначения и геолого-технических условий.

1. Буровые станки и установки

1.1. Термины и определения

Буровая скважина – цилиндрическая горная выработка малого диаметра и сравнительно большой длины.

Вертикальная скважина – скважина, направленная вертикально вниз.

Горизонтальная скважина – скважина, направленная горизонтально.

Наклонная скважина – скважина, направленная под углом к горизонтали.

Восстающая скважина – скважина, направленная вертикально или под углом к вертикали.

Ствол скважины – выработанное пространство при проходке скважины.

Многоствольная скважина – скважина, в стенке которой на разной глубине забурены дополнительные стволы.

Многозабойная скважина – скважина, бурение которой осуществляется в два или более забоев с поочерёдной рейсовой углубкой каждого ствола.

Забой скважины – поверхность скважины, ограничивающая её глубину и образованная породоразрушающим инструментом.

Ось скважины – линия, образованная геометрическими точками перемещающегося центра забоя при проходке скважины.

Устье скважины – место вскрытия горных пород при забурировании скважины.

Стенка скважины – образующая цилиндрическая поверхность буровой скважины.

Диаметр скважины – условный диаметр скважины, равный номинальному диаметру породоразрушающего инструмента.

Глубина скважины – расстояние между устьем и забоем скважины.

Конструкция скважины – диаметр бурения и крепления стенок скважины по интервалам глубины.

Угол наклона скважины – угол между горизонталью и касательной к оси скважины в данной точке.

Зенитный угол скважины – угол между вертикалью и касательной к оси скважины в данной точке.

Азимут скважины – угол между меридианом и касательной к горизонтальной проекции оси скважины в данной точке по часовой стрелке.

Трасса скважины – положение оси скважины в пространстве.

Профиль скважины – проекция оси скважины на вертикальную плоскость.

Бурение скважины – технологический процесс образования цилиндрической горной выработки малого диаметра.

Углубка скважины – перемещение забоя скважины в процессе бурения.

Ликвидация скважины – заполнение выработанного пространства скважины минеральной массой с целью охраны недр и безопасности по окончании бурения.

Буровой снаряд – комплект инструмента, предназначенный для выполнения технологических операций по углубке скважины, в том числе буровая коронка с кернорвателем (долото), колонковая труба, переходник, бурильная колонна, сальник-вертлюг.

Керн – колонка горной породы, образованная в результате бурения кольцевым породоразрушающим инструментом.

Шлам – мелкие частицы горной породы, образующиеся в процессе её разрушения в забое скважины.

Механическое бурение – способ бурения, при котором разрушение горных пород осуществляется механическим воздействием породоразрушающего инструмента.

Вращательное бурение – механическое бурение, при котором разрушающее усилие создаётся осевой нагрузкой с непрерывным вращением породоразрушающего инструмента.

Шпиндельное бурение – вращательное бурение, при котором вращение бурового снаряда осуществляется шпиндельным станком.

Бурение с подвижным вращателем – вращательное бурение, при котором вращение бурового снаряда осуществляется гидромотором, перемещающимся вдоль мачты буровой установки.

Роторное бурение – вращательное бурение, при котором вращение бурового снаряда осуществляется станком с роторным вращателем.

Турбинное бурение - вращательное бурение, при котором вращение породоразрушающего инструмента осуществляется турбинным двигателем.

Бурение электробуром - вращательное бурение, при котором вращение породоразрушающего инструмента осуществляется погружным электродвигателем.

Алмазное бурение – вращательное бурение горной породы породоразрушающим инструментом, оснащённым природными или синтетическими алмазами (коронкой или долотом).

Твёрдосплавное бурение - вращательное бурение горной породы породоразрушающим инструментом, армированным твёрдым сплавом (коронкой).

Шарошечное бурение - вращательное бурение горной породы породоразрушающим инструментом шарошечного типа.

Ударно – канатное бурение – бурение с разрушением горной породы ударами при возвратно-поступательном движении породоразрушающего инструмента.

Ударно-вращательное бурение – механическое вращательное бурение с дополнительной ударной нагрузкой на породоразрушающий инструмент.

Гидроударное бурение – ударно-вращательное бурение с нанесением ударной нагрузки на породоразрушающий инструмент ударным механизмом погружного гидроударника.

Пневмоударное бурение - ударно-вращательное бурение с нанесением ударной нагрузки на породоразрушающий инструмент ударным механизмом погружного пневмоударника.

Термомеханическое бурение–способ бурения с разрушением горной породы комбинированным воздействием механической и тепловой энергией.

Бескерновое бурение – бурение с разрушением горной породы по всей площади забоя без отбора керна.

Колонковое бурение – бурение кольцевым породоразрушающим инструментом с образованием колонки горной породы внутри кольцевого забоя.

Геологоразведочное бурение – бурение с целью геологического картирования, изучения структуры недр, поиска и разведки месторождений полезных ископаемых.

Гидрогеологическое бурение – бурение с целью гидрогеологического картирования, поиска и разведки подземных вод, изучения фильтрационных свойств горных пород, исследования водоносности пластов и наблюдения за водным режимом подземных вод.

Породоразрушающий инструмент – кольцевая коронка, долото или другой инструмент непосредственного разрушения горной породы.

Технологический режим бурения – численные значения параметров, характеризующих процесс разрушения горных пород.

Частота вращения бурового снаряда – параметр режима бурения характеризующий число оборотов бурового снаряда в единицу времени.

Осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент – параметр режима бурения, характеризующий усилие вдоль оси бурового снаряда на породоразрушающий инструмент.

Удельная нагрузка на породоразрушающий инструмент – параметр режима бурения, характеризующий усилие вдоль оси скважины на единицу контактной площади породоразрушающего инструмента.

Подача промывочной жидкости – параметр режима бурения, характеризующий количество прокачиваемой в скважину промывочной жидкости буровым насосом.

Крепление скважины – закрепление ствола скважины трубами и беструбное для предупреждения обрушения её стенок.

Аварии в скважине – непредвиденное прекращение бурения, вызванное поломкой бурового снаряда, прихватом или прижогом коронки, обрушением горной породы.

Механическая скорость бурения – показатель величины проходки за время чистого бурения (углубки).

Рейсовая скорость бурения – показатель величины проходки за время основных и вспомогательных операций процесса бурения.

Техническая скорость бурения – проходка метров скважины за время всех производительных операций процесса бурения.

Коммерческая скорость бурения - количество метров бурения за время всех операций буровых работ за исключением строительства вышек и межучастковых перевозок оборудования.

1.2. Классификация буровых станков и установок

Необходимость классификации буровых станков и установок вызвана многообразием условий их применения. Это не только геолого-технические условия, но и экономические, топографические, климатические, инфраструктурные и другие. В условиях децентрализации буровых работ в геологоразведочной отрасли, ликвидации крупных предприятий, экспедиций с многочисленным парком буровых станков уменьшилась значимость классификации по типоразмерам параметрического ряда для выбора буровых установок. Но необходимость выбора буровой установки по регламенту значений основных и справочных параметров является основным требованием при проектировании буровых работ. Для предварительной оценки и обоснования выбора буровой установки применима общая классификация по типу вращателя, табл.1.1.

Сравнительный анализ конструктивных особенностей и технических возможностей различных типов вращателей позволяет сделать выбор для достижения более эффективных результатов бурения.

Шпиндельные вращатели применяются в буровых станках колонкового бурения, имеющих в основном моноблочную компоновку и оснащенных одним двигателем. Шпиндельный вращатель предназначен для передачи колонне бурильных труб крутящего момента и осевого усилия. Он состоит из конического редуктора со шпиндельной втулкой, установленного в корпусе вращателя на подшипниках и получающего вращение от коробки передач станка, полого шпинделя, проходящего через шпиндельную втулку и связанного с ней шпоночным, шлицевым или фигурным соединением. Шпиндель оснащается одним или двумя зажимными патронами, с помощью которых бурильной трубе, свободно проходящей через шпиндель, передаются крутящий момент и осевое усилие.

Таблица 1.1.

Классификация буровых установок (станков) по типу вращателя.

| Тип вращателя | Основной способ бурения | Рациональная область применения | Породоразрушающий инструмент |
|---------------|---|---|---|
| Шпиндельный | Вращательный, ударно - вращательный гидро – и пневмоударный | Твёрдые и средней твёрдости горные породы | Коронки алмазные и твёрдосплавные |
| | Вращательный, ударно - вращательный гидро – и пневмоударный, шнековый | Средней и перемежающейся твёрдости, связные горные породы | Коронки алмазные и твёрдосплавные, долота шарошечные, шнеки |
| Роторный | Вращательный | Средней твёрдости, связные и рыхлые гор- | Долота шарошечные и |

| | | | |
|--|--|------------|-----------|
| | | ные породы | лопастные |
|--|--|------------|-----------|

Рабочая длина шпинделя определяет «ход шпинделя» - возможную максимальную величину непрерывного осевого перемещения колонны бурильных труб. Для продолжения процесса осевого перемещения колонны выполняется операция по перекреплению шпинделя, при которой зажимные патроны раскрепляются и шпиндель перемещается в верхнее исходное положение с последующим закреплением патронов. Осевое перемещение шпинделя осуществляется с помощью системы подачи.

При использовании шпиндельных вращателей вскрытие устья скважины для проведения спуско-подъемных операций (СПО) обеспечивается путем перемещения станка по раме или отведением в сторону вращателя, соединенного в этом случае со станиной шарнирно. Последний вариант позволяет несколько упростить конструкцию станка и уменьшить его массу за счет исключения нижней рамы и механизма перемещения, но приводит к ускоренному износу шестерен конического редуктора, разъединяемых при отводе вращателя, а при бурении наклонных скважин требует значительных физических усилий. В связи с этим вскрытие устья скважины путем отведения вращателя используют относительно редко и преимущественно в легких буровых станках, масса вращателя которых, невелика.

Широкое применение шпиндельных вращателей в станках для бурения скважин на твердые полезные ископаемые обусловлено тем, что вследствие небольшого хода шпинделя станки могут быть оснащены компактными механизмами подачи, способными создавать требуемую нагрузку на породоразрушающий инструмент независимо от веса бурового инструмента. Способ регулирования осевой нагрузки у станков со шпиндельным вращателем позволяет выполнять её с наибольшей точностью. Это большое преимущество для оптимизации алмазного бурения.

Шпиндельный вращатель позволяет бурить скважины под разными углами к горизонту и в различных по твердости породах. Однако, в геологических разрезах с преимущественным распространением пород незначительной твердости шпиндельные вращатели менее эффективны, так как при высоких механических скоростях бурения относительные затраты времени на перекрепление весьма значительны, даже при использовании гидравлических зажимных патронов и автоперехватов.

Для устранения этого недостатка в шпиндельных вращателях с механическими патронами при бурении горных пород малой твердости применяют ведущую бурильную трубу и специальные вкладыши к патрону. Другими недостатками шпиндельных вращателей являются трудность наращивания бурового инструмента без отрыва его от забоя, а также ограниченный начальный диаметр скважины. Увеличение его связано с удлинением консоли, соединяющей вращатель со станиной, и нижней рамы - с механизмом перемещения, что повышает массу бурового станка. Обычно максимальные диаметры скважины не более 200...250 мм.

Подвижные вращатели – это двигатели с индивидуальным гидроприводом для передачи крутящего момента бурильной колонне труб. Подвижный вращатель станка имеет возможность возвратно - поступательного перемещения по направляющим мачты вдоль заданной оси скважины и передачи осевой нагрузки буровому снаряду. Подвижные вращатели успешно применяются, как в передвижных и самоходных установках для бурения неглубоких скважин, так и в стационарных агрегатах для бурения глубоких разведочных скважин с высокой частотой вращения бурового снаряда.

До широкого внедрения индивидуального гидропривода в разработке и эксплуатации, кроме шпиндельных станков, находились и станки, оснащенные подвижным вращателем с механическим приводом, что было определено рядом преимуществ подвижных вращателей по сравнению с другими типами. Преимущество заключалось в большом ходе подачи и устойчивой работе бурового снаряда при высоких частотах

тах вращения; технологической универсальности, в том числе в возможности использования шнеков и различного типа ПРИ, наращивании бурильной колонны без отрыва инструмента от забоя, возможности спуска или извлечения снаряда с вращением на любом интервале скважины, упрощая операции по ликвидации возникающих геолого-технических осложнений.

Основные преимущества подвижных вращателей:

-подвижные вращатели наиболее эффективны при скоростном бурении, проводимого без подъема бурильных труб для извлечения керна, в том числе, бурение снарядами со съёмными кerno-приёмниками, с гидро- и пневмотранспортом керна, при бескерновом бурении, применении других забойных машин. При этом, значительно сокращается время, возрастает производительность бурения и его качество;

- позволяют с вращением и большим ходом опускать колонну обсадных труб;

-установки с подвижным вращателем более компактны, значительно отличаются по массе – меньше в 2...3 раза. Станок шпиндельного типа ЗИФ-1200МР превышает массу станка с подвижным вращателем подобного класса (ONRAM 1000/3) примерно в два раза;

-в конструкции станка исключены некоторые узлы (труборазворот, шпиндельная коробка) и отсутствует необходимость в строительстве вышки;

- установки с подвижным вращателем приспособлены для использования в подземных горных выработках;

-при неглубоком геологоразведочном бурении можно бурить любые виды скважин (вертикальные, горизонтальные, наклонные, восстающие).

Схема операций, выполняемых подвижным вращателем, приведена на рис.1.1.

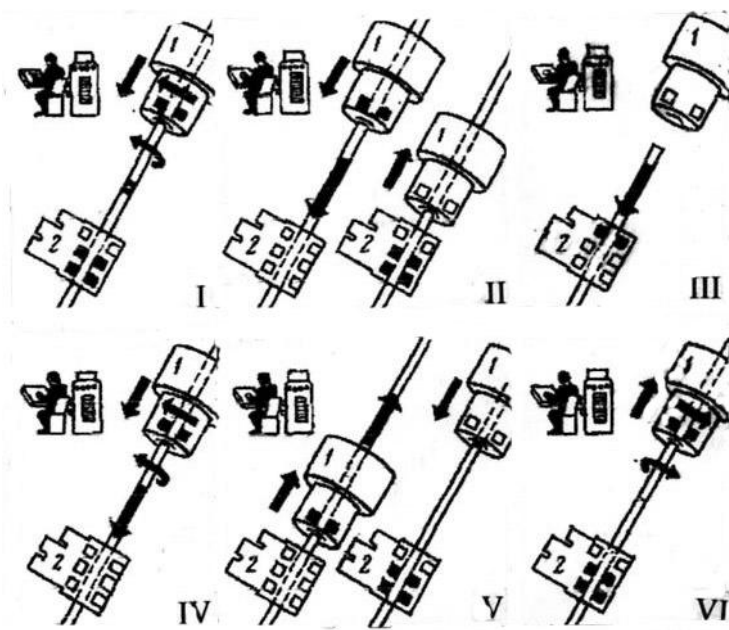


Рис. 1. 1. Схема операций, выполняемых подвижным вращателем 1-вращатель, 2-трубодержатель; I - свинчивание труб, II - спуск бурильной колонны, III - быстрый спуск, IV-бурение, V- подъем бурильной колонны, VI-развинчивание труб.

Вариантом исполнения подвижного вращателя является *система верхнего привода* (применяется при глубоком бурении нефтегазовых скважин и бурении для сооружения свайных оснований). Аналогичная система была спроектирована для использования в установках геологоразведочного бурения 6 класса.

Системы верхнего привода (СВП) являются принципиально новым типом механизмов бурильных установок, обеспечивающих выполнение целого ряда технологических операций. В принципе

верхний привод представляет собой подвижный вращатель, оснащенный комплексом средств механизации СПО.

Система верхнего привода обеспечивает выполнение следующих технологических операций:

- вращение бурильной колонны при бурении, проработке и расширении ствола скважины;
 - свинчивание и докрепление резьб бурильных труб;
 - проведение спуско-подъемных операций с бурильными трубами, в том числе наращивание бурильной колонны свечами и однетрубками;
 - проведение операций по спуску обсадных колонн;
 - проворачивание бурильной колонны при бурении забойным двигателем;
 - промывку скважин и проворачивание бурильной колонны при СПО;
 - расхаживание бурильных колонн и промывку скважины при ликвидации аварий и осложнений,
- Основные преимущества системы верхнего привода:

- экономия времени при наращивание бурильных труб. Наращивание колонны бурильных труб свечой длиной до 28 м позволяет устранить каждые два из трех соединений бурильных труб.

- уменьшение вероятности прихватов бурового инструмента. Силовой вертлюг позволяет в любой момент времени при спуске или подъеме инструмента элеватором в течение 2...3 минут осуществить соединение с бурильной колонной и восстановить циркуляцию бурового раствора и вращение бурильной колонны, тем самым предотвратить прихват инструмента.

- расширение (проработка) ствола скважины не только при спуске, но и при подъеме инструмента.

- повышение точности проводки скважин при направленном бурении. При использовании отклонителя с гидравлическим забойным двигателем для изменения угла скважины, свечу можно удерживать в заданном положении по всей длине, что приводит к лучшей ориентации колонны и меньшему числу контрольных съемок.

- повышение безопасности буровой бригады. Возможность вести наращивание свечой, а не однетрубкой снижает число используемых соединений, что уменьшает вероятность травматизма персонала.

- снижение вероятности выброса флюида из скважины через бурильную колонну при бурении нефтегазовых скважин. Наличие механизированного сдвоенного шарового крана (внутреннего привентора) позволяет быстро перекрыть внутреннее отверстие в колонне, тем самым предотвратить разлив бурового раствора при отсоединении ствола силового вертлюга от свечи. Вся операция проводится бурильщиком без участия буровой бригады.

- облегчение спуска обсадных труб в зонах осложнений за счет вращения. Возможность вести спуск обсадной колонны с вращением и промывкой обсадных труб при установке специального переходника на обсадные трубы.

- бурение на всю длину свечи без наращивания однетрубками, повышение качество керна, уменьшение количества рейсов.

- дозирование величины крутящего момента при свинчивании и докреплении резьб.

Недостатки подвижных вращателей:

- усложняется процесс свинчивания - развинчивания бурильных труб за счёт необходимости отвинчивать каждую штангу;

- при глубоком бурении станками с подвижным вращателем возможно бурение только вертикальных скважин, тогда как станками шпиндельного типа в этом случае можно бурить любые скважины;

- потери мощности в системе привода и вращателя в шпиндельных станках составляют около 10 %, а в установках с подвижным вращателем - не менее 30 %, что объясняется существенной потерей давления в гидравлической системе (гидромоторах, шлангах и др.);

- требуется более квалифицированный буровой персонал и наличие оснащённой ремонтной базы.

Роторные вращатели для передачи момента вращения бурильной колонне оснащены вращающимся рабочим столом с отверстием для прохождения ведущей трубы квадратного сечения. Осевая нагрузка на буровой снаряд осуществляется весом ведущей трубы и бурового снаряда. Отличаются большим непрерывным ходом бурового снаряда. Буровые установки с роторным вращателем в основном используются при бескерновом бурении шарошечными долотами, эффективны при бурении скважин большого диаметра.

Роторное бурение исключает применение шнеков из-за невозможности выноса шлама при заглублении рабочей бурильной трубы в скважину. Регулирование осевой нагрузки при роторном бурении вызывает определённые трудности, используются только низкие частоты вращения, а при их повышении наступает вибрация бурового снаряда. По этим причинам колонковое бурение, в особенности, алмазное, роторным вращателем не эффективно.

Классификация буровых установок и станков на твёрдые полезные ископаемые по типоразмерам параметрического ряда. Формат классификации и значения параметров по типоразмерам параметрического ряда установок на твёрдые полезные ископаемые регламентированы ГОСТ¹ом 29233-91.

Основным параметром классификации буровых установок по типоразмерам параметрического ряда, табл.1.2, является грузоподъёмность на крюке, а для буровых станков – грузоподъёмность лебёдки.

Грузоподъёмность на крюке установлена с учётом применения в установках 2-5 классов 2-струнной оснастки талевого системы, для 6 и 7 классов 4-струнной, для 8 класса 6-струнной.

Грузоподъёмность на крюке соответствует массе бурильной колонны, требуемой для бурения скважины номинальной глубины. С этой целью для установок первого класса предусмотрено применение бурильных труб диаметром 33,5 мм, для установок второго класса - 42 мм по ГОСТ 8167, для установок остальных классов – 50 мм по ГОСТ 7909 с замками по ГОСТ 7918.

Номинальная глубина скважины (для справок) определяет глубину скважины, которая может быть достигнута при массе бурового снаряда, соответствующей грузоподъёмности на крюке.

Наибольшее тяговое усилие на крюке учитывает дополнительные усилия, возникающие при подъёме бурового снаряда (сопротивление трению, захваты и др.).

Классификация буровых установок для гидрогеологического бурения по типоразмерам параметрического ряда. Данная классификация регламентирована ГОСТ¹ом 28802 – 90 и предусматривает типоразмеры и значения параметров для всех типов буровых установок для бурения скважин на воду различного назначения, табл. 1.3.

Установки для бурения скважин на воду отличаются спецификой конструктивного исполнения, технического оснащения и технологических возможностей.

Таблица 1.2.

Классификация буровых установок по типоразмерам параметрического ряда на твёрдые полезные ископаемые.

| Параметры | Нормы для классов станков | | | | | | | |
|------------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | <i>Буровые установки</i> | | | | | | | |
| Грузоподъёмность на крюке, т | 0,125 | 0,63 | 2,0 | 3,8 | 5,0 | 8,0 | 12,5 | 20,0 |
| Тяговое усилие на крюке, макс., кН | 2,0 | 10,0 | 32,0 | 50,0 | 80,0 | - | 200 | 320 |
| Глубина бурения, номинальная, м: | | | | | | | | |
| твёрдыми сплавами | 12,5 | 50,0 | 200,0 | 300,0 | 500,0 | 800,0 | 1200,0 | 2000,0 |
| алмазами | 25,0 | 100,0 | 300,0 | 500,0 | 800,0 | 1200,0 | 2000,0 | 3000,0 |

| Длина свечи, м Угол бурения, град, | 1,6-3,0 | 3,0-4,7 | 6,2-9,5 | 6,2-9,5 | 6,2-14 | 9,5-14 | 14-24 75- 90 | 18.6- 24 90 |
|--|-----------------------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------------|----------------|
| | | | 70-90 | | | | | |
| | <i>Буровые станки</i> | | | | | | | |
| Грузоподъёмность лебёдки, т | 0,125 | 0,33 | 1,0 | 1,6 | 2,5 | - | 3,2 | 3,3 |
| Тяговое усилие лебёдки, макс., кН | 2,0 | 5,0 | 16 | 25 | 40 | - | 50 | 53,3 |
| Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹ : | | | | | | | | |
| вращательное бурение | | | | | | | | |
| от (не более) | 250 | 200 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| до (не менее) | 1200 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1200 |
| ударно-вращательное бурение | | | | | | | | |
| от (не более) | - | - | 25 | 25 | 18 | 15 | 12 | 12 |
| до (не менее) | - | - | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 | 230 |
| Наклон вращателя, град.: | | | | | | | | |
| на поверхности | 70-90 | 70-90 | 70-90 | 70-90 | 70-90 | 75-90 | 75-90 | 90 |
| в подземных условиях | 0-360 | 0-360 | 0-360 | 0-360 | - | - | - | - |
| Скорость навивки троса лебёдки, м/с: | | | | | | | | |
| минимальная (не более) | - | 0,60 | 0,55 | 0,45 | 0,40 | 0,32 | 0,30 | 0,25 |
| максимальная (не менее) | - | 1,2 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Угол поворота вращателя град | - | | | 0 - 90 | | | | - |
| Мощность привода, кВт | 3 | 11 | 15 | 22 | 30 | 45 | 55 | 75 |

Наиболее эффективными по технико-экономическим результатам практического применения являются комбинированные буровые установки, приспособленные выполнять разнообразный комплекс работ и операций в широком диапазоне технических и технологических условий бурения скважин на воду.

Буровые установки для бурения скважин на воду, в том числе: гидрогеологических, поисковых, разведочных, наблюдательных, эксплуатационных и технических имеют следующие отличия, в зависимости от варианта комплектации:

- повышенная грузоподъёмность;
- увеличенный момент вращения привода;
- бурение увеличенным диаметром;
- широкий диапазон значений показателей режима бурения;
- малые частоты вращения для бурения водоносных горизонтов;
- оснащение промысловым насосом или компрессором;
- бурение с промывкой, продувкой сжатым воздухом, ГЖС, всухую;
- проведение откачек различными способами;
- оснащение балансиром для ударно-механического бурения;
- применение желонки и ходовой колонны с забивкой обсадных труб;
- использование автономного двигателя;
- транспортабельность установок.

Согласно требованиям стандарта должны изготавливаться установки следующих типов:
УГБ-ВС – для вращательного бурения «всухую»;
УГБ-УК – для ударно-канатного бурения;
УГБ-ВПП – для вращательного бурения с прямой промывкой.

ГОСТ допускает изготовление установок с различными комбинациями способов бурения. При этом типоразмер комбинированной установки должен устанавливаться по основному способу бурения. В установках для бурения гидрогеологических скважин регламентирована следующая номенклатура параметров: грузоподъемность на крюке, глубина бурения и конечный диаметр скважины, частота вращения бурового снаряда, максимальный крутящий момент на вращателе, скорость подъема снаряда при вращательном бурении; максимальная масса ударного снаряда, частота ударов снаряда, величина его хода, грузоподъемность талевого, инструментального и желоночного барабанов, скорость навивки каната, длина снаряда при ударно-канатном бурении.

Более детальная регламентация нецелесообразна, так как она лимитирует творческий формат конструирования, ограничивает применение новейших достижений отечественного и зарубежного бурового машиностроения.

Основные параметры установок должны соответствовать указанным в табл. 1.3.

Пример условного обозначения установки гидрогеологического бурения 1-го класса для вращательного способа, как основного при бурении «всухую»: установка УГБ-1ВС ГОСТ 28802-90. Если установка сочетает комбинацию методов бурения, то ее обозначают следующим образом: установка УГБК-1ВС.

Примеры конструкций буровых установок позволяют выделить их характерные узлы и механизмы, соответствующие определенному назначению оборудования, которые являются объектом непосредственно проектирования, расчета и эксплуатации. К таким узлам следует отнести различные типы приводов, фрикционы, муфты, ременные и цепные передачи, коробки передач, лебедки, вращатели или роторы, механизмы подачи, ударные механизмы, мачты буровых установок или вышки, средства механизации бурового процесса и т.д.

1.3. Буровые станки шпиндельные

В данном разделе представлены буровые станки, находящиеся в наличии и наиболее распространенные в геологоразведочном производстве (по данным «Минприроды»).

Буровой станок БСК.

Буровые станки БСК предназначены для алмазного и твердосплавного бурения вертикальных и наклонных геологоразведочных скважин на глубину до 100 м; они могут быть применены для бурения скважин как с поверхности, так и из подземных горных выработок.

Станки БСК-2М2-100 выпускают в трех модификациях: БСК-2М2-100 с приводом от электродвигателя в обычном влагостойком исполнении; БСК-2В-100 с приводом от электродвигателя во взрывобезопасном исполнении; БСК-2П-100 с приводом от пневматического двигателя.

Характерная особенность этих станков – использование гидравлического регулятора подачи для спуска в скважину и подъема из скважины бурового снаряда (безвышечное выполнение спуско-подъемных операций). Это исключает необходимость применения лебедки и буровой вышки при бурении скважин из подземных горных выработок и сооружения больших камер.

Станки БСК-2РП и БСК-2РП-В выпускаются для замены станков БСК-2М2-100 и БСК-2В-100. Мощность приводного двигателя этих станков увеличена до 11 кВт, а ступени изменения частоты вращения бурового снаряда обеспечивают более рациональное использование мощности привода. Кроме того, станки имеют меньшую длину, что регламентируется размерами горных выработок.

Для повышения скорости СПО и большего удобства работы станки дополнительно оснащены пневматическим экстрактором (при бурении горизонтальных и слабонаклонных скважин).

Буровые станки последних моделей имеют четырехскоростную коробку передач (от автомобиля) и сменную пару конических шестерен вращателя, облегчающих подбор оптимальных скоростей вращения инструмента при алмазном и твердосплавном бурении. Регулирование подачи инструмента осуществляется при помощи дросселя, установленного на линии слива гидроцилиндров. Техническая характеристика буровых станков БСК приведена в таблице 1.4.

Общий вид бурового станка БСК-2М2-100 приведён на рис.1.2. На верхней раме 3 станка смонтированы электродвигатель 4, пусковой автомат 5, коробка передач 6, вращатель с двумя гидроцилиндрами подачи, траверсой и верхним зажимным патроном 9, верхний подвижный штангоподъемник 10, тормоз спуска 11 и нижний неподвижный штангоподъемник 12. Нижняя рама 1, выполненная в виде саней, имеет направляющие, по которым верхняя рама 3 может перемещаться на длину 160 мм, освобождая устье скважины при спуско-подъемных операциях. Перемещение верхней рамы осуществляется вручную с помощью кривошипного механизма и рукоятки 13. Закрепление верхней рамы на нижней, после перемещения, производится фиксатором 2. Буровой станок не имеет мачты и лебедки. Буровой снаряд поднимается с помощью гидросистемы и штангоподъемника автоматически. Для подъема колонны труб станок снабжен двумя секторными трубодержателями. Один из них (неподвижный) устанавливается на вращателе снизу, а второй (подвижный) – на траверсе. При движении верхнего трубодержателя вверх труба поднимается, а при движении вниз труба удерживается секторами нижнего трубодержателя. Спуск бурового снаряда осуществляется под действием собственного веса. Скорость спуска регулируется пружинным нормально-закрытым ручным тормозом 11.

Наличие четырехскоростной коробки передач от автомобиля УАЗ-451Д и сменной пары конических шестерен во вращателе позволяет получать два диапазона частоты вращения шпинделя.

В качестве привода бурового станка применяется электродвигатель в обычном исполнении или пневмодвигатель. Установка может быть также укомплектована приводным электродвигателем типа ВАО-51-4 во взрывобезопасном исполнении, что позволяет использовать установку для бурения скважин из подземных горных выработок, опасных по пыли и газу. Оба приводных двигателя взаимозаменяемы.

Гидравлическая система станка позволяет создавать осевую нагрузку на породоразрушающий инструмент с помощью двух гидроцилиндров. Для промывки скважины применяется насос НБ2-63/4,0

Таблица 1.4.
Техническая характеристика станков БСК

| Параметры | БСК-2М2 | БСК-2В-100 | БСК-2П-100 | БСК-2РП | БСК-2РПВ |
|-------------------------------------|---------------------|------------|------------|---------------------|----------|
| Глубина бурения, м | 100 | | | | |
| Диаметр скважины, мм | | | | | |
| начальный | 93 | | 93 | | |
| конечный | 36 | | 46 | | |
| Усилие подачи, кН | | | | | |
| вниз и вверх | 10 | 12 | 12 | | |
| Длина хода подачи, мм | 450 | | | | |
| Экстрактор: | | | | | |
| тип | - | | | пневматический | |
| длина хода штока, мм | - | | | 800 | |
| Грузоподъемность, т | 1,0 | | | 1,0 | |
| Частота вращения, мин ⁻¹ | | | | | |
| I диапазон | 150; 345; 560; 1250 | | | 200; 340; 680; 1080 | |
| II диапазон | 200; 445; 720; 1600 | | | 250; 450; 820; 1500 | |

| | | | |
|--|----------------------------|------|---------------|
| Угол наклона вращ-ля | 0...360 | | |
| Диаметр бурильных труб, мм | 33, 42 | | 33, 42, 50 |
| Привод станка: | электрический , пневматич. | | электрический |
| мощность, кВт | 4,5 | 8,8 | 11 |
| частота вращения, мин ⁻¹ | 1450 | 1500 | 1450 |
| Масса станка (без двигателя и экстрактора), кг | 480 | 420 | 500 |

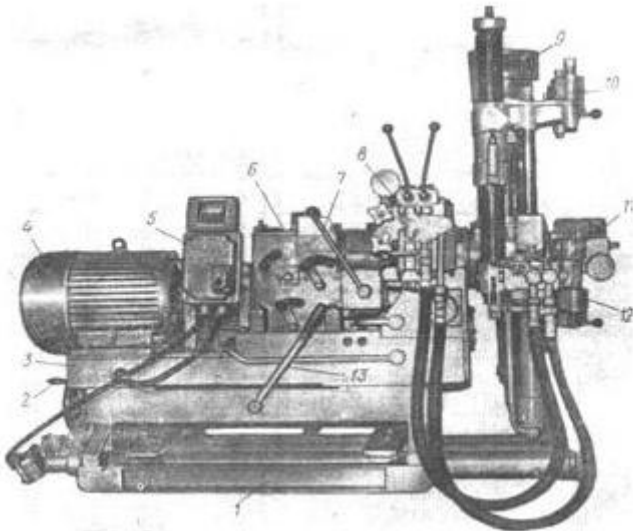


Рис. 1.2. Буровой станок БСК-2М2-100

1,3- рамы нижняя и верхняя; 2- штурвал фиксации станка на раме; 4- электродвигатель; 5- пусковой автомат; 6- коробка передач; 7- рукоятка включения фрикциона; 8- пульт управления гидравликой станка; 9- верхний патрон; 10,12- штангоподъемники верхний подвижный и нижний неподвижный; 11- тормоз спуска; 13- рукоятка передвижения станка на раме.

Буровой станок СКБ-4.

Станок СКБ – 4 со шпиндельным вращателем моноблочной компоновки, рис.3, предназначен для бурения скважин глубиной до 500 м. Рациональная область применения – алмазное бурение горных пород высокой и средней твердости. Модификации станка: СКБ-4100, СКБ-4101, СКБ-4110, СКБ-4120 и самоходная установка УКБ-4КБ-4С. Станки относятся к 4 классу.

Станок изготавливается с приводом от электродвигателя и дизеля. На станине смонтированы: электропривод, коробка передач со сцеплением автомобиля ЗИЛ-131, раздаточная коробка с закреплённым на её фланце шпиндельным вращателем, лебёдка с тормозом спуска и подъёма, маслонасос с индивидуальным электроприводом, пульт управления гидросистемой, ручной маслонасос, маслобак и цилиндр перемещения станка с гидрозамком. Станина установлена на раме.

Отличительными особенностями характеристики станка являются: высокая частота вращения шпинделя, многоступенчатый диапазон скоростей вращения, плавность подачи бурового инструмента, увеличенный диаметр проходного отверстия шпинделя для бурения с использованием ССК, автоматический перехват без остановки вращения бурового снаряда, указатель осевой нагрузки на породоразрушающий инструмент и киловаттметр для контроля процесса бурения.

Техническая характеристика СКБ-4.

| | |
|---|---|
| Глубина бурения, м: | |
| твердосплавными коронками диаметром 93 мм .. | 300 |
| алмазными коронками диаметром 59 мм | 500 |
| Начальный диаметр бурения, мм, не более | 200 |
| Диаметр ведущей трубы, мм | 54 |
| Диаметр бурильных труб, мм | 50, 42, 55, 54 |
| Диапазон углов наклона вращателя, град | 180 |
| Подача инструмента на забой | гидравлическая |
| Перехват рабочей штанги | автоматический |
| Число патронов вращателя | 2 |
| Ход шпинделя, мм | 400 |
| Частота вращения бурового снаряда (шпинделя), мин ⁻¹ : | |
| правое вращение | 155; 280; 390; 435; 640; 710; 1100; 1600 |
| левое вращение | 90; 228 |
| Усилие подачи шпинделя вниз, кН..... | 40 |
| Усилие подачи шпинделя вверх, кН | 55 |
| Грузоподъемность лебедки на прямом канате, т | 2,5 |
| Максимальное тяговое усилие лебедки, кН | 80 |
| Скорость подъема бурового снаряда, м/с | |
| на прямом канате | 0,90; 1,75; 2,75; 4,00 |
| Диаметр лебедочного каната, мм | 15 - 17 |
| Перемещение станка по раме, мм | 425 |
| Гидросистема станка: | |
| маслонасос | 8Г12-31М |
| максимальное давление, МПа | 5,6 |
| Привод станка: | |
| - электродвигатель | 4АМ180S4 |
| мощность, кВт | 22 |
| частота вращения, мин ⁻¹ | 1500 |
| - дизель | Д-144 |
| мощность, кВт (л.с.) | 29,5 (40) |
| Промывочный насос..... | НБЗ-160/6,3 |
| Габаритные размеры станка, мм, | |
| - с приводом от электродвигателя: | |
| длина | 1800 |
| ширина | 1100 |
| высота | 1650 |
| - с приводом от дизеля: | |
| длина | 4200 |
| ширина | 1300 |
| высота | 1650 |
| Масса станка, кг: | |
| - с приводом от электродвигателя | 1790 |
| - с приводом от дизеля..... | 1800 |

Дизельный привод смонтирован на сварной раме, которая при установке станка на скважине стыкуется с рамой станка и крепится к ней промежуточными элементами. В случае необходимости к раме дизельного привода крепится рама под промывочный насос и ограждение ременной передачи.

Вращение от дизеля через механизм сцепления передается на карданный вал, соединенный с приводной полумуфтой станка. От механизма сцепления при помощи клиноременных передач приводится в действие промывочный насос и генератор.

Механизм управления запуском дизеля и контрольно-измерительная аппаратура управления дизеля (в специальном щитке) закреплены на стойке бензобака. Аккумуляторная батарея для питания стартера дизеля размещена рядом с дизелем и закрыта крышкой. Сцепление станка с электроприводом однодисковое сухое.

К фланцу втулки, сидящей на валу электродвигателя или первичного вала сцепления, крепится диск сцепления ведущий, к которому при помощи нажимного диска прижимается ведомый диск с фрикционными накладками, соединенный с шлицевым валом коробки передач.

Сцепление с маховиком смонтировано в сборном корпусе.

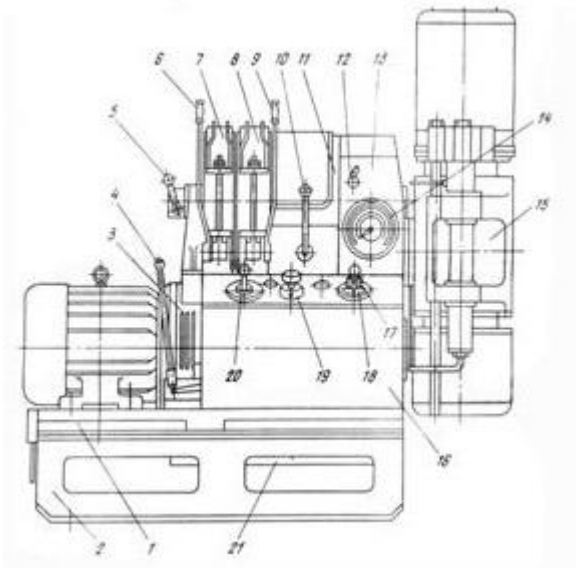


Рис. 1.3. Буровой станок СКБ-4 с электроприводом

1- станина; 2- рама; 3- сцепление; 4- рукоятка сцепления; 5- рукоятка включения лебёды; 6,9- рычаги тормозов подъёма и спуска; 10- Рычаг коробки передач; 11- лебёдка; 12- рукоятка раздаточной коробки; 13- трансмиссия; 14- указатель давления; 15- вращатель; 16- гидросистема станка с автоперехватом; 17- дроссель; 18 прибор управления; 19- регулятор подачи; 20- цилиндр перемещения станка.

Буровой станок СКБ - 5

Станок СКБ-5 со шпиндельным вращателем моноблочной компоновки предназначен для бурения скважин глубиной 500 м диаметром 59 – 76 мм, номинально. При использовании стальных бурильных труб диаметром 54 мм глубина бурения может достигать 800 м, а с легкосплавными трубами ЛБТН – 1200 м. Относится к 5 классу. Модификации станка: СКБ-5100, СКБ-5101, СКБ-5130, СКБ 5131 с приводом от электродвигателя переменного тока; СКБ 5110 и СКБ-5111 с приводом от электродвигателя постоянного тока. Наиболее совершенной модификацией является станок СКБ-5110. Он имеет тиристорный преобразователь плавного регулирования частоты вращения шпинделя и выбора оптимального режима бурения в широком диапазоне геолого-технических условий.

Модификации СКБ-5101, 5131 и 5111 вместо основного вращателя с проходным отверстием 66 мм имеют вращатель с отверстием 95 мм, что позволяет использовать эти станки для бурения скважин с ходовой колонной в неустойчивых четвертичных отложениях. Рациональная область применения станков СКБ-5 алмазное и твёрдосплавное бурение горных пород высокой, средней и меньшей твёрдости. На базе СКБ-5 создана самоходная буровая установка УКБ-5С для

бурения в автономных труднодоступных районах, рис. 4. Она предназначена для бурения вертикальных скважин алмазными и твёрдосплавными коронками.

Все механизмы установки смонтированы на шасси автомобиля «Урал 4320-1912-30». В комплект буровой установки входят: станок СКБ-5, насос НБЗ-160/6,3; трубооборот РТ-1200, дизель-электростанция, мачта.

Техническая характеристика УКБ-5С

| | |
|--|---|
| Глубина бурения, номинальная, м: | |
| трубы замкового соединения..... | 500 |
| трубы стальные ниппельные диам., мм 54..... | 800 |
| трубы легкосплавные ЛБТН..... | 1200 |
| Начальный диаметр бурения, мм..... | 152 |
| Усилие подачи шпинделя, кН: | |
| вниз..... | 66 |
| вверх..... | 88 |
| Скорость подачи шпинделя, м/сек..... | 0,02 |
| Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹ | 122; 257; 340; 407; 539; 715; 1130; 1500 |
| Грузоподъёмность лебёдки на прямом канате, т | |
| номинальная..... | 2,5 |
| максимальная..... | 4,0 |
| Грузоподъёмность мачты, т..... | 12 |
| Подача шпинделя..... | гидравлическая |
| Ход подачи, мм..... | 500 |
| Диаметр проходного отверстия шпинделя, мм..... | 75 |
| Перехват ведущей трубы..... | автоматический |
| Длина свечи, максимальная, м..... | 9,5 |
| Буровой станок..... | СКБ-5 |
| Промывочный насос..... | НБЗ-160/6,3 |
| Мощность электродвигателя, кВт..... | 30 |
| Дизель-электростанция..... | АД-60С (АД-50С) |
| мощность, кВт..... | 60 |
| напряжение, В..... | 400 |
| Масса установки, т..... | 18 |

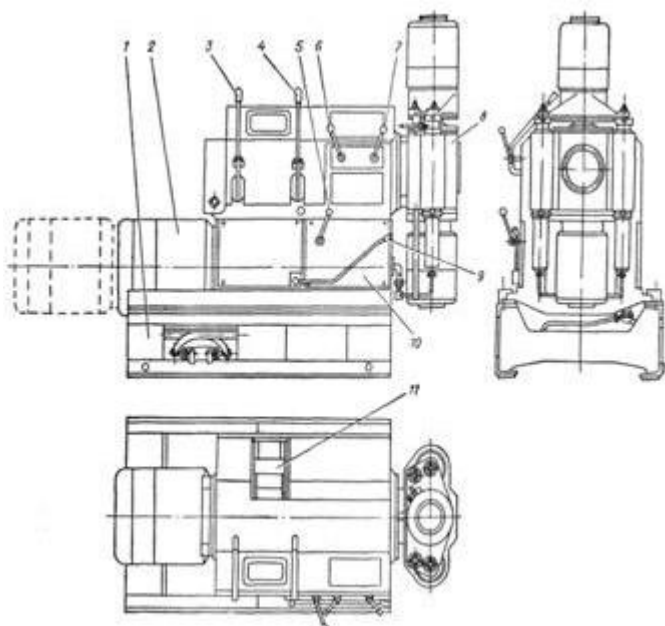


Рис. 1.4. Общий вид станка СКБ-5

1- станина; 2- электродвигатель; 3- рукоятка тормоза подъёма; 4- рукоятка тормоза спуска; 5- рукоятка подключения передач; 6- рукоятка включения лебёдки; 7- Рукоятка включения вращателя; 8- вращатель; 9- рукоятка выключения муфты сцепления; 10- коробка передач с муфтой сцепления; 11- лебётка.

Станок СКТО-65 5 класса со шпиндельным вращателем моноблочной традиционной компоновки предназначен для бурения скважин глубиной 800 м алмазным и твёрдосплавным породоразрушающим инструментом. В станке свинчивание и развинчивание бурильных труб механизировано с помощью трубоизворота РТ-1200.

Конструктивными особенностями станка являются: многоступенчатый диапазон регулирования частот вращения шпинделя и барабана лебёдки; один пружинно-гидравлический зажимной патрон с дистанционным управлением; постоянно разомкнутая фрикционная двухдисковая муфта сцепления; водяное охлаждение шкива тормоза спуска лебёдки. Передача момента вращения лебёдке и вращателю от электродвигателя и коробки скоростей осуществляется через фрикционную муфту, редуктор и раздаточную коробку. Кинематическая схема приведена на рис. 5.

Буровой агрегат СКТО-65 состоит из станка с электродвигателем, бурового насоса, бака с насосом для охлаждения лебёдки, магнитной станции и принадлежностей.

Техническая характеристика СКТО-65

| | |
|--|-------------------------------|
| Глубина бурения, номинальная, м: | |
| конечным диаметром 93 мм | 650 |
| конечным диаметром 59 мм | 800 |
| Начальный диаметр бурения, мм..... | 200 |
| Усилие подачи шпинделя, кН | |
| вниз..... | 66 |
| вверх..... | 88 |
| Скорость подачи шпинделя, м/мин: | |
| вниз | 1,28 |
| вверх..... | 4,41 |
| Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹ | 87; 118; 254; 340;576; 800 |
| Крутящий момент, даН·м..... | 302 |
| Тяговое усилие лебёдки, кН..... | 35 |
| Скорость намотки каната , м/с | |
| максимальная | 6,25 |
| минимальная..... | 0,7 |
| Ход гидроподачи шпинделя..... | 500 |
| Диаметр проходного отверстия шпинделя, мм | 66 |
| Перехват ведущей трубы..... | автоматический |
| Мощность электродвигателя, кВт..... | 30 |
| Промывочный насос..... | НБЗ-160/6,3 |
| Габариты, м: | 2.7x1,2x2,2 |
| Масса станка, т..... | 2,8 |

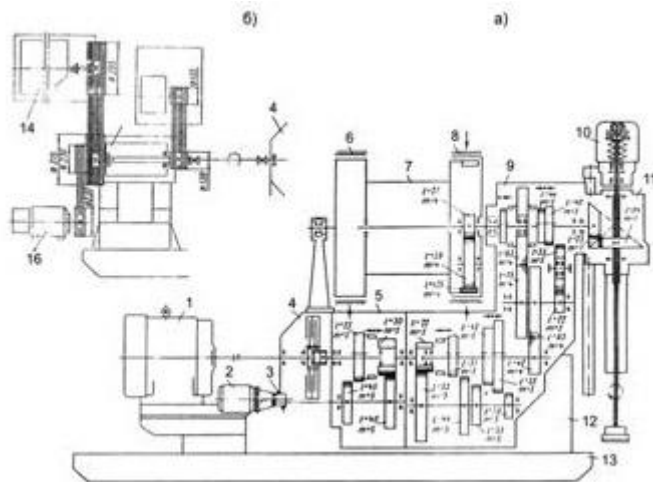


Рис. 1.5. Кинематическая схема станка ЗИФ-650М с электроприводом (а) и ЗИФ-650МД (б)

1- электродвигатель АО-2-72-4; 2- электродвигатель маслonaсоса; 3- маслonaсос; 4,5- редуктор с муфтой сцепления; 6- тормоз спуска; 7- лебёдка; 8- тормоз подъёма; 9- раздаточная коробка; 10- гидравлический зажимной патрон; 11- вращатель; 12- станина; 13- рама; 14- дизель; 15- привод; 16- генератор.

за применяются для бурения скважин инструментом глубиной до 1200 м. Станок имеет характерное для шпиндельных агрегатов устройство, агрегированные на раме с подвижной станиной.

Буровой агрегат состоит из следующих основных механизмов: бурового станка с электродвигателями переменного тока для приводов станка, маслonaсоса гидросистемы, буровых насосов и аварийного привода; двух буровых насосов; передвижной электростанции; пульта контрольно-измерительной аппаратуры. Буровой станок, рис.6, включает механизм привода с коробкой передач, лебёдку с системой охлаждения шкива тормоза, вращатель с системой гидроподдачи, зажимной гидропатрон с системой автоперехвата. В станке свинчивание и развинчивание буровых труб механизировано с помощью трубоизвращения РТ-1200.

Передача момента вращения лебёдке и вращателю от электродвигателя и коробки скоростей осуществляется через фрикционную муфту, редуктор и раздаточную коробку.

Техническая характеристика СКТО-75

| | |
|--|--|
| Глубина бурения, номинальная, м: | |
| конечным диаметром 93 мм | 1500 |
| конечным диаметром 59 мм | 2000 |
| Начальный диаметр бурения, мм..... | 250 |
| Усилие подачи шпинделя, кН | |
| вниз..... | 120 |
| вверх..... | 150 |
| Скорость подачи шпинделя, м/мин | |
| вниз..... | 0,92 |
| вверх..... | 2,77 |
| Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹ | 75; 136; 231; 288; 336; 414; 516; 600 |
| Крутящий момент, даН·м..... | 500 |
| Тяговое усилие лебёдки, кН..... | 50 |
| Скорость намотки каната, м/с | |
| максимальная | 6,25 |
| минимальная..... | 0,7 |
| Подача шпинделя..... | гидравлическая |
| Ход подачи, мм..... | 600 |

| | |
|---|----------------|
| Диаметр проходного отверстия шпинделя, мм | 68 |
| Перехват ведущей трубы..... | автоматический |
| Мощность электродвигателя, кВт..... | 55 |
| Промывочный насос | НБ4-320/10 |
| Габариты, м:..... | 3,5x1,25x2,3 |
| Масса станка, т..... | 5,2 |

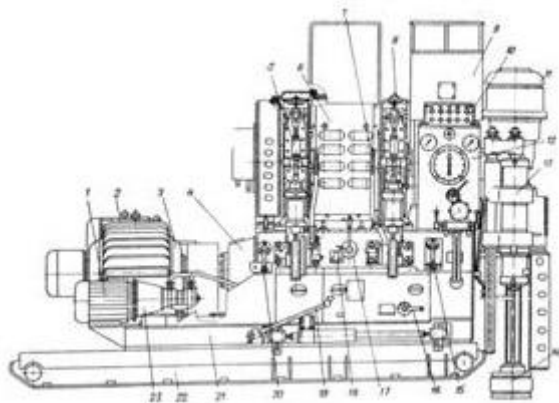


Рис. 1.6. Буровой станок ЗИФ-1200МР

1- электродвигатель привода маслonaсоса; 2- электродвигатель аварийного привода; 3- электродвигатель привода бурового станка; 4- коробка передач; 5,8- тормоза спуска и подъёма; 6- лебёдка; 7- рукоятка ручного управления тормозами; 9- рабочая площадка; 10- пульт электроуправления; 11- пружинно-гидравлический патрон; 12- пульт гидроуправления; 13- вращатель; 14- механический патрон; 15- рукоятка переключения скоростей; 18- конечный выключатель; 19- рукоятка включения фрикциона; 20- рукоятка переключения редуктора; 21- станина; 22- рама; 23- маслonaсос.

Буровой станок СКБ-7.

Буровой станок СКБ-7 относится к 7 классу и используется для бурения скважин глубиной до 2000 м. Станок имеет общее принципиальное конструктивное решение характерное для всех шпиндельных станков с моноблочной компоновкой узлов, продольным расположением лебёдки и групповым приводом механизмов вращения и лебёдки. Все механизмы смонтированы на раме с подвижной станиной.

Модификации станка СКБ-7101, СКБ-7110 и СКБ-7111 имеют конструктивные усовершенствования по сравнению с базовым вариантом. К ним относится повышение крутящего момента на вращателе и мощности привода, возможность одновременной работы вращателя и лебёдки, повышение износостойкости элементов вращателя.

В конструкции СКБ-7 использованы современные технические решения. Станок оснащён плавнорегулируемым реверсным электроприводом, обеспечивающим бесступенчатое изменение частоты вращения шпинделя и скорости намотки троса на барабан лебёдки. В кинематике станка исключено сцепление, коробка перемены передач и механический тормоз подъёма, что значительно упрощает механические связи и повышает надёжность механизма. При спуске бурильной колонны применена энергоэкономичная схема электрически управляемого торможения с рекуперацией энергии в сеть. Усовершенствованная схема гидравлической подачи обеспечивает плавность и стабильность подачи бурового инструмента в скважине. Общий вид станка и схема представлены на рис. 7 и 8.

Техническая характеристика СКБ-7

| | |
|--|----------------|
| Глубина бурения, м..... | 2000 |
| Начальный диаметр бурения, мм..... | 200 |
| Усилие подачи шпинделя, кН: | |
| вниз..... | 120 |
| вверх..... | 150 |
| Скорость подачи шпинделя, м/мин: | |
| вниз..... | 1,0 |
| вверх..... | 3,0 |
| Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹ | 0 – 1500 |
| Крутящий момент, даНм..... | 110 |
| Тяговое усилие лебёдки, кН..... | 50 |
| Скорость намотки троса, максим., м/с..... | 8 |
| Подача шпинделя..... | гидравлическая |
| Ход подачи, мм..... | 600 |
| Диаметр проходного отверстия шпинделя, мм..... | 75 |
| Перехват ведущей трубы..... | автоматический |
| Мощность электродвигателя, кВт..... | 70 |
| Промывочный насос..... | НБ4-320/10 |
| Габариты, м: | |
| длина..... | 2,9 |
| ширина..... | 1,15 |
| высота..... | 2,2 |
| Масса станка, т..... | 5,2 |

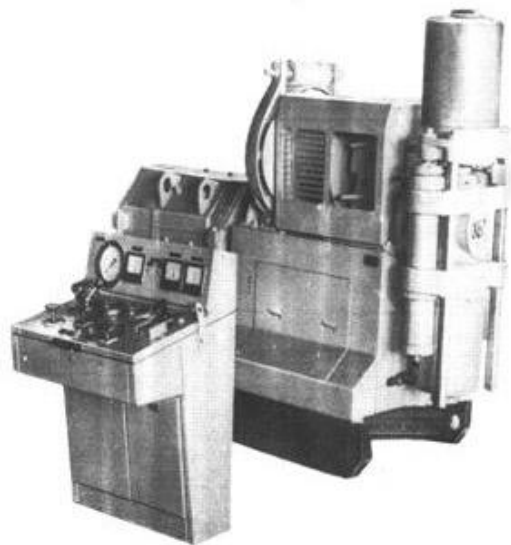


Рис. 1.7. Общий вид бурового станка СКБ-7

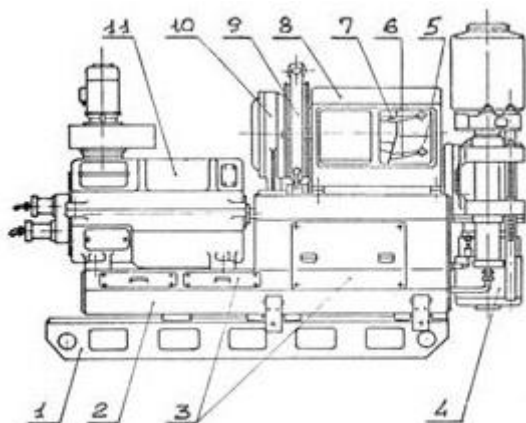


Рис. 1.8. Станок буровой СКБ-7

1- рама; 2- станина; 3- крышки; 4- вращатель; 5- коробка раздаточная; 6- рукоятка включения вращателя; 7- рукоятка включения лебёдки; 8- ограждение лебёдки; 9- тормоз; 10- лебёдка; 11- двигатель В-812

1.4. Буровые установки с подвижным вращателем

В этом разделе представлены буровые установки, находящиеся в наличии и распространённые в геологоразведочном производстве (по данным «Минприроды»). Буровые установки укомплектованы буровым агрегатом и снабжены необходимым оборудованием для бурения скважин и выполнения вспомогательных работ. Всё буровое оборудование смонтировано на самоходном шасси (автомобиль, трактор). Для проведения спуско-подъёмных операций буровые установки снабжены мачтой. Рассматриваемые установки предназначены для бурения скважин различного назначения алмазными и твёрдосплавными коронками, а также шнеками глубиной до 300 м (номинально). Рациональная область применения – горные породы средне-твёрдых категорий по буримости и малой твёрдости.

Буровая установка УКБ-12/25.

УКБ-12/25, рис.1.9, - базовая модель 1 класса и УКБ-12/25С-самоходная модель. Установка предназначена для бурения вертикальных и наклонных скважин с промывкой вращательным способом шнеками, алмазными и твёрдосплавными коронками при геологических поисках и картировании, инженерно-геологических изысканиях, геофизических и взрывных скважин, и других работах. УКБ-12/25С используется в районах, доступных для автомобиля высокой проходимости типа УАЗ-469Б.

Техническая характеристика УКБ-12/25

| | |
|---------------------------------|-----------------------|
| Глубина бурения, м: | |
| алмазное бурение..... | 25 |
| твёрдосплавное бурение..... | 12,5 |
| шнеками диам.70мм..... | 15 |
| диам. 105мм..... | 10 |
| диам. 140мм..... | 5 |
| Диаметр бурения коронками, мм | |
| начальный..... | 93 |
| конечный..... | 36 |
| Диаметр бурильных труб, мм..... | 24 и 34 |
| Лебёдка..... | ручная двухскоростная |

| | |
|---|---------------------------|
| Грузоподъёмность на крюке, кг..... | 125 |
| Подача- цепная от лебёдки и пружинного аккумулятора | |
| Усилие подачи, даН..... | 400 |
| Частота вращения снаряда, мин ⁻¹ : | |
| 1 диапазон..... | 100; 270; 600 |
| 2 диапазон..... | 450; 600; 1200 |
| Ход подачи, мм..... | 1200 |
| Угол наклона вращателя, град..... | 45...90 |
| Привод станка, | бензодвигатель «Дружба-4» |
| Мощность, кВт (л.с.)..... | 3 (4) |
| Транспортная база | УАЗ-469Б |
| Габариты (без автомобиля), м: | 1,4x1,1x2 |
| Масса, кг..... | 132 |

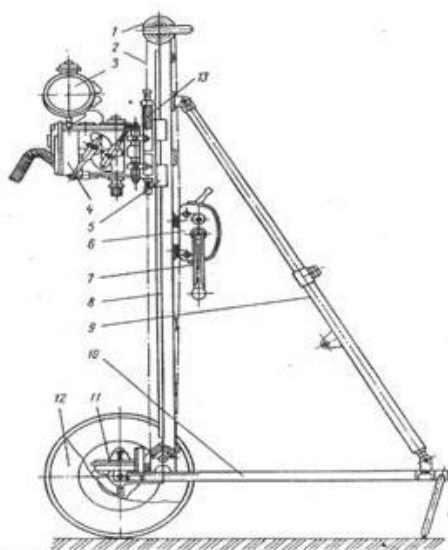


Рис. 1.9. Буровая установка УКБ-12/25

1 – звездочка; 2 – цепь; 3 – бензиновый бак; 4 – вращатель;
5 – каретка; 6 – лебедка; 7 – рукоятка лебедки; 8 – стойка;
9 – подкос; 10 – рама; 11 – центратор; 12 – колесо; 13 –
пружинный аккумулятор

Отличительной особенностью УКБ-12/25 является вращатель оригинальной компактной конструкции. Вращатель установки представляет собой трёхвальный редуктор с ведущей вал-шестерней, промежуточным валом и шпинделем, выполняющим роль ведомого вала. Вращатель размещён на каретке, перемещаемой механизмом подачи по стойке. Положение стойки определяет угол наклона скважины. Стойка крепится на облегчённой колёсной раме, что позволяет свободно перевозить установку. При бурении колонковым способом используют буровой насос НБ1-25/1,6.

Буровая установка УРБ-2А2.

Установка УРБ-2А2 с подвижным вращателем предназначена для бурения геофизических, картировочных, структурно-поисковых, гидрогеологических, взрывных и других скважин при разведке месторождений твердых полезных ископаемых, строительных материалов и подземных вод. Бурение предусмотрено вращательным способом твёрдосплавными коронками, шарошечными долотами и шнеками с очисткой забоя скважины промывкой, продувкой или транспортированием разрушенной породы на поверхность шнеками. В аналогичных условиях применяется

установка подобного класса УРБ-2,5А (и модификации), оснащённая роторным вращателем. Бурение шнеками этой установкой не предусмотрено.

Отличительной особенностью конструкции буровой установки УРБ-2А2 является наличие подвижного гидрофицированного вращателя и гидроподъемника, совместная работа которых обеспечивает проведение спуско-подъемных операций и подачу инструмента при бурении. Управление установкой гидрофицировано и осуществляется с пульта бурильщика. Буровая установка в транспортном положении показана на рис. 1.10.

| Техническая характеристика установок | УРБ-2А2 |
|---|---------------------------------------|
| Глубина бурения, м: | |
| геофизических, гидрогеологических скважин | 100 |
| структурных скважин | 200 |
| бурение шнеками | 30 |
| Вращатель..... | подвижный |
| частота вращения, мин ⁻¹ | 140; 225; 325 |
| ход, мм | 5200 |
| Привод вращателя:..... | гидромотор |
| Механизм спуско-подъема и подачи | гидравлический |
| грузоподъемность, кН | 40 |
| усилие вниз, при давлении 8,5МПа, кН | 25,5 |
| скорость подъема инструмента, м/с | 0...1,25 |
| скорость подачи инструмента, м/с | 0...1,1 |
| Мощность от КПП на насосы, кВт | 44 |
| Мачта : | |
| грузоподъемность, т | 5,8 |
| высота, м..... | 8,4 |
| Буровой насос, тип | НБ-32 |
| подача промывки, л/с | 5,0; 6,5; 8,0; 10 |
| давление (МПа) | 5,0; 4,0; 3,2; 2,6 |
| Компрессор..... | КТ-7 |
| производительность, м ³ /мин | 6 |
| давление, МПа | 0,45 |
| Транспортная база: | |
| автомобиль высокой проходимости.... | ЗИЛ-131;УРАЛ; КА-МАЗ |
| Максимальная масса установки, кг . | 15100(КАМАЗ 4310) от АКБ 12 (24) В |
| Освещение | |

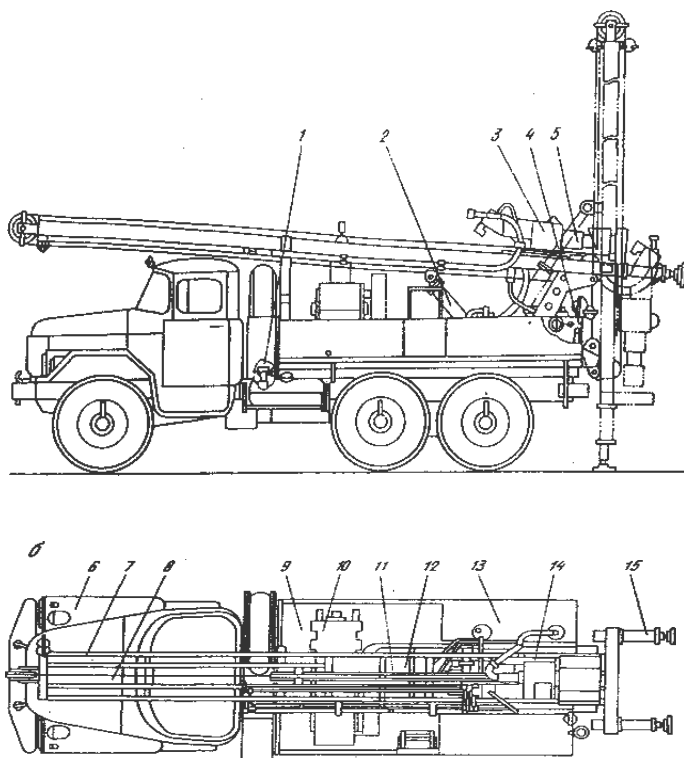


Рис.1.10. Буровая установка УРБ-2А2:

а - вид сбоку; б - вид сверху; 1 - коробка отбора мощности; 2 - цилиндр подъема мачты; 3 - вращатель; 4 - пульт управления; 5 - элеватор для труб и патрон для шнеков; 6- автомобиль; 7- мачта; 8- талевая система; 9 - рама; 10- установки бурового насоса и компрессора; 11 - гидродомкрат подачи; 12 - раздаточная коробка; 13-обвязка гидросистемы; 14-каретка; 15-опорный домкрат

Установка гидрогеологического бурения УГБ-1ВСГ (УГБ-50М).

Дополнительное усилие подачи инструмента на забой обеспечивается цепным механизмом с приводом от гидроцилиндра.

Установка предназначена для бурения гидрогеологических и инженерно-геологических скважин, для проходки шурфов-дудок шнеками, а также для выполнения пробных откачек воды из скважин. УГБ-1ВСГ может бурить скважины шнековым, ударно-канатным и вращательным способами, в том числе колонковым при комплектации установки насосом. Буровая установка, рис. 1.11, смонтирована на шасси автомобиля высокой проходимости и имеет специально оборудованный автоприцеп с комплектом рабочего инструмента. Установка УГБ-1ВСГ предназначена для замены УГБ-50М.

Техническая характеристика установок:

| | | |
|---|----------|---------|
| Буровые установки | УГБ-1ВСГ | УГБ-50М |
| Номинальная глубина бурения, м: | | |
| шнеками и медленно-вращательным «всухую»..... | | 50 |
| ударным стаканом..... | | 25 |

| | | |
|---|-----------------------|--------------|
| колонковым способом с промывкой | 100 | |
| Начальный диаметр скважины, мм: | | |
| шнеками | 180, 135 | |
| ударным стаканом | 127 | |
| колонковым способом | 112 | |
| медленно-вращательным | 151 | |
| Привод установки | Двигатель Д65ЛС | |
| Максимальный крутящий момент вращателя, Н·м .. | 5000 | 2500 |
| Частота вращения инструмента, мин ⁻¹ | 40; 80; 125; 325; 500 | 70; 125; 200 |
| Ход вращателя, мм | 3250 | 1500 |
| Подача вращателя | Гидравлическая | |
| Усилие подачи, кН: | | |
| вверх | 80 | 27,5 |
| вниз | 30 | 52 |
| Ударный механизм | Кривошипно-шатунный | |
| Число ударов снаряда, мин ⁻¹ | 45; 80 | |
| Масса ударного снаряда, кг | 400 | |
| Ход ударного снаряда, мм | 650 | |
| Тип лебедки | Планетарная | |
| Грузоподъемность лебедки, кН | 26 | 20 |
| Диаметр каната, мм | 13...15 | |
| Мачта, высота до оси кронблока, м | 8,6 | 8 |
| Механизм подъема и опускания мачты | Гидравлический | |
| Грузоподъемность мачты, т | 7,3 | |
| Насос (комплектация) | НБЗ - 160/6,3 | |
| Масса, кг: | | |
| буровой установки | 6100 | 6235 |
| прицепа | 2000 | 1900 |
| инструмента | 1980 | 1980 |
| Габариты установки, м | 9,05x2.4x2,75 | 8x2,25x3,5 |

Преимущества установки по сравнению с УГБ-50М заключаются в увеличении крутящего момента, расширении диапазона частоты вращения инструмента, что позволяет эффективнее использовать установленную мощность. Увеличена длина хода и грузоподъемность механизма подачи, что позволяет повысить механическую скорость бурения, не опасаясь прихватов, и сократить затраты времени на спуско-подъемные и вспомогательные операции.

На базе установки УГБ-1ВСГ был выпущен ряд модификаций:

- буровая установка УГБ-1ВС-ГТ-Т имеет транспортную базу – тягач-транспортёр ГТ-Т;
- установка УГБ-1ВС-С смонтирована на санном основании с транспортным тягачом Т-130МБ;
- установка УГБ-1ВС-3 – на базе автомобиля ЗИЛ-131 (габаритные размеры в транспортном положении с прицепом (мм): длина 12750, ширина 2490, высота 2980; масса установки 8900 кг);
- установка УГБ-1ВСТ – на трелевочном тракторе ТТ-4 (габаритные размеры в транспортном положении (мм): длина 7900, ширина 2500, высота 3000; масса установки 15100 кг),
- установка УГБ-1ВС-У – на шасси автомобиля «Урал 4320».

В настоящее время эти типы установок не производят, но они ещё находятся в эксплуатации.

Буровые установки ПБУ-2 и УБР-12

Установка ПБУ-2 (и ПБУ-3) – преемник буровых установок гидрогеологического бурения УГБ-50 и УГБ-1ВС. ПБУ-3 в отличие от ПБУ-2 имеет больший крутящий момент и ход вращателя. Технические данные установки ПБУ-2 приведены в табл. 1.5.

Установка УБР-12 предназначена для гидрогеологического, разведочного и сейсмогеофизического бурения колонковым способом глубиной до 200 м, шнеками до 50 м, шурфов до 20 м и при водопоглощениях с обратной промывкой до 100 м.

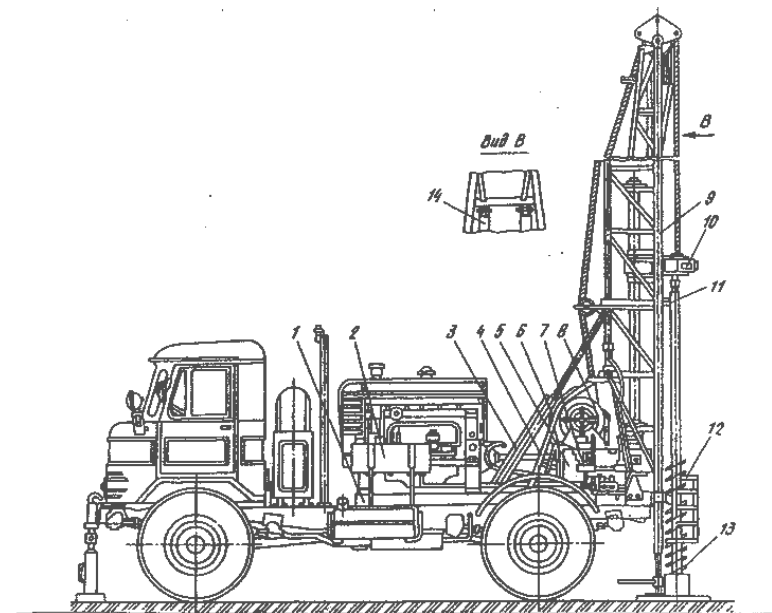


Рис.1.11. Установка гидрогеологического бурения УГБ-1ВСГ

1 – рама; 2 – двигатель; 3 – цилиндры опускания и подъема мачты; 4 – ударный механизм; 5 – коробка передач; 6 – тормоза; 7 – пульт управления; 8 – лебедка; 9 – мачта; 10 – вращатель; 11 – осветительные фары; 12 – ограждение; 13 – шнек; 14 – гидроцилиндры подачи

Наиболее востребованной и распространённой является установка ПБУ-2, рис.1.12. Преимуществом установок ПБУ является привод от автономного палубного двигателя, что обеспечивает возможность их монтажа на передвижных средствах, не имеющих собственного двигателя, либо на которых не возможен отбор мощности. Применение палубного силового агрегата, кроме того, позволяет снизить амортизацию двигателя транспортного средства, существенно снизить расход топлива.

Подвижный вращатель в сочетании с мощным гидравлическим механизмом подачи, позволяет создавать значительную осевую нагрузку на породоразрушающий инструмент с первых метров бурения. Таким образом, обеспечивается сочетание преимуществ вращателей роторного и шпиндельного типа.

Конструкция вращателя установки обеспечивает возможность его отвода в сторону от оси скважины, для выполнения спуско-подъемных операций и посадки обсадных колонн с использованием буровой лебедки. Установка в базовой комплектации состоит из смонтированных на единой сварной раме:

- мачты с кронблоком однострунной оснастки, механизмом подачи и подвижным вращателем, приводимым от вертикального вала фигурного сечения;
- буровой лебедки со свободным сбросом груза;
- палубного дизельного двигателя типа Д-65.

По желанию заказчика установка может монтироваться на различных типах транспортных баз, включая грузовые автомобили отечественного производства ЗИЛ-131А, ЗИЛ-433440, УРАЛ-4320, КамАЗ-43114, гусеничные транспортеры МТЛБ-У, ТГМ-126, гусеничный трактор ТТ-4 и его аналоги, санный прицеп. Возможен монтаж на транспортных средствах, представленных заказчиком, при условии соответствующей грузоподъемности и площади платформы.

Установка позволяет выполнять следующие виды работ:

- бурение сейсморазведочных скважин в породах до IV (включительно) категории по буримости; бурение инженерно-геологических и технических скважин в породах до IV (включительно) категории по буримости ударно-канатным (забивным) способом;
- проходку геологоразведочных шурфов в рыхлых отложениях;
- вращательное колонковое бурение с затиркой керна «в сухую» в породах до IV категории по буримости;
- вращательное колонковое и бескерновое бурение с очисткой забоя водой или водными растворами геологоразведочных, гидрогеологических и инженерно-геологических, технических скважин в породах до VIII (включительно) категории по буримости;
- вращательное колонковое и бескерновое бурение с очисткой забоя сжатым воздухом геологоразведочных, гидро- и инженерно-геологических, технических скважин в породах до VIII (включительно) категории по буримости;
- ударно- вращательное колонковое и бескерновое бурение с применением погружных гидроударных машин с очисткой забоя водой или водными растворами геологоразведочных, гидрогеологических и инженерно-геологических, технических скважин в породах до VIII с прослоями IX категории по буримости;
- ударно- вращательное колонковое и бескерновое бурение с применением погружных пневмоударных машин с очисткой забоя сжатым воздухом геологоразведочных, гидрогеологических и инженерно-геологических, технических скважин в породах до VIII категории по буримости;
- установка обеспечивает выполнение инженерно-геологических изысканий посредством статического зондирования грунтов (глины, суглинки и пески), при условии комплектации механизмом подачи с длиной хода каретки подвижного вращателя 2200 мм (усилие подачи обратного хода до 100кН). компрессорными станциями, обеспечивающими увеличение глубины вращательного бурения с продувкой и ударно-вращательного.

Таблица 1.5.
Основные технические данные установки ПБУ-2

| Способ бурения | Диаметр бурения, мм | Условная глубина бурения, м |
|----------------------|---------------------|-----------------------------|
| 1. Ударно-канатный: | | |
| - ударно-забивной | 135 | 50 |
| - желонированием | 127/108 | 50 |
| 2. Вращательный: | | |
| - «всухую» | 132/112 | 50 |
| - с продувкой | 132 | 100 |
| - с прямой промывкой | 132 | 250 |
| - шнеками | 135; 180; 250 | 50; 50; 25 |
| - шнековым буром | 650; 850 | до 20 |

| | | |
|--|---|------------|
| Глубина скважин, м: | | |
| | колонковое бурение..... | |
| 100 | 200 | |
| | ударное..... | |
| 50 | 100 | |
| | шнеками..... | |
| 50 | 50 | |
| Диаметр колонкового бурения, нач., мм..... | | |
| 132 | 152 | |
| | ударно-канатного, мм..... | |
| 135 | 300 | |
| Усилие подачи, максимальное, кН: | | |
| | вниз/вверх | |
| 30/100 | 36,5/120 | |
| Скорость подачи, м/с: | | |
| | вверх/вниз | |
| Ход подачи, мм | | 2200 (340) |
| Вращатель: | | |
| | крутящий момент, максимальный, Н·м | 5000 |
| (6000) | 5000 | |
| | частота вращения, мин ⁻¹ (3;4 или 6 передач).... | 28 (45)- |
| 507 | 15-268 | |
| | тип вращателя | |
| подвижный | | |
| Привод установки, | | |
| дизель Д-65Н а/м | | |
| | мощность, кВт..... | 44 |
| (44) | 60 | |
| Лебедка, тип: | | со св |
| бодным сбросом | | |
| | грузоподъемность на прямом канате, кН | 26 |
| 25 | | |
| | канатоёмкость барабана (канат 14 мм), м | |
| 60 | 200 | |
| Балансир, тип | | |
| кривош.-шатунный. | | |
| | ход, мм | |
| 550 | | |
| | частота хода на I передаче, мин ⁻¹ | |
| 40...57 | | |
| | масса ударного инструмента, максимальная, кг. . . | |
| 400 | 500 | |
| Насос | | |
| НБ-160/6,3 | НБ-50 | |
| | подача промывки, л/мин..... | 8- |
| 160 | 650 | |
| | давление макс., МПа..... | |
| 6,3 | 6,3 | |
| Компрессор..... | | |
| 2ВУ 0,25-0,6/16 | | |
| Мачта высотой, м | | |

Органы управления установкой расположены основания мачты на борту транспортной базы. Для удобства работы и повышения безопасности труда модели установок, имеющие самоходную транспортную базу, комплектуются съемными площадками оператора бурения. Габаритные размеры и масса ПБУ-2 приведены в таблицах 1.6 и 1.7.

Таблица 1.6.
Габаритные размеры буровой установки ПБУ-2

| Транспортная база установки | Габаритные размеры установки, мм, не более | | | |
|-----------------------------|--|--------------|--------|------------------|
| | Длина | Ширина | Высота | Длина с прицепом |
| Шасси автомобиля: | | | | |
| ЗИЛ-131Л | 7750 | 2500 | 3200 | 12900 |
| КамАЗ-4310 | 8000 | 2500 | 3200 | — |
| УРАЛ-4320 | 8700 | 2500 | 3200 | 13250 |
| ГАЗ-66 | 6350 | 2500 | 3300 | 9170 |
| Трактор ТТ-4 | 8100 | 2500 | 3450 | — |
| Трактор Т-170Б.01 | 8000 | 2250 | 3360 | 12100 |
| с санями | (без тракт.) | (без тракт.) | 2000 | — |
| Без транспорта | 4800 | 2500 | | |

Таблица 1.7 .

Масса буровой установки ПБУ-2

| Транспортная база | Модификация | Масса $\pm 3\%$, кг |
|----------------------------|-------------|----------------------|
| Шасси автомобиля ЗИЛ-131Л | ПБУ-2-01 | 9600 |
| КамАЗ-4310 | ПБУ-2-11 | 11900 |
| УРАЛ-4320 | ПБУ-2-21 | 10900 |
| ГАЗ-66 | ПБУ-2-32 | 6300 |
| Трактор ТТ-4 | ПБУ-2-41 | 16000 |
| Трактор Т-170Б.01 с санями | ПБУ-2-51 | 6000 (б/ тракт.) |
| Без транспортной базы | ПБУ-2-61 | 4080 |

Передвижная буровая установка ПБУ-2 смонтирована на общей раме 1, закрепленной на транспортной базе ЗИЛ-131А.

Привод рабочих органов буровой установки осуществляется от дизеля 2 типа Д65, установленного в передней части рамы 1. В задней части рамы установлена коробка передач 3 и стойка задняя 4. На задней стойке установлены лебедка 5 и мачта 6.

Мачта устанавливается при помощи двух гидроцилиндров 7 в вертикальное (рабочее) положение и в горизонтальное (транспортное) положение. На приводном валу установлен вращатель 10, закрепленный двумя стаканами в каретке 11. В нижней части мачты в кронштейнах 12 закреплены штоки гидроцилиндров подачи 13.

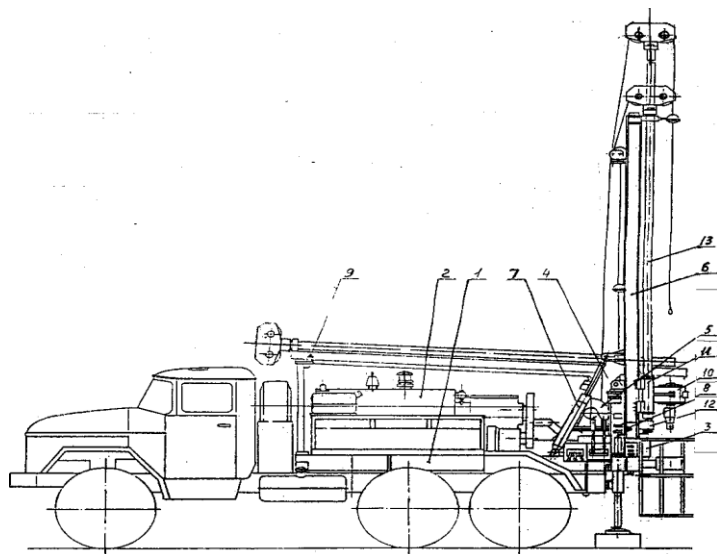


Рис. 1.12. Буровая установка ПБУ-2

1- рама; 2- дизель; 3- коробка передач; 4- задняя стойка; 5- лебедка; 6- мачта; 7- цилиндр подъема мачты; 8- винтовой зажим; 9 - откидной болт; 10 - вращатель; 11- каретка; 12 - кронштейн; 13 - цилиндр подачи

На корпусах гидроцилиндров подачи неподвижно закреплена каретка, связанная с направляющими (швеллерами) мачты. Каретка с вращателем перемещается вверх-вниз цилиндрами подачи. Управление буровой установкой осуществляется с пульта. Контроль работы буровой установки осуществляется приборами, расположенными на пульте управления.

Буровые установки УМБ-20 и ЛБУ-50.

Буровая установка УМБ-20 предназначена для бурения гидрогеологических и инженерно-геологических скважин глубиной до 20 м. Сконструирована с элементами механизации основных и вспомогательных операций. Установка выполняет колонковое, шнековое и ударное бурение. На месте работ осуществляется самопередвижение. Смонтирована на колёсном шасси.

Буровая установка ЛБУ-50 для вращательного бурения скважин без промывки глубиной до 50 м в горных породах 1-IV кат. по буримости. Станок смонтирован на шасси автомобиля ЗИЛ-131 с приводом от двигателя автомобиля. Гидросистема станка осуществляет подъём и опускание мачты, перемещение каретки.

Спуск-подъём бурового снаряда и обсадных труб производится с помощью лебёдки. Установка приспособлена также для ударно-канатного бурения и имеет шнековый бур для сооружения шурфов и колодцев. Конструктивно буровой агрегат адаптирован для бурения скважин с целью водоснабжения. Сооружение фильтра и постановка фильтровой колонны осуществляется специальным комплектом инструмента.

Основные технические данные установок УМБ-20 ЛБУ-50

| | | |
|---|-------------------------|-------------|
| Диаметр бурения, мм: | коронками,93 (4") | 198 (8") |
| | шнеками..... 135 | 1005 |
| Глубина бурения, м: | скважин..... 20 | 50 |
| | шурфов..... - | 15 |
| Частота вращения, мин ⁻¹ | 68, 125 | 40, 80, 130 |
| Крутящий момент вращателя, даН м..... | 80 | 2000 |
| Ход вращателя, мм..... | 1200 | 3250 |

| | | |
|------------------------------------|----------|------------|
| Макс. усилие подачи снаряда, кН... | 8 | 120 |
| Грузоподъёмность лебёдки, кН..... | 6 | 32,5 |
| Масса ударного снаряда, кг..... | 150 | 400 |
| Частота ударов..... | 30 | 48 |
| Привод | УД2СТ-М2 | а/м |
| Масса установки, кг..... | 520 | 1300 (б/а) |

Буровые агрегаты АБ.

Буровые агрегаты АБ (разработка ВИТР) предназначены для вращательного механического бурения вертикальных и наклонных скважин различного назначения в горных породах всего диапазона категорий по буримости колонковым и бескерновым способом.

Техническая характеристика буровых агрегатов АБ приведена в табл. 1.8. Предельные технические глубины бурения агрегатами АБ с применением бурильных труб различных типоразмеров приведены в табл.1.9. Агрегаты АБ-2 и АБ-5 входят в состав буровых установок, включающих буровые насосы для промывки скважин и укрытия-накидки с необходимыми элементами. Агрегат АБ-5 имеет определенные отличия в конструкции и системе управления, но принципиально конструкция аналогична АБ-2. АБ-2 является полностью гидрофицированной буровой машиной. Электродвигатель мощностью 30 кВт приводит в движение три гидронасоса, которые подают масло в гидромоторы и гидроцилиндры отдельных приводов.

Таблица 1.8.

Техническая характеристика буровых агрегатов АБ

| Буровой агрегат | АБ-2 | АБ-5 |
|---|-------------|-----------|
| 1. Начальный диаметр бурения, мм | 132 | 132 |
| 2. Грузоподъёмность, т: | 2,0 | 5,0 |
| - механизма подачи | 0,15 | 0,15 |
| - вспомогательной лебедки | | |
| 3. Усилие механизма подачи, кН (тс): | 25(2,5) | 30(3,0) |
| - при бурении | 25(2,5) | 80(8,0) |
| - при выполнении СПО | 2,5 | 3,25 |
| 4. Длина хода вращателя, м | 0-0,3 | 0-0,25 |
| 5. Скорость хода вращателя, м/с: | 0-1,0 | 0,15-1,20 |
| - в режиме БУРЕНИЕ | 30-1200 | 145-1500 |
| - в режиме СПО | | |
| 6. Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹ | 120 | 70 (120) |
| | 160 | 90 (150) |
| 7. Крутящий момент вращателя, кгс-м: | 77 | 77 |
| - номинальный | 135 | 135 |
| - максимальный | 60-90 | 60-90 |
| 8. Диаметр проходного отверстия, мм; | 30 | 55 |
| - шпинделя вращателя | 600 | 850 |
| - трубодержателя | 2 | 2,5 |
| 9. Углов наклона скважин, град. | 4,5x2,0x7,0 | 4,0x1,2x |
| | 5,2x2,0x | 7,5 |
| 10. Мощность привода, кВт | 1,6 | 5,5x1,2x |

| | | |
|--|--|-----|
| 11. Канатоёмкость барабана лебедки, м | | 1,9 |
| 12. Скорость навивки каната лебедки, м/с | | |
| 13. Габаритные размеры, м: | | |
| - в рабочем положении | | |
| - в транспортном положении | | |

Таблица 1.9.

| Глубина бурения буровыми агрегатами АБ, м | | |
|---|---------|------|
| Типоразмер бурильных труб | Агрегат | |
| | АБ-2 | АБ-5 |
| ЛБТН-42 | 600 | - |
| СБТН-42, ССК-46, ЛБТН-54 | 400 | 1000 |
| СБТН-54, ОСК-59, КГК-59, | 300 | 800 |
| СБТН-68, ССК-76, КГК-76 | 200 | 800 |
| ЛБТН-68 | - | 500 |

Включение отдельных гидравлических цепей выполняется гидрораспределителями с электромагнитами, которые управляются бесконтактными электронными устройствами. Электронные устройства производят плавное регулирование частоты вращения шпинделя вращателя, скорости подъема-опускания вращателя в режиме СПО, скорости намотки каната вспомогательной лебедки и усилия подачи в режиме БУРЕНИЕ.

В состав агрегата входят следующие основные узлы (рис.1.13 а,б): вращатель 11, механизм подачи 10, трубодержатель 12, насосная станция 3 , основание 13, свечеприёмник 9, стрела 8, пульт 9, лебедка 7 (на рисунках изображен агрегат, собранный на общей раме, не входящей в состав агрегата).

1.5. Буровые установки с роторным вращателем

Буровая установка УРБ-2,5А

Установка УРБ-2,5А с роторным вращателем предназначена для бурения геофизических, картировочных, структурно-поисковых, гидрогеологических, взрывных и других скважин при разведке месторождений твердых полезных ископаемых, строительных материалов и подземных вод. Бурение предусмотрено вращательным способом твёрдосплавными коронками, шарошечными долотами с очисткой забоя скважины промывкой или продувкой.

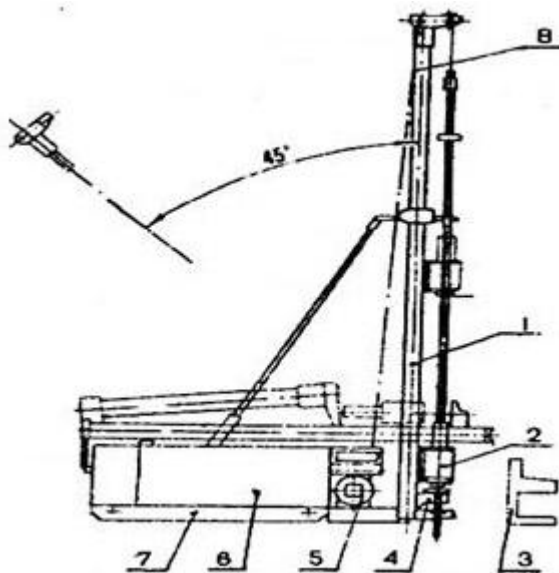


Рис. 1.13. Буровой агрегат АБ-2.

1- механизм подачи; 2- вращатель; 3-пульт управления; 4-
трубодержатель; 5- лебёдка ССК; 6- силовой блок; 7- рама;
8- стрела.

Особенностью установки является двухбарабанная лебёдка с независимым фрикционным включением барабанов лебёдки - одного для намотки каната, поддерживающего инструмент в процессе бурения и для втягивания внутри мачты вертлюга с квадратной ведущей штангой; другого - для намотки каната при спуско-подъёме инструмента.

Техническая характеристика установок УРБ-2,5А

| | |
|--|---------------|
| Глубина бурения, м: | |
| геофизических и гидрогеологических скважин | 100 |
| структурных скважин | 200 |
| бурение шнеками | - |
| Начальный диаметр бурения, мм | 190 |
| Конечный диаметр бурения, мм, | 93 |
| Диаметр бурильных труб, мм | 60,3 |
| Вращатель..... | ротор |
| частота вращения, мин ^{мин} | 100; 200; 300 |
| ход, мм | 7500 |
| Привод вращателя:..... | от КПП |
| Механизм спуско-подъёма и подачи | цепной |
| грузоподъемность, кН..... | 40 |
| усилие вниз, при давлении 8,5МПа, кН | 22 |
| скорость подъема инструмента, м/с | 0,7; 1,4; 2,1 |
| скорость подачи инструмента, м/с | макс. 0,1 |
| Мощность от КПП на маслостанцию и буровой насос, кВт | 44 |
| Мачта: | |
| грузоподъемность, т | 5,8 |
| высота, м..... | 9,5 |
| Буровой насос, тип | 11ГрИ |
| подача промывки, л/с | 3,75; 6,5 |
| давление (МПа) | 6,3; 5,0 |
| Компрессор..... | (КТ-7) |

| | |
|---|---------------------------|
| производительность, м ³ /мин..... | 6 |
| давление, МПа | 0,45 |
| Транспортная база..... | ЗИЛ-131 |
| Максимальная полная масса установки, кг | 10845 |
| Прицеп для бурового инструмента..... | ГКБ-817 |
| Максимальная полная масса прицепа, кг..... | 4000 |
| Освещение | от аккумулятора 12 (24) В |

Буровые установки УРБ-ЗАЗ

Буровые установки типа УРБ-ЗАЗ с роторным вращателем (модернизация УРБ-ЗАМ) представляют собой модификацию комплекса унифицированных самоходных агрегатов БА15 и применяются для бурения структурно-поисковых скважин на нефть и газ, для водоснабжения, водопонижения и для других целей с прямой промывкой забоя при соответствующей комплектации (варианты исп. 02; 13; 051).

Установка УРБ-ЗАЗ, рис.1.14, смонтирована на базе автомобиля МАЗ-5337 или Урал-4320. По сравнению с буровой установкой УРБ-ЗАМ в этой установке увеличены высота под-роторного пространства и высота под рамой установки, улучшена система управления при транспортировке блока и уменьшена транспортная ширина блока. В качестве привода используется автономный двигатель повышенной мощности.

Мачта складывающегося типа. Подъем и опускание мачты осуществляется гидродомкратами двойного действия. Тормоз лебедки ленточный с ретинаксовыми колодками. Ротор имеет повышенный ресурс работы.

На палубе установки расположен генератор мощностью 30 кВт, питающий электромеханизмы, лампы освещения и др. Вращение от палубного двигателя через трансмиссию передается на раздаточный редуктор и коробку передач. Буровой насос с клиноременной трансмиссией монтируется на автоприцепе (в предыдущей модификации – на земле).

Техническая характеристика УРБ-ЗАЗ

| Буровые установки | УРБ-ЗАЗ.051 | УРБ-ЗАЗ.02 |
|--|----------------|-----------------|
| Грузоподъемность на крюке, т. | 20 | 20 |
| Условная глубина бурения, м: | | |
| трубами 60,3 и 63,5 мм | 700 | 500 |
| трубами 73 и 89 мм. | 500 | 300 |
| Диаметр бурения, нач/кон, мм... . | | |
| трубами диаметром 60,3 и 63,5 мм .. | 243/93 | 243/93 |
| трубами диаметром 73 и 89 мм | 394/190 | 394/190 |
| Длина бурильной свечи, м | 12 | 12 |
| Силовой привод автономный. Потреб- | дизель ЯМЗ-238 | дизель ЯМЗ- 236 |
| ляемая мощность, кВт (л.с.) | 141 (192) | 88 (120) |
| Лебедка | 2-х барабанная | 2-х барабанная |
| Мачта, м | 15,5 | 15,5 |
| Скорость подъема талевого блока, м/с ... | 0,168...1,88 | 0,2...1,48 |
| Диаметр отверстия стола ротора, мм.. . | 410 | 410 |
| Частота вращения стола ротора, об/мин | 110; 190; 346 | 80; 160; 269 |
| Максим. крутящий момент, Нм (кгс.м) . | 7850 (800) | 6150 (640) |
| Насос | Два НБ-50 | НБ-50 |
| Габариты буровой установки, мм | | |
| длина | 9880 | 9880 |
| ширина | 2500 | 2500 |
| высота (трансп.) | 3750 | 3750 |

Установка имеет механизм свинчивания и развинчивания бурильных труб с приводом от электродвигателя а также механизм-противозатаскиватель труб. Бурильные трубы устанавливаются на подсвечник. На мачте установлена стрела грузоподъемностью 10 кН с передвижной талью для вспомогательных работ. Установка снабжена легкоъемными укрытиями над рабочим местом бурильщика и верхового рабочего. Управление механизмами осуществляется с пульта.

По требованию заказчика в комплекте оборудования поставляется механизм подачи, позволяющий передавать на буровой инструмент дополнительную нагрузку с усилием подачи 34 кН.

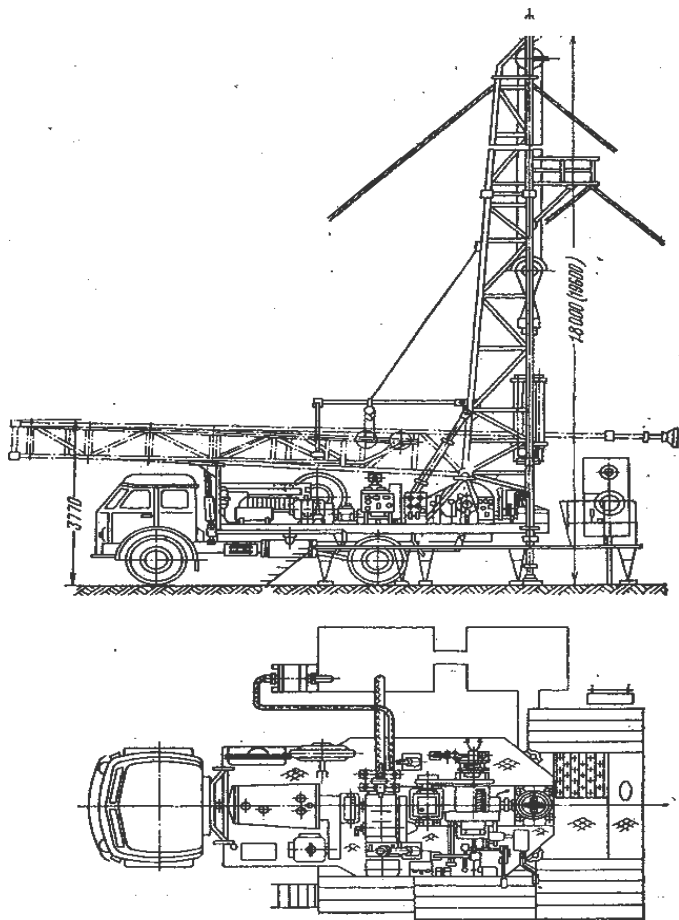


Рис. 1.14. Буровая установка УРБ-3А3

Это необходимо в тех случаях, когда забуривание скважин осуществляется в твердых горных породах.

В модификации установки предусмотрена возможность применения мачты высотой 16,6 м, что обеспечивает работу со свечами длиной 13,5 м, а также двухбарабанной лебедки и палубного двигателя ЯМЗ-238.

Буровые агрегаты 1БА-15.

Агрегаты буровые 1БА15в, рис. 1.15, (1БА15в.02; БА15.06; 1БА15н.01; 1БА15к.01) предназначены для бурения роторным способом и сооружения вертикальных водоносных скважин в породах мягких и средней твердости с прямой промывкой забоя, а также широко применяются для бурения разведочных скважин другого назначения. Буровые агрегаты представляют собой группу унифицированных буровых машин, смонтированных на шасси автомобиля МАЗ-5337 или УРАЛ-4320, оснащенных различными механизмами в соответствии с применяемой потребителем технологии сооружения скважин. Их отличают высокая производительность, мобильность, простота в управлении, надежность, удобство в обслуживании и ремонте.

Буровой агрегат 1БА15в.02 отличается от известного агрегата 1БА15в.01:

- улучшенной транспортабельностью (автомобиль МАЗ-5337);
- повышением ресурса работы агрегата
- наличием вертлюга с шарнирно-амортизирующей траверсой оригинальной конструкции;
- улучшенной конструкцией рабочей площадки;
- усовершенствованной ремонтпригодностью агрегата.

Буровой агрегат 1БА15в.02 снабжен дополнительно:

- вспомогательным барабаном лебедки с фрикционным тормозом и системой управления;

- вспомогательным 2-х струнным талевым блоком грузоподъемностью 10 кН;
- канатом длиной 150-200 м для работ в скважине;
- инструментом для спуско-подъема труб диаметром 89 мм;
- гидравлическим механизмом подачи бурового инструмента.

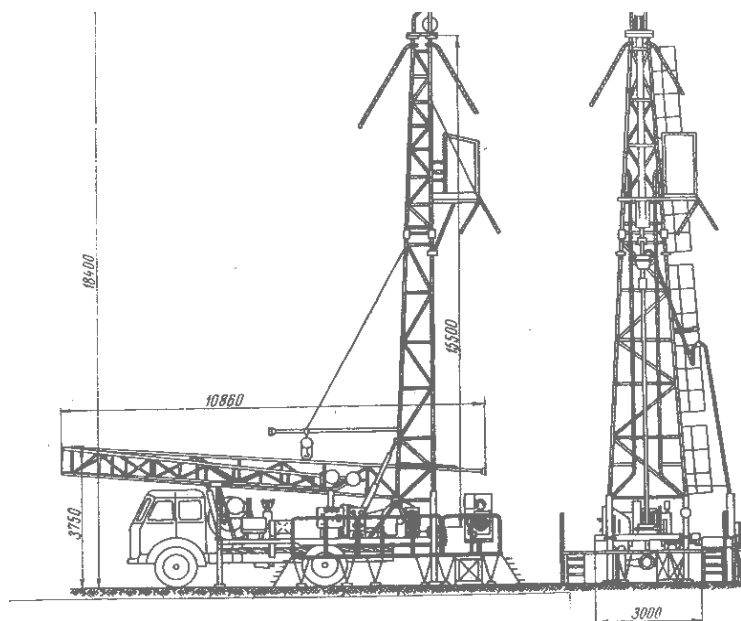


Рис. 1.15. Буровой агрегат 1БА15в

В комплект бурового агрегата входят:

- буровой блок (мачта, привод от двигателя автомобиля через коробку отбора мощности, коробка передач, ротор и буровой насос).
- компрессорно-силовой блок ПК-15Б на прицепе МАЗ-8925;
- инструментальный блок БА15-71 грузоподъемн. 90кН (кроме 1БА15к.01);
- вспомогательный блок БА15-271 грузоподъемн. 70кН (для 1БА15к.01)
- прицеп МАЗ-8925 для бурильных труб;
- буровой инструмент.

| Техническая характеристика | 1БА15в.02(06);1БА15н.01;1БА15к.01 | | |
|---|-----------------------------------|--------------|--------------|
| Грузоподъемность кН | 200 | 200 | 200 |
| Номинальная глубина бурения, м | 700 | 1000 | 250 |
| Диаметр бурения, мм: | | | |
| номинальный | 394 | 295 | 1270 |
| конечный | 190 | 93 | 449 |
| Бурильные трубы, мм Длина бу- рильной свечи, м Силовой привод: | 73; 89 | 60,3; 63,5 | 150 |
| бурового блока | | 12 | 9 |
| компрессорного блока. | ходовой двигатель ЯМЗ-236 (238) | | |
| мощность при частоте вращения 25 с^{-1} , кВт | от п/дизеля ЯМЗ-236 (238) | | |
| Мачта (высота), м : | 77 (88) | | |
| Лебедка: | вертикальная 19,7 | | накл. 16,5 |
| тип | | | |
| диаметр каната, мм | 2-х бараб. | 1-но бараб. | 2-х бараб. |
| максимальное натяжение, кН | 18 | | 18 |
| скорость подъема талевого блока, м/с | 50 | | 50 |
| Ротор: | 0,2... 1,39 | | 0,2...1,39 |
| диаметр проходного отверстия, мм | | | |
| крутящий момент, Н·м | 410 | | 410 |
| частота вращения, мин^{-1} | 7850 | | 9800 |
| Вертлюг: | 65; 130; 245 | | 80; 160; 300 |
| грузоподъемность, кН | | | |
| диаметр проходного отверстия, мм | 200 | | 200 |
| Генератор: | 60 | | 150 |
| мощность, кВт | | | |
| напряжение, В | 30 | | 30 |
| Насос поршневой. | 400 | | 400 |
| наибольшая подача, л/с ($\text{м}^3/\text{ч}$) | НБ-50 | | НБ-50 |
| наибольшее давление, МПа | 11 (40) | | 11 (40) |
| Компрессор винтовой для откачки воды, тип | 6,3 | | 6,3 |
| расход воздуха, м^3 | ПК15Б | - | ПКЭ15 |
| давление, МПа | 10 | - | 10 |
| Насосный блок НП15А. | 0,7 | - | 0,7 |
| подача макс., л/с ($\text{м}^3/\text{ч}$). | - | насос НБ-125 | - |
| давление на выходе макс., МПа | 18 (64) | | |
| Габариты в транспортном положении, м. | 16 | | |
| Масса установки, кг. | 11,1×2,7×3,8 | | 9,9×2,5×3,7 |
| Масса комплекта поставки, кг. | | 13900 | 13600 |
| | 28790 | 27100 | 34290 |

Буровая установка УБВ-600.

Буровая установка УБВ-600 предназначена для бурения скважин на воду. Состоит из следующих блоков: бурового, насосного, роторного (рабочей площадки) и мостков с выдвигаемыми стеллажами для труб. Установка предназначена для вращательного бурения скважин шарошечными долотами.

Особенности буровой установки - большая приводная и гидравлическая мощность, возможность отдельного и одновременного отбора мощности с двух двигателей, механизация трудоёмких процессов при вспомогательных операциях, автономность основных блоков и их компактность, позволяющие располагать оборудование на небольших площадках, использование ударного инструмента.

Буровой блок, рис.1.16, представляет собой агрегат А-50У. Все оборудование бурового блока смонтировано на общей раме на автомобиле КраЗ-257. В блок входят: коробка отбора мощности; конический раздаточный редуктор; трансмиссия, передающая вращение на лебедку от раздаточного редуктора; два гидравлических цилиндра (гидродомкрата) двухстороннего действия для подъема и опускания мачты; гидравлический насос 11М № 20, встроенный в раздаточный редуктор (предназначен для привода домкратов); лебедка двухбарабанная с цепным приводом от трансмиссии; мачта телескопическая; гидравлическая система и узлы управления механизмами бурового блока. В комплектацию агрегата дополнительно включены: вспомогательная лебедка с элеватором и гидравлический раскрепитель резьбовых соединений бурильных труб.

Насосный блок включает два буровых насоса 9МГр-61, компрессор КТ-7, электрический генератор ЕС83-6С, редуктор, спаривающий трансмиссии насосного и бурового блоков, раздаточный редуктор, коробку отбора мощности, пульт управления насосным блоком и другое оборудование. Все агрегаты насосного блока смонтированы на автомобиле КраЗ-257.

Роторный блок включает буровой ротор Р-410, подсвечник, приспособление для выбуривания зумпфа и другое оборудование. В состав блока также входит устройство для свинчивания и развинчивания долота (под ротором).

Мостки - представляют собой две фермы из профильного проката. Они оборудованы направляющим желобом для трубной тележки и выдвигными стеллажами для бурильных и обсадных труб.

Техническая характеристика буровой установки УБВ - 600

| | |
|---|---|
| Грузоподъемность при оснастке 3х4, кН..... | 500 |
| Глубина бурения, м..... | 600 |
| Диаметр скважины, мм | |
| начальный..... | 490 |
| конечный..... | 214 |
| Диаметр бурильных труб, мм..... | 114 |
| Вращатель..... | Ротор Р-410 |
| Проходное отверстие вращателя, мм..... | 410 |
| Статическая нагрузка на стол ротора, кН..... | 750 |
| Частота вращения, об/мин | |
| рабочая..... | 105; 183 |
| вспомогательная..... | 30; 54; 235 |
| Передаваемая мощность, кВт..... | 96,7 |
| Мачта..... | телескопическая, наклонная |
| Высота мачты до оси кронблока, м..... | 22,4 |
| Вместимость магазина для труб диаметром 114 мм, шт..... | 50 |
| Скорость подъема талевого блока, м/с..... | 0,18; 0,32; 0,70; 1,2 |
| Буровой насос (2 шт.)..... | 9МГр-61 |
| Подача промывки насосом, л/с..... | 3,6 - 17 |
| Компрессор:..... | КТ - 7 |
| расход воздуха, м ³ /мин..... | 5,3 |
| давление, МПа..... | 0,85 |
| Лебедка со свободным сбросом: | |
| высота подъема инструмента, м..... | 9,0 |
| число ударов, мин ⁻¹ | 30 |
| Мощность генератора, кВт..... | 30 |
| Напряжение, В..... | 220/380 |
| Проходное отверстие стола, мм..... | 169 |
| Установочная мощность главного привода, л. с. | 420 |
| Лебедка..... | 2-х барабанная, 2-х скоростная с пневмоприводом |

| | |
|--|---------------|
| Габариты в транспортном положении, мм: | |
| бурового блока..... | 60x2650x4160 |
| насосного блока..... | 10000x3003250 |
| Габариты в рабочем положении, мм..... 600x8560x22400 | |
| Масса, т: | |
| бурового блока..... | 22,7 |
| насосного блока..... | 20,9 |
| комплекта | 55,0 |

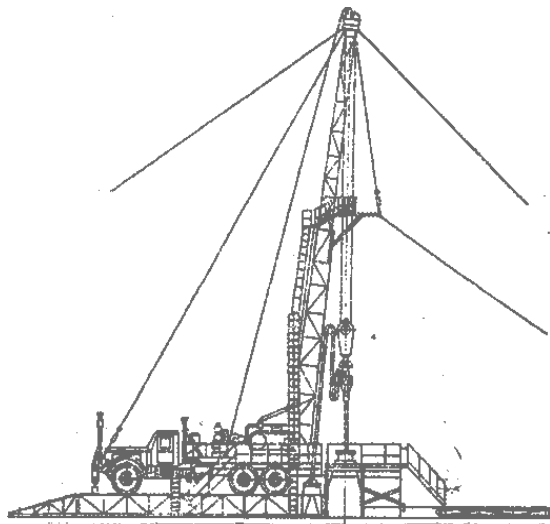


Рис. 1.16. Буровая установка УБВ - 600.

1.6. Зарубежные буровые станки и установки

Буровой станок БС-50 «КРОТ»

Буровой станок БС-50 (китайского производства, японской модификации) предназначен для бурения инженерных, поисково-структурных, геофизических скважин вращательным способом. Буровой станок оснащён подвижным вращателем с гидравлическим приводом, большим ходом вращателя и высокой грузоподъёмности. Может быть установлен на гусеничный ход, на шасси грузового автомобиля или на колёсный прицеп. (Данные ООО «Завод Буровых Технологий»).

Техническая характеристика:

| | |
|---|------------------|
| Глубина бурения, м..... | 60 |
| Диаметр бурения, мм | |
| номинально .. | 130 |
| максимум | 180 |
| Угол наклона шпинделя (эл. привод), град. ... | 0...90 |
| Ход вращателя, мм | 2000 |
| Длина бурильных труб, мм | 2000 |
| Диаметр бурильных труб, мм | 50; 63,5 |
| Усилие подачи вращателя, кН: | |
| вниз | 14,6 |
| вверх | 22 |
| Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹ | |
| прямая передача с дизелем, | 40; 74; 135; 233 |
| реверс | 32 |
| прямая передача с электроприводом | 32; 59; 108; 189 |

| | |
|-----------------|-----|
| реверс | 26 |
| Масса, кг | 900 |

Буровой станок УБС-180Д «Поиск».

УБС-180Д малогабаритный гидроприводной станок (китайского производства) с подвижным вращателем. Станок укомплектован сборной платформой, мачтой высотой 6 м, буровым насосом и лебёдкой. Буровой станок может устанавливаться на гусеничный ход, на шасси автомобиля или на колёсный прицеп. Привод установки осуществляется от дизельного или электрического двигателя.

УБС-180Д предназначен для бурения инженерно-геологических, поисковых и технических скважин. (Данные ООО «Завод Буровых Технологий»). К этой серии относятся станки УБС-300Д и УБС-500Д.

Техническая характеристика:

Глубина бурения, м:

| | |
|------------------------------------|--------------|
| конечный диаметр 46мм | 180 |
| конечный диаметр 76мм | 100 |
| Диаметр бурения максимум, мм | 152 |
| Угол наклона шпинделя, град | 70...90 |
| Ход вращателя, мм | 1000 |
| Длина рабочей штанги, мм | 3000 |
| Диаметр бурильных труб, мм | 50; 63,5; 73 |

Усилие подачи вращателя, кН:

| | |
|---|---------------------|
| вниз | 14,6 |
| вверх | 22 |
| Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹ .. | 140; 470; 790; 1010 |
| Крутящий момент, Нм | 500 |
| Буровой насос одноцилиндровый двухтактный: | |
| подача промывки, л/мин | 95 |
| рабочее давление, МПа | 1,2 |
| Мощность двигателя, кВт | 10,3 |
| Габариты, мм | 1700x780x1274 |
| Масса, кг | 490 |

Буровые станки и установки концерна Atlas Copco Craelius.

Станки отличаются компактной и лёгкой конструкцией, полностью гидрофицированы. Установки универсальны, так как предназначены для колонкового бурения твёрдосплавными и алмазными коронками, шарошечными долотами гидро- и пневмоударниками с поверхности и из подземных выработок.

Буровые станки имеют модульную компоновку. Для одной и той же модели могут применяться различные варианты вращателей, податчика и силовых установок, что позволяет выбрать оптимальную компоновку оборудования для различных геолого-технических условий бурения. Установки оснащены трубодержателями для механизации спуско-подъёмных операций. Наибольшей популярностью пользуются установки типа Diames. Техническая характеристика приведена в табл.1.10.

Таблица 1.10.

Техническая характеристика буровых станков Diames.

| Тип станка | Д232 | Д252 | Д282 |
|---------------------|------|------|------|
| Глубина бурения, м, | | | |

| | | | |
|-------------------------------------|----------------|--------------------|--------------|
| трубами ЛБТН 34; 42; 54 | 300; 200; - | - 650; 425 | - 1400 |
| трубами Ст. 42; 54; 68 | 120 - - | 400; 225 - | - 10; 720 |
| Усилие подачи, кН, вниз | 30 35 | 100 110 | 83 90 |
| | 0,8 | 0,75 | 0,5 |
| вверх | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Скорость подачи, м/с, вниз | 850 250 | 1800 570 | 3300 1950 |
| | 550...220 | 550...220 | 1600 |
| вверх | 0 | 0 | 78 |
| Ход подачи, максимум, мм | 50 | 58 | 75 |
| Крутящий момент, макс. Н·м | 15 18 | 37 45 | - 100 |
| Частота вращения, мин ⁻¹ | 26 | 68 | 120; |
| Диаметр отв. шпинделя, мм | 45; 31 200; | 75; 29 260; 210 | 48 260; |
| Мощность двигателя, кВт: | 210 | | 210 |
| электро | 200 | 580 810 | 1300 |
| пневмо | 405 | | 1350 |
| дизель | | | |
| Подача насоса, л/мин | | | |
| Давление насоса, бар | | | |
| Масса, кг: | | | |
| электропривод | | | |
| дизель | | | |

Буровые установки фирмы JKS Boyles (серия «Surface Drill»).

Отличительной особенностью буровых установок данной модели: свинчивание-развинчивание бурильных труб осуществляется с помощью гидропатрона вращателя и трубодержателя; установка труб производится в мачте;

Установки оснащены инструментальной лебёдкой и лебёдкой ССК; имеют модульную компоновку, с малым весом модулей имеют двухскоростную подачу вращателя; оснащены основным и двумя вспомогательными маслососами.

Основным - для обеспечения вращения шпинделя и быстрого перемещения вращателя, привода инструментальной и ССК лебёдок, а вспомогательными - для подачи снаряда, работы трубодержателя и зажимного гидропатрона.

Модульные блоки приспособлены для транспортировки их вертолётном в труднодоступной местности. Установка В30-Н – самоходная. Техническая характеристика приведена в табл.1.11.

Таблица 1.11.
Техническая характеристика буровых станков *JKS Boyles*.

| Тип станка | JKS - 1000 | JKS- 1500 | В30-Н |
|------------|---------------|--------------|-------|
| | | | |

| | | | |
|-------------------------------------|------|------|-------|
| Глубина бурения, м: | | | |
| диаметром 59мм, | 795 | 975 | 2060 |
| 76мм, | 565 | 685 | 1620 |
| 93мм | 300 | 400 | 1070 |
| Усилие подачи, данН | | | |
| вниз | 4850 | 4850 | 8895 |
| вверх | 8140 | 8140 | 13345 |
| Ход подачи, максимум, | 1 | 1820 | 3400 |
| мм | 820 | 3292 | 4745 |
| Крутящий момент, макси- | 2908 | 1760 | 1250 |
| мум, Н м | 1390 | 105 | 186. |
| Частота вращения, мин ⁻¹ | 73 | 240 | 320 |
| Мощность двигателя, ди- | 159 | 320 | 360 |
| зель, кВт: | 280 | 7260 | 13600 |
| Подача насоса, л/мин | 7260 | 6,0 | 9,1 |
| Давление насоса, бар | 6,0 | | |
| Грузоподъёмность лебёд- | | | |
| ки. кг | | | |
| Высота мачты, м | | | |

Фирма также выпускает буровые установки с подвижным вращателем 5 модификаций серии «Purpose Drills». Это многоцелевые установки, рассчитанные на бурение скважин глубиной до 4700м. Установки позволяют бурить скважины с обратной промывкой, с продувкой сжатым воздухом, применять алмазные и твёрдосплавные коронки, шарошечные долота и шнеки.

В арсенале производства фирмы 5 модификаций станков со шпиндельным вращателем серии «BBS Surface Drill». Станки этой серии имеют широкий диапазон типоразмеров технических и технологических показателей, что позволяет выбирать станки для бурения скважин различного назначения глубиной от 210 до 2280 м.

Буровые установки фирмы Voart Longyear.

Буровые станки фирмы серии LM с подвижным вращателем получили широкое распространение. Характерными особенностями станков этой серии являются: широкий диапазон технических показателей всех параметров станков, высокое качество оборудования, возможность бурения скважин различного назначения, компактность конструкции, улучшенный дизайн, эргономичность рабочего места бурового персонала и другое, что создаёт благоприятные условия для высокопроизводительного труда и безопасности.

Техническая характеристика нескольких типов установок серии LM с подвижным вращателем приведена в табл. 1.12.

Всего серии LM производится 6 типов (классов) установок: LM-22, LM-45, LM-55, LM-75, LF-70 и LF-140.

Буровые шпиндельные станки фирмы Voart Longyear традиционно производились с винтовой и гидравлической подачей. Отличительной особенностью станков является тенденция перевода этих станков на гидростатический привод. Это даёт следующие преимущества: повышение надёжности работы агрегатов, оптимизация работы привода, бесступенчатое регулирование частоты вращения, оптимизация процесса бурения.

Этих станков, предназначенных для бурения скважин трубами диаметром от до 114 мм глубиной 100-1500 м., имеется 9 типов (классов).

Таблица 1.12.

Техническая характеристика установок LM

| Тип станка | LM | LM | LF |
|-------------------------------------|------|-------|--------|
| | 22 | 55 | 140 |
| Глубина бурения, м: | | | |
| бурильными трубами | 140 | 1400 | 2060 |
| ЛБТН ф 34 мм | 130 | 1040 | 1340 |
| | 75 | 320 | 725 |
| ЛБТН ф 54 мм | 20 / | 66,5/ | |
| Ст. | 20 | 6,5 | 106/16 |
| ф 89 мм | 1100 | 1800 | 0 |
| Усилие подачи, кН: вниз / | 290 | 800 | 3353 |
| вверх | 2000 | 1700 | 5322 |
| Ход подачи, максимум, мм | 160 | 240 | 1250 |
| Крутящий момент, максимум, Н·м | 280 | 320 | 380 |
| | 7260 | 7260 | 360 |
| Частота вращения, мин ⁻¹ | 22 | 55 | 13600 |
| Подача насоса, л/мин | э/д | э/д | 145 д |
| Давление насоса, бар | 6,0 | 9,0 | 9,0 |
| Грузоподъёмность лебёдки, кг | 920 | 2100 | 3600 |
| Мощность двигателя, кВт: | | | |
| Высота мачты, м | | | |
| Масса, кг | | | |

Зарубежные буровые установки других известных фирм не отличаются общими принципами бурового машиностроения и конструирования. Более того, проявляется общая тенденция унификации отдельных механизмов станков и стремление к модульной комплектации.

Так, в номенклатуру буровых установок фирмы ВИРТ (Германия) входят три базовых модели грузоподъёмностью 37 кН (B0A); 67 кН (B1A) и 100 кН (B2A). Фирма выпускает ещё три промежуточные модели, скомпонованные из существующих смежных блоков: B0A/B1A; B1A/B2A и B2A/B3A.

Фирма Jtag Celle (Германия) выпускает одиннадцать моделей буровых установок с подвижным вращателем грузоподъёмностью от 50 до 400 кН, но для их комплектации использует только четыре типа вращателя, восемь типов лебёдок, четыре типа трубодержателя и десять типов мачт. Межтиповая унификация буровых установок позволяет значительно расширить номенклатуру оборудования с наименьшими затратами.

Буровые установки и станки производят и другие фирмы (буровые установки Terrames, Mustang, Cosen Boring и др.).

!7. Перспективные разработки буровых установок

Современная патентно-техническая информация отражает тенденцию зарубежных фирм уделять внимание разработке технических средств механизации и автоматизации спуско-подъёмных операций процесса бурения. В первую очередь, это относится к наиболее трудоёмким и небезопасным операциям: отводу бурильных труб или свечей от скважины, установке их в вертикальное или укладке в горизонтальное положение, а также подаче к скважине. Для этой цели разработаны различные конструкции механических захватов, тельферов, свечеприёмников, стеллажей. Названные средства способствуют значительному снижению трудозатрат и ускорению спуско-подъёмных операций. Однако, применение этих средств в отдельности не исчерпывает возможностей сокращения затрат времени на спуск и подъём бурильной колонны.

Заметной тенденцией является максимальное увеличение мобильности и компактности буровых установок. Некоторые фирмы при возможности использовать свечи и трубы большой длины сознательно идут на их уменьшение с целью сокращения габаритов буровой вышки. Таким образом, в концепции бурового машиностроения (в том числе таких фирм США, как “Лейман”, “Джой”, “Байрон-Джексон”, “Фред Е.Купер”, “Лонгиер” и др.) определилось два направления:

- разработка технических средств, максимально повышающих эффективность вспомогательных операций при бурении;

- разработка новых конструкций буровых установок, содержащих наиболее перспективные комплексные технические решения, создающие значительный технико-экономический эффект (универсальность, применение новых материалов, мобильность, механизация трудоёмких операций, эргономичность, надёжность систем управления).

Отечественными разработчиками также предложены принципиально новые средства технические решения средств бурения скважин.

Буровая установка СБУ-300 «КАТЮША».

Буровая установка с подвижным вращателем предназначена для бурения геологоразведочных, структурно-картировочных и гидрогеологических скважин. Конструкция представлена по данным д.т.н. Бродова Г.С. Оборудование буровой установки смонтировано на шасси автомобиля повышенной проходимости типа “Урал”, рис.1.17.

Подготовка к бурению и спуско-подъёмные операции выполняются в полуавтоматическом режиме с пульта управления оператора-бурильщика. На платформе автомобиля расположен контейнер, который в вертикальном положении совместно со специальной кареткой в процессе спуско-подъёмных операций выполняет функцию штангоприёмника и укладчика, а в горизонтальном - служит для перевозки бурильных труб.

Каретка совмещена с отделяющейся головной частью мачты, что позволяет перемещать бурильную трубу, удерживаемую штангозахватным патроном вращателя, в направлении штангоприёмника. Штангоприёмник - кассетного типа с поперечными секциями и зажимами штанг для их удержания в подвешенном положении. После заполнения каждой секции штангоприёмник перемещается по платформе на одну секцию. Конструкция позволяет каретке осуществлять по мачте возвратно-поступательное вертикальное перемещение буровых штанг при извлечении из скважины и установку их в штангоприёмник.

В результате совмещения функций различными механизмами вспомогательные операции занимают минимальное время, а переход из транспортного положения в рабочее осуществляется в короткое время. После завершения бурения заполненная штангами кассета штангоприёмника переводится в транспортное горизонтальное положение.

Эффективность буровой установки заключается в её мобильности, значительном сокращении непроизводительных затрат рабочего времени на вспомогательные операции, устранении использования тяжёлого физического труда, улучшении условий работы и повышении безопасности. В табл.1.12 приведена техническая характеристика СБУ-300 “КАТЮША”.

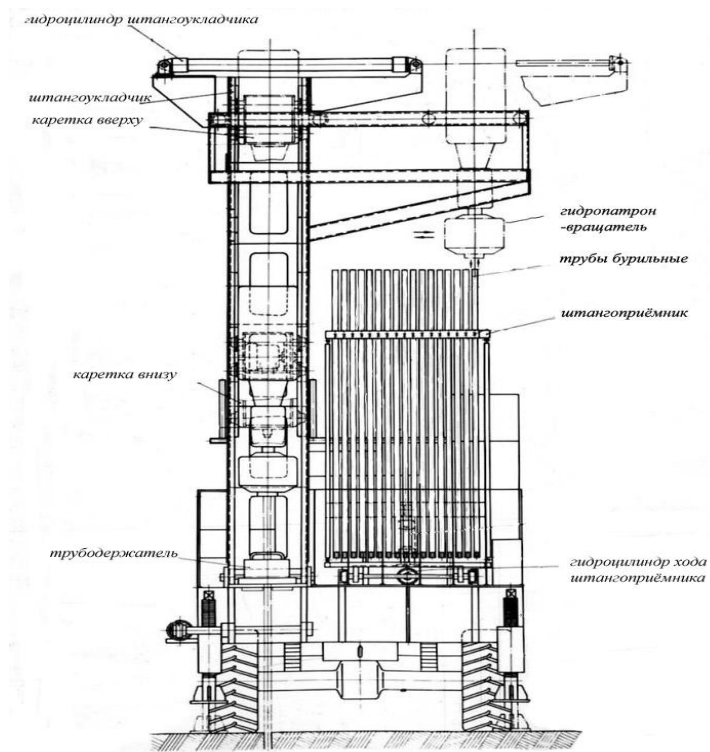


Рис. 1.17. Буровая установка СБУ-300 "КАТЮША" (вид сзади).

Техническая характеристика СБУ- 300 “КАТЮША”

| | |
|--|-------------------|
| Глубина бурения, м | 300 |
| Диаметр бурения, мм | 132 - 59 |
| Вращатель..... | подвижный |
| Частота вращения, мин ⁻¹ | 0 ...1000 |
| Бурильная штанга: | |
| длина, м..... | 3 |
| диаметр, мм | 55 |
| Подача инструмента | гидромеханическая |
| Размер платформы а/машины "Урал", м ..2,6x3,8 | |
| Буровая мачта: | |
| высота общая, м | 5,3 |
| угол наклона, град | 75 |
| механизм вертикального хода каретки .. э/дв | |
| вертикальный ход каретки, макс., м..... | 2,95 |
| ход штангоукладчика, макс., м | 0,9 |
| механизм перемещения штагоукладчика.. г/привод | |

| | |
|---------------------------------------|------------|
| Штангоприёмник | |
| высота, м..... | 3,65 |
| размеры, м | 0,77x1,32 |
| шаг размещения штанг, мм | 70 |
| количество штанг, шт (мах)..... | 102 |
| перемещение (ход), мм (мах) | 600 |
| механизм перемещения | |
| г/привод | |
| угол наклона, град | 70 |
| Гидросистема | |
| давление масла в системе, МПа | 25...35 |
| тип насоса гидростанции | МН-250/100 |
| производительность насоса, л/мин | 245...380 |
| скорость перемещения штоков , м/с ... | 0,2...0,45 |
| Дизель-генератор 3-ф синхр. | |
| ЕСС-83-6; 380 | |

На платформе автомашины также смонтированы:

- дизель-генератор трехфазный, синхронный ЕСС-83-6, 220/380 В;
- промывочный насос или компрессор;
- шкаф и пульт управления;
- ящик для бурового инструмента;
- бокс для бурильных труб.

В приведённой конструкции вращатель с подвижной частью мачты совмещает основную функцию с функцией штангоукладчика-манипулятора, что существенно упрощает кинематику, повышает надежность и эффективность буровой установки СБУ-300 «КАТЮША».

Буровая установка СБУ-300 «БУРАН».

Буровая установка предназначена для вращательного колонкового бурения вертикальных и наклонных (с наклоном к горизонту от 90 до 45°) скважин глубиной до 300м. Все агрегаты установки смонтированы на платформе трейлера с тракторным транспортёром, рис. 1.18. Конструкция установки СБУ-300«БУРАН» представлена по данным д.т.н. Г.С.Бродова и к.т.н. И.Н. Андрианова, рис 1.19 и 1.20..

Вращение шпинделя осуществляет гидромотор. Осевая нагрузка - с приводом от цепного механизма. Агрегат СПО установки оснащён двумя трубоприёмниками карусельного исполнения. Трубоприёмники диаметром 1300 мм вмещают 50 бурильных труб диаметром 55 мм, установленных в два ряда по окружности карусели. Это позволяет помещать в них 100 труб длиной по 3 м и составлять бурильную колонну длиной 300 м.

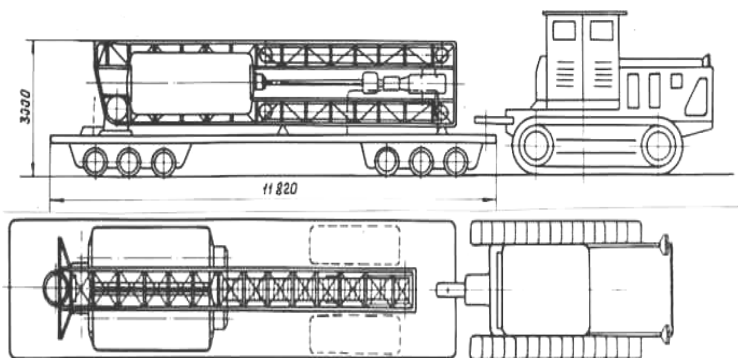


Рис. 1.18. Буровая установка СБУ-300 "БУРАН" в транспортном положении: а - вид сбоку, б - вид сверху.

Наращивание и развинчивание бурильной колонны происходит при поочерёдном шаговом вращении каждой из каруселей при сохранении баланса массы трубоприёмника по отношению к мачте. Извлечение и постановка труб в трубоприёмник в процессе спуско-подъёмных операций производится автономно без непосредственного участия оператора.

Техническая характеристика буровой установки СБУ-300 "БУРАН":

| | |
|--|---------|
| - глубина бурения, м | 300 |
| - начальный диаметр скважины, мм..... | 112 |
| - длина бурильной трубы, м..... | 3,0-3,8 |
| - масса бурильной трубы, кг..... | 11,5 |
| - угол бурения скважины, град..... | 90-45 |
| - ёмкость одного трубоприёмника, шт. труб..... | 50 |
| - стартовая осевая нагрузка, кН..... | 20 |
| - частота вращения шпинделя, мин ⁻¹ | 100-600 |
| - мощность привода вращателя, кВт..... | 45 |
| - промывочный насос..... | НБ-3 |
| - масса мачты, кг..... | 1100 |
| - ширина мачты, м..... | 1,84 |
| - масса трубоприёмника с трубами, кг..... | 3000 |
| - длина цепного транспортёра, м..... | 3,64 |
| - диаметр контейнеров трубоприёмника, м..... | 1,32 |
| - высота контейнеров, м..... | 3,2 |
| - габариты платформы установки, м: | |
| длина..... | 11,8 |
| ширина..... | 2,62 |
| высота транспортная..... | 3,0 |
| - высота мачты, м..... | 10,4 |

Действие механизма СПО буровой установки заключается в следующем.

При спуске инструмента трубоприёмно-подающий механизм с трубоприёмниками 15 и 16 устанавливается так, чтобы труба 20 вместе с ячейкой 19 заняли центральное положение, т.е. такое положение, когда ось трубы совпадает с осью скважин, проходящей через центр отверстия нижнего трубодержателя 12.

Затем производится:

- 1) подача с вращением при помощи цепного подъемника цепей 6, 7 и подвижного вращателя 10 ведущей штанги 36 для её свинчивания с трубой 20 и последней - с бурильной колонной (процесс происходит синхронно);
- 2) освобождение бурильной колонны от трубодержателя;
- 3} спуск трубы в скважину;
- 4) закрепление колонны в трубодержателе;
- 5) отвинчивание вращателем 10 и подъём при помощи цепного подъемника ведущей штанги в крайне верхнее положение;
- 6) подача очередной трубы к центру скважины за счёт поворота трубоприёмника 15 (16).

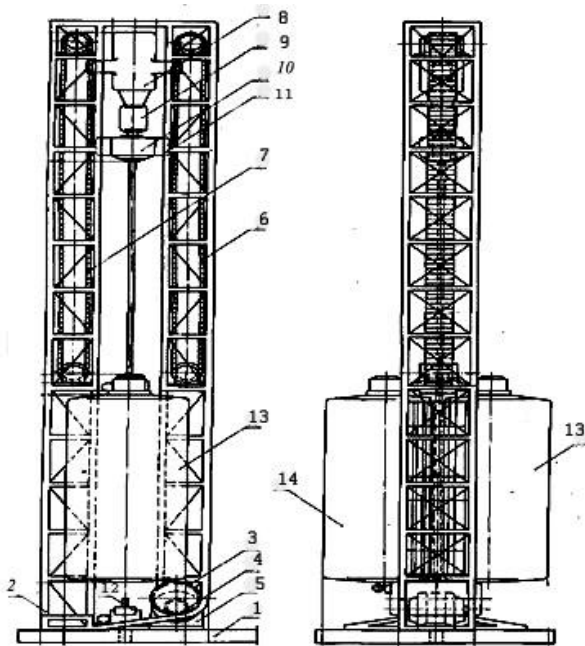


Рис. 1.19. Буровой агрегат установки СБУ -300 "БУРАН"

Углубка скважины и наращивание колонны состоит из нескольких операций основной из которых является освобождение колонны от трубодержателя 12, после чего включается вращатель 10 и цепной механизм, осуществляющие вращение колонны и ее подачу.

Перевозка буровой утановки может осуществляться с трубоприёмником, заполненным трубами.

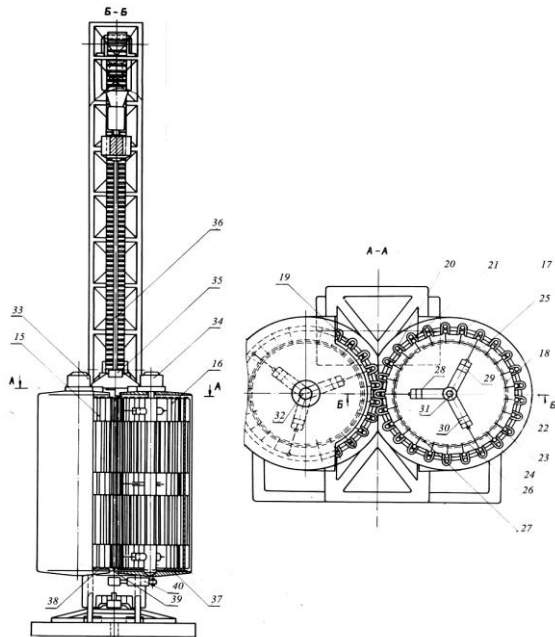


Рис.1.20. Трубоподающий механизм СБУ -300 "БУРАН".

Буровая установка СБУ -«ВИХРЬ».

На рис. 1.21 показана самоходная буровая установка с бурильной колонной из упругих профилированных лент (УПЛ) в транспортном и рабочем положениях. Конструкция СБУ - «ВИХРЬ» представлена по данным к.т.н. И.Н. Андрианова. Установка состоит из платформы 4, на которой расположен ее основной технологический агрегат - буровой контейнер 3, основания контейнера 2, стрелы 6 для его подъема в рабочее положение, кабины 1 с пультом управления и другое оборудование; в контейнере расположена бурильная колонна 5, свёрнутая в ленту.

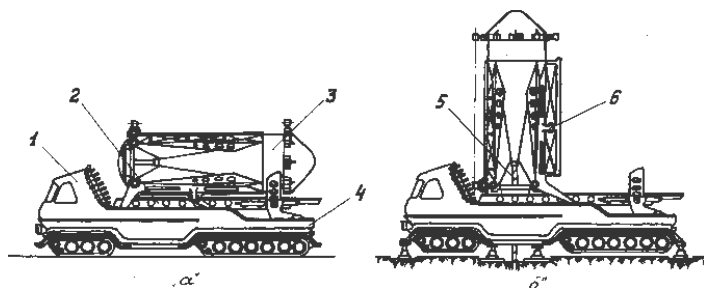


Рис.1.21. Общий вид самоходной буровой установки СБУ -«ВИХРЬ»

- а - транспортное положение; б-рабочее положение;
- 1 - кабина с пультом управления; 2 - основание контейнера;
- 3 - буровой контейнер; 4 – платформа; 5 - колонна из УПЛ;
- 6 - подъемные стрелы.

На рис. 1.22 изображен буровой контейнер УПЛ и исполнительные механизмы: две гильзы с упругими профилированными лентами, вертлюг-сальник, спуско-подъемное устройство с механизмом торможения бурильной колонны, электроротор с трансмиссией и токосъёмником.

Гильзы (26,27) предназначены для размещения УПЛ, скрученных противоположно направленно в телескопические спирали, внутренние витки которых имеют общую заделку в специальном ниппеле, а наружные закреплены в верхних частях гильз. Вертлюг-сальник (2-5) служит для герметизации бурильной колонны из УПЛ сверху и подачи промывочной жидкости на забой скважины через колонну при ее вращении.

Спуско-подъёмное устройство (19-25) предназначено для непрерывного подъема колонны из УПЛ и удержания ее в подвешенном положении. СПУ состоит из эластичной оболочки 23, подвесных 24 и приводных 22 тяг. Оболочка в виде тороида заполненная промывочной жидкостью, находящейся под давлением, вместе с тягами выполняет функцию прижимного и транспортирующего колонну УПЛ органа.

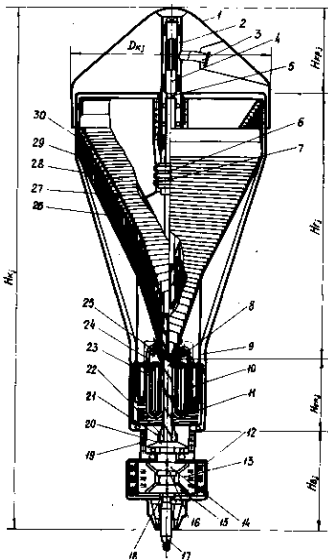


Рис. 1.22. Буровой контейнер с УПЛ и исполнительными механизмами:

1-крышка бурового контейнера; 2,3,4,5 - корпус, патрубок, ствол, герметизатор вертлюга - сальника; 6,7-статор, ротор токосъемника; 8 - бурильная колонна из УПЛ; 9,10,11 - корпус, тороидальная эластичная оболочка и пружина механизма торможения; 12, 13-статор и ротор электроротора; 14,15,16-верхний, нижний венец и верхняя подвижная муфта трансмиссии; 17-ниппель бурильной колонны; 18-нижняя подвижная муфта трансмиссии; 19-радиальные подшипники; 20,21-зубчатые колёса; 22 приводные тяги СПУ; 23-прижимная транспортирующая эластичная тороидальная оболочка СПУ; 24-подвесные тяги СПУ; 25-ролики тяг; 26, 27-нижняя и верхняя гильзы; 28, 29-упругие профилированные ленты; 30- корпус бурового контейнера.

Механизм торможения предназначен для автоматического создания равновесия между растающей массой формирующейся из УПЛ бурильной колонны и реактивными усилиями витков УПЛ и элементов СПУ. Он состоит из упруго-эластичного элемента 10 и пружины 11, взаимодействующих с гильзами, содержащими УПЛ.

Электроротор с трансмиссией (12-16, 18, 20, 21) предназначенными для обеспечения работы спуско-подъёмного устройства и передачи вращения системе "гильзы-колонна" в процессе бурения скважины. Токосъемник (6, 7) служит для передачи электроэнергии через вращающуюся систему "гильзы-колонна" контрольно-измерительной аппаратуре, расположенной в призабойной части бурового снаряда. Буровой снаряд, рис. 1.23, состоит из гидромультпликатора и колонкового набора.

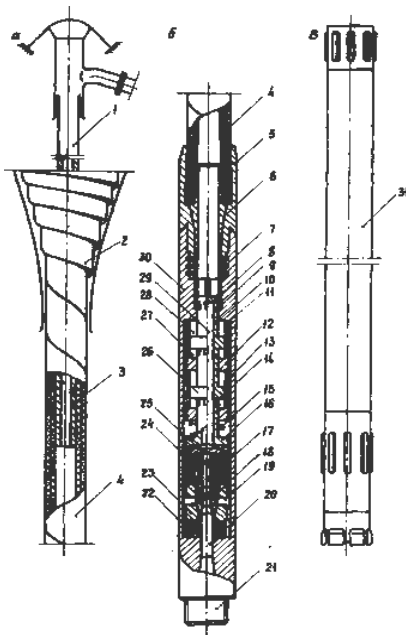


Рис.1.23. Буровой снаряд для колонкового бурения с применением колонны из УПЛ.

1-вертлюг-сальник; 2-упругая профилированная лента, образующая наружную оболочку бурильной колонны из УПЛ; 3- герметизатор бурильной колонны; 4-бурильная колонна; 5 -ниппель бурильной колонны; 6 -кабель; 7-токосъёмник, 8 - клиновидные проточки в корпусе гидромультпликатора; 9-отверстия в штоке; 10-торец штока; 11-отверстия в камерах разрежения; 12-диски (разделители камер разрежения и нагнетания); 13-каналы; 14-отверстия в штоке; 15-шток; 16-корпус гидроэлектромеханического устройства; 17- сердечник; 18-насадка струйного насоса;19, 20-камеры разрежения; 21-ниппель; 22-пружина; 23-подвижная шайба; 24-обмотка электромагнитной катушки; 25 - отверстие для кабеля; 26-поршни штока; 27-камеры, нагнетания; 28-камеры разрежения; 29-канал штока; 30- корпус гидромультпликатора; 31 - колонковый набор.

Гидромультипликатор, рис.132,б (7-30) предназначен для непрерывного формирования и непрерывной гидравлической саморегулирующейся подачи колонны из УПЛ в процессе бурения скважины, а также создания регулируемой гидравлической осевой нагрузки на породоразрушающий инструмент (ПРИ). ПРИ состоит из трех основных узлов: корпуса 30 с камерными дисками 12, плавающего штока 10 с поршнями 26 и гидроэлектромеханического устройства (16-20, 22-25).

До начала бурения скважины буровой установкой СБУ-“ВИХРЬ” с бурильной трубой из УПЛ необходимо разместить буровой контейнер над точкой бурения, включить буровой насос и вращатель. Промывочная жидкость от бурового насоса поступает в герметизатор 3 вертлюгасальника, а через него - в бурильную трубу УПЛ 4, рис. 132,а, и гидромультипликатор, рис.132,б; под воздействием гидравлического давления в колонне из УПЛ начинается её непрерывное формирование (подача) и осуществляется процесс бурения скважины.

Подъем ПРИ (расформирование колонны и укладка УПЛ в гильзы бурового контейнера) производится при помощи спуско-подъёмного устройства и упругой энергии витков лент в гильзах.

1.8. Установки ударно-канатного бурения

Для бурения скважин большого диаметра, в сложных геологических разрезах с неустойчивыми стенками скважин, в разрезах с низким пластовым давлением, районах недостаточно изученных в гидрогеологическом отношении применяют ударно-канатные (механические) станки.

Процесс бурения скважин на воду с помощью ударно-канатного станка состоит из следующих основных операций: разрушение породы на забое (долбление), чистка скважины от бурового шлама (тартание) и крепление стенок скважины обсадными трубами. Все эти операции выполняются последовательно.

Для выполнения операций процесса бурения ударно-канатные станки оснащены следующими основными узлами: 1) балансиром (долбёжный узел); 2) инструментальным барабаном; 3) желоночным барабаном; 4) главным валом, от которого приводятся в действие перечисленные узлы. В станках, рассчитанных на бурение глубоких скважин, имеется еще талевый барабан для спуска и подъема колонны обсадных труб. Все основные узлы, мачта и двигатель, монтируются на общей раме станка. В таблице 1.13 приведены характеристики станков УГБ-3УК (УКС-22М) и УГБ-4УК (УКС-30М), составляющих основной парк буровых установок ударно-канатного бурения геологоразведочной отрасли.

Ударно-канатным способом производят бурение скважин начальным диаметром 200...900 мм и глубиной 100...150 м в геологических разрезах, требующих крепления стенок скважин обсадными трубами, в том числе применение бурения с ходовой обсадной колонной. Технически возможно бурение до глубины 500 м.

При бурении скважин на воду ударно-канатным способом в основном применяются станки типа УГБ-3УК и УГБ-4УК. При бурении на россыпных месторождениях применяются специализированные установки типа УБР-2М, УБМ-20А, УБСР-25-2М и др.

Таблица 1.13. Техническая характеристика установок

| Параметры установки | Тип станка | |
|---------------------|------------|---------|
| | | УГБ-3УК |

| | | |
|---|-----------|-----------|
| Глубина бурения, <i>м</i> | 300 | 500 |
| Начальный диаметр скважины, <i>мм</i> | 600 | 900 |
| Наибольший вес инструмента, <i>кН</i> | 0,50-0,80 | 0,50-0,80 |
| Ход инструмента, <i>м</i> | 40,50 | 40,50 |
| Число ударов в <i>мин⁻¹</i> | 13,0/12 | 16,0/25 |
| Высота мачты, <i>м/грузоподъемность, кН</i> | 0/22 | 0/40 |
| Мощность двигателя, <i>кВт</i> | 7000 | 11200 |
| Масса станка, <i>кг</i> | | |
| Грузоподъемность барабанов, <i>кН</i> : | 20 | 30 |
| инструментального | 12 | 20 |
| желоночного талевого | 20 | 30 |
| Средние скорости навивки каната на барабаны, <i>м/с</i> : | 1,0 | 1,2 |
| инструментальный | 1,8 | 1,6 |
| желоночный талевый | 1,0 | 1,2 |

2. Буровые промывочные насосы

Плунжерные насосы. В геологоразведочной практике при разведке твёрдых полезных ископаемых, в основном с применением алмазного бурения используются плунжерные насосы. В соответствии с ГОСТ 28189-89 насосы подразделяются на 4 класса: НБ-25/1,6; НБ-63/4,0; НБ-160/6,3; НБ-320/10,0. Техническая характеристика насосов приведена в табл. 2.1.

Насос подкласса НБ5-320/6,3 отличается от НБ-320/10 показателем давления промывочной жидкости.

Отличительными признаками насосов являются: применение плунжера в системе нагнетания, прямоточная схема гидроблока, механическая трансмиссия гидроблока, коробка передач для изменения ступеней подач раствора.

Таблица 2.1.

Техническая характеристика плунжерных насосов

| Параметры | НБ-25/1,6 | НБ-63/4,0 | НБ-160/6,3 | НБ-320/10 |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Подача max л/мин | 25 | 63 | 160 | 320 |
| Давление, max мПа | 1,6 | 4,0 | 6,3 | 10,0 |
| Число ступеней | 1 | 4 | 5 | 6 |
| Число плунжеров | 1 | 3 | 3 | 3 |
| Мощн. двиг., кВт | Дружба 4 | 2,1 | 11,0 | 37,0 |
| Габариты, м | 0,7x0,3x0,4 | 0,8x0,3x0,4 | 1,2x0,8x1,5 | 1,4x1,1x0,9 |
| Масса (без двиг.), кг | 44 | 145 | 400 | 1100 |

Насос НБ-25/1,6 предназначен для прокачивания технической воды и глинистого раствора плотностью до 1262 кг/м^3 и вязкостью до 25 с по СПВ-5. Насос горизонтальный, одноплунжерный, одинарного действия.

Насос НБ-63/4,0 предназначен для промывки скважин водой и глинистым раствором плотностью до 1200 кг/м^3 и вязкостью до 35 с по СПВ-5. Насос, электродвигатель и коробка передач с клиноременной трансмиссией смонтированы на общей раме. В гидроблоке размещены 3 всасывающих и 3 нагнетательных тарельчатых клапана. Насос отличается раномерностью подачи промывки.

Насос НБ-160/63 предназначен для нагнетания промывочной жидкости в скважину удельным весом до 1200 кг/м^3 и вязкостью 35 с по СПВ-5 при бурении глубиной до 3000 м вращательным и ударно-вращательным способом. При постановке шаровых клапанов насос может быть использован для закачки глиноцементных и цементных тампонажных растворов с плотностью до 2000 кг/м^3 , вязкостью до 60 с и содержанием твёрдых частиц до 10 %.

Коробка передач позволяет получать с каждым из двух типоразмеров плунжеров пять ступеней подач раствора.

Насос НБ-320/10 предназначен для нагнетания в скважину промывочного раствора плотностью до 1400 кг/м^3 и вязкостью до 60 с по СПВ-5. Возможна закачка цементных растворов и тампонажных смесей. Насос оснащён трёхскоростным приводом, что обеспечивает шесть ступеней подачи промывки.

Поршневые насосы. При бурении скважин большого диаметра, в том числе технических и на воду применяют поршневые буровые насосы 11ГрИ; НБ-32; НБ-50 и НБ-125 (9МГр). Их применение вызвано использованием для бурения шарошечных долот, требующих большого количества подачи промывки. По сравнению с плунжерными насосами поршневые приспособлены для прокачки промывочных растворов с большим количеством крупных твёрдых включений и абразивных частиц в шламе. В таких условиях поршневые группы насосов более износостойки и ремонт их дешевле. Техническая характеристика насосов приведена в табл.2.2.

Насосный агрегат 11ГрИ предназначен для перекачивания воды и глинистого раствора плотностью 1400 кг/м^3 и вязкостью до 60 с по СПВ-5, а также цементных растворов и тампонажных смесей геологоразведочных и гидрогеологических скважин.

Подача насоса устанавливается путем смены цилиндрических втулок двух диаметров и с помощью трехходового крана. На гидроблоке насоса установлен воздушный колпак, предназначенный для смягчения гидравлических ударов при пуске и остановке насоса, а также для выравнивания потока жидкости.

В приводном блоке насоса приводной и эксцентриковый валы соединены парой шестерен и вращаются в конических роликоподшипниках.

Таблица 2.2

Техническая характеристика поршневых насосов

| Параметры | 11ГрИ | НБ-32 | НБ-50 | НБ-125 (9МГр) |
|--|-----------------|--------------------|----------------|------------------|
| Подача промывки, л/мин | 225; 300 | 294-594 5,0-2,6 | 330,498,6 | 220 – 1000 |
| Давление, МПа | 6,3; | 160 | 60 | 16,0- |
| Длина хода поршня, мм | 5,0 150 | 105 80-110 | 6,3-4,0 160 | 5 250 |
| Число двойных ходов, мин ⁻¹ | 100 80-90 | 40 30 | 100 80-110 | 50; 90 80- |
| Диаметр сменных втулок, мм | 32 37 | 1,9x0,7x1 ,5 | 40 50 | 27 45 |
| Диаметр штока, поршня, мм | 2,0x1,0x 1,3 | 1040 | 1,9x0,7x1, | 100 |
| Мощность эл.двигателя, кВт | 1150 | | 3 1040 | 1,1x1,6 2750 |
| Габариты, м | | | | |
| Масса, кг | | | | |

Большие головки шатунов неразъемные, они опираются на роликоподшипники, монтируемые на эксцентриках вала. На конце приводного вала на шарикоподшипниках установлен шкив под клиновую передачу из пяти ремней. Фрикционная муфта сцепления, размещенная в шкиве, представляет собой двухдисковую муфту разомкнутого типа.

Насосный агрегат НБ-32 предназначен для подачи промывочной жидкости в скважину при геологоразведочном, гидрогеологическом и структурно-поисковом бурении на нефть и газ. Насос горизонтальный, двухпоршневой двойного действия. Подача изменяется путем смены цилиндрических втулок диаметром 80, 90, 100 и 110 мм.

На гидроблоке насоса установлен специальный компенсатор для выравнивания давления на входе насоса. В насосе, смонтированном на раме, предусмотрены сменные накладки под крейцкопфы для защиты станины от износа, а также резьбовое соединение штока поршня со штоком ползуна. Насосом комплектуют установку УРБ -2А2. Заменяет насос 11ГрИ.

Насосный агрегат НБ-125 (9МГр) предназначен для перекачивания воды и глинистого раствора плотностью 1400 кг/м^3 и вязкостью до 60 с по СПВ-5, а также цементных растворов и тампонажных смесей при бурении скважин большого диаметра. Насос имеет приводные шкивы различных диаметров для двух частот вращения приводного вала. В комплекте насоса имеются сменные цилиндрические втулки пяти диаметров. В результате их применения можно получить десять ступеней регу-

лирования подачи раствора. Шейки приводного и коленчатого валов насоса закрепляются в роликоподшипниках, затянутых крышками и регулировочными прокладками. В малых головках шатунов установлены игольчатые подшипники, а в больших - роликоподшипники. Все узлы и подшипники смазываются маслом, забрасываемым большой шестерней в специальную желобную масленку, откуда оно по трубопроводам подводится к подшипникам. Насосом комплектуют буровые установки модификации 1БА15 и УБВ-600.

Насос поршневой буровой НБ-50 применяется при бурении скважин большого диаметра с подачей промывки, в т.ч. глинистого раствора, до 11 л/с ($40 \text{ м}^3/\text{ч}$) и давлением 6,3 МПа. Насосом комплектуют буровые установки модификации УРБ-3А3.

3. Технология бурения скважин

Технология (от греческого *искусство, мастерство*) бурения есть совокупность методов и показателей разрушения горных пород, осуществляемых с целью образования скважины. Процесс бурения каждой скважины имеет свои геолого-технические и технологические особенности. Для достижения эффективных результатов от бурового персонала требуются не только технические знания, но и большое мастерство.

В зависимости от горно-технологических условий определяются параметры технологического режима бурения. Технологический режим бурения заключается в регулировании значений параметров для достижения наиболее эффективных результатов проходки скважины. Главными параметрами технологического режима бурения являются осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент, частота его вращения и подача промывочного раствора в скважину.

Эффективность технологического режима бурения зависит от учёта многочисленных факторов взаимосвязи свойств горных пород и показателей назначения породоразрушающего инструмента, в том числе горно-технологических условий и физико-механических свойств горных пород. Основные свойства горных пород, определяющие регламент технологического бурения – это *твёрдость, абразивность, трещиноватость*. Общим условным показателем относитель-

ной работеёмкости разрушения горной породы в процессе бурения является категория горной породы по буримости. Каждая категория действующей шкалы адекватна количеству метров скважины, пробуренных за один час, то есть механической скорости.

Твердость пород определяется во взаимосвязи с их динамической прочностью и абразивностью, и выражается через объединенный показатель r_m , который связан с категорией горных пород по буримости, табл.3.1.

Трещиноватость пород проявляется в степени раздробленности керна на столбики и обломки, табл.3.2. Поэтому за основной количественный показатель трещиноватости принята удельная кусковатость K_u (количество кусков, обломков и столбиков на 1 м. выхода керна). В необходимых случаях могут применяться дополнительные критерии трещиноватости, в том числе, показатель w , определяющий среднее количество трещин, встречаемых коронкой за 1 оборот и выход керна V_k .

Общая классификация горных пород по механическим свойствам приведена в табл. 3.3.

Таблица 3.1.

Классификация горных пород по твердости

| Группа твердо- | Характеристика пород | Категория по бури- | Объединенный |
|----------------|----------------------|--------------------|--------------|
| I | В высшей степени | XI— XII | 51,0— |
| II | твёрдые | VIII— X | 115,0 |
| III | Очень твердые и | VI— VII | 15,0—51,0 |
| IV | твёрдые | IV— V | 6,8—15,0 |

Таблица 3.2.

Классификация горных пород по трещиноватости

| Группа пород | Степень трещиноватости гор- | Удельная кускова- | Показатель трещино- | Выход керна, |
|--------------|-----------------------------|-------------------|---------------------|--------------|
| I | Монолитные | 1-5 | до 0,50 | 100-70 |
| II | Слаботрещиноватые | 6-10 | 0,51-1,00 | 90-60 |
| III | Трещиноватые | 11-30 | 1,01-2,00 | 80-50 |
| IV | Трещиноватые | 31-50 | 2,01-3,00 | 70- 40 |
| V | Сильнотрещиноватые | 51 и более | 3,01 и более | 60-30 |
| | Весьма сильно-трещиноватые | | | и менее |

3.1. Технология алмазного бурения

Эффективность алмазного бурения определяется преимущественно в зависимости от горно-геологических и технологических условий разрушения горных пород. Их составляющими являются физико-механические свойства горных пород и регулируемое взаимодействие значений основных показателей параметров режима бурения: осевой нагрузки, частоты вращения ПРИ и подачи промывочной жидкости в скважину.

Осевая нагрузка является одним из факторов, от которых зависит интенсивность разрушения горной породы в процессе бурения. Осевая нагрузка устанавливается по удельной нагрузке на каждый единичный резец (алмаз) однослойной буровой коронки или на единицу площади торца матрицы для импрегнированной коронки.

Рекомендуемые удельные нагрузки на алмаз составляют 3...10 даН. При бурении глубоких скважин (более 1000 м) удельные нагрузки целесообразно повышать на 0,5...0,6 даН на каждые 100 м из-за потерь осевой нагрузки на трение бурильной колонны. На алмазные зёрна меньшего размера удельные нагрузки уменьшаются. Минимальные нагрузки применяются при бурении горных пород средней твёрдости и для пород большей твёрдости увеличиваются. Осевую нагрузку на однослойную коронку можно рассчитать по формуле:

$$P = 0,66QZp_y, \text{ даН}, \quad (3.1)$$

где Q- масса объёмных алмазов в коронке, кар. (из паспорта); Z- зернистость алмазов, шт/кар; p_y – рекомендуемая удельная нагрузка на алмаз, даН.

Пример. Коронка 01А4Д40К40-59, масса алмазов 8,3, зернистость 40 шт/кар, удельную нагрузку принимаем равной 6,5 даН.

Тогда $P = 0,66 \cdot 7,3 \cdot 40 \cdot 6,5 = 1252$ даН.

Для импрегнированных коронок удельные нагрузки составляют 30...180 даН/см² площади торца коронки.

При бурении монолитных пород 1, 11 групп по твёрдости малые удельные нагрузки приводят к заполированию алмазов с матрицей, снижению механической скорости проходки и прекращению углубки. Предельно большие нагрузки приводят к разрушению алмазов и преждевременному выходу коронок из строя. Могут происходить прижоги коронок и другие аварийные осложнения.

Осевую нагрузку необходимо снижать при бурении горных пород 3 – 5 групп по трещиноватости, а также перемежающихся по твёрдости и слоистых с большим углом падения пород, при возникновении вибраций бурового снаряда, при появлении нехарактерного шума в скважине.

При бурении горных пород 11, 111 групп по твёрдости (породы пластичного и хрупко – пластичного разрушения) по достижении нагрузки, при которой механическая скорость начинает уменьшаться, необходимо регулировать нагрузку при увеличенной подаче промывки.

Устанавливая осевую нагрузку необходимо учитывать и компенсировать снижение нагрузки на коронку под влиянием гидравлического подпора промывки.

Частота вращения бурового снаряда играет значительную и особую роль в достижении больших скоростей бурения. Дело в том, что при чрезмерном увеличении частоты вращения неограниченно растёт и механическая скорость бурения. Однако, при значительно большей частоте вращения появляются нежелательные и опасные по аварийным осложнениям явления. К ним можно отнести интенсивный износ коронки, зашламование забоя и прихват инструмента, нагрев коронки и её прижог, появление резонансных вибраций и поломка бурового снаряда, разрушение керна и другое. Поэтому надо учитывать, что частота вращения снаряда весьма чувствительный параметр и регулировать его необходимо в соответствии с установленным технологическим регламентом.

В хрупких и упруго-хрупких горных породах (кристаллические, изверженные, метаморфические 1 – 111 групп по твёрдости) допустимо бурение на максимальных частотах вращения. Породы пластичные и хрупко-пластичные (песчано-глинистые, сланцы, аргиллиты и другие породы, шлам которых способен слипаться необходимо бурить на более низких частотах вращения. Рациональным диапазоном частот являются 500...600 мин⁻¹.

Выбор частоты вращения зависит также от типа матрицы коронки. Импрегнированные коронки менее восприимчивы к ударным нагрузкам, поэтому для них допускаются более высокие частоты вращения. Рекомендуемые значения окружных скоростей для импрегнированных коронок составляют 2...4, для однослойных коронок 1...3 м/с.

Частота вращения снижается при увеличении трещиноватости горных пород на 20...50 % по сравнению с частотой вращения для монолитных пород. Снижают частоту вращения и при бурении очень твёрдых пород типа яшм, джеспилитов, так как малое количество шлама при их

бурении недостаточно для абразивной обработки матрицы коронки и обнажения алмазов. Последствием такого режима является заполирование коронки.

Подача промывочной жидкости на забой скважины является активным параметром технологического режима бурения. От количества и качества промывочной жидкости зависит эффективность работы породоразрушающего инструмента (алмазной коронки), интенсивность охлаждения матрицы коронки, удаление шлама из забоя скважины, сохранение керна и устойчивости стенки скважины.

Недостаточное количество промывки приводит к образованию шламовых сальников, налипанию на забое шлама, который нарушает процесс разрушения породы; вызывает повышенный износ алмазов и матрицы коронки, а также неоправданные энергозатраты на бурение. Избыточное количество промывки способствует интенсивному выносу разрушенной породы, что препятствует необходимому обнажению алмазов из-за малого износа матрицы коронки – матрица заполировывается и теряет свою работоспособность.

Среднее значение подачи промывки в скважину составляет 2,7...3,0 л/мин на 1 см² площади кольцевого пространства между бурильными трубами и стенкой скважины (скорость восходящего потока промывки 0,5...0,7 м/с). Во всех случаях с повышением механической скорости бурения необходимо увеличивать количество промывочной, подаваемой на забой. С увеличением твёрдости горных пород подачу промывки уменьшают.

Давление промывочной жидкости в нагнетательной системе насоса позволяет контролировать процесс бурения. Постепенное повышение давления может свидетельствовать об износе коронки, зашлифовании торца матрицы, недостаточной очистке забоя; резкое повышение давления свидетельствует о прихватах или прижоге буровой коронки, вызванных нарушением промывочного режима и повышением температуры на торце коронки. Падение давления может быть связано с нарушением герметичности резьбовых соединений бурильной колонны или с появлением водопоглощающих горизонтов. Минимально допустимый предел количества подаваемой жидкости составляет 5...7 л/мин.

Назначение и свойства алмазных коронок.

Алмазы, расположенные в матрице, по своему назначению разделяются на объемные и подрезные: объемные — находятся на торцевой поверхности или внутри матрицы и являются породоразрушающими резцами; подрезные — размещаются на боковых поверхностях матрицы с ее внутренней и наружной сторон. Они калибруют стенки скважины, обрабатывают боковую поверхность керна и предохраняют коронку от чрезмерного износа по наружному и внутреннему диаметрам.

В качестве объемных алмазов из природного алмазного сырья используются алмазы XV, XXXV и XXXVI группы, из синтетического сырья — алмазы марки АРС-3, АРК-4, АС-50, а также спеки марки СВСП.

В подрезном слое и для армирования расширителей используются природные алмазы XXXIV гр. и синтетические АРС-3-О (овализованные).

Алмазный породоразрушающий инструмент характеризуется следующими конструктивными параметрами:

- размером объемных и подрезных алмазов;
- качеством используемого алмазного сырья;
- схемой расположения алмазов, их насыщенностью и выпуском из матрицы;
- формой торца;
- размерами по внутреннему и наружному диаметрам;
- характером и геометрическими параметрами промывочной системы;
- свойствами матрицы.

В зависимости от размеров используемого алмазного сырья коронки разделяются на три группы: однослойные, импрегнированные и комбинированные. *Однослойные* — характеризуются расположением объемных алмазов от 5—2 до 90—60 шт./кар в один слой по торцевой по-

верхности матрицы. *Импрегнированные*—имеют равномерное насыщение алмазами крупностью 120 шт./кар и мельче по всему объему слоя матрицы.

Комбинированные коронки сочетают признаки однослойных и импрегнированных коронок. и применяются в основном со съёмными колонковыми снарядами.

В геологоразведочном бурении допускается применение алмазного породоразрушающего инструмента 6 размеров (по диаметру): 36, 46, 59, 76, 93 и 112 мм.

Каждый алмазный инструмент на корпусе коронки имеет маркировку, в которой указывается номер партии и заводской номер. В паспорте на коронку дополнительно приводятся: индекс, определяющий номер конструкции коронки, индекс износостойкости матрицы, качество, размеры и масса алмазов.

Пример обозначения алмазных коронок 01 АЗ—Д20—К20:

01;02;03и т.д.—порядковый номер конструкции коронок, присваиваемый базовым отделом по стандартизации алмазного инструмента;

А, И коронки: А— однослойные, И — импрегнированные;

1, 2, 3, 4, 5— твердость матрицы HRC =11-16; 16-21; 21-26; 31-36; 51-56;

Б, В, Н и т. д.— качество объемных алмазов:

Б — подгруппа XVа, 1-е качество;

В — подгруппа XVа, 2-е качество;

Н— подгруппа XVа, 3-е качество;

Т— подгруппа XVв, 4-е качество;

К— подгруппа XXXIVб (овализованные);

Л— подгруппа XXXIVе (овализованные);

Д — группа XXXVa (дробленые);

П — группа XXXVI (полированные);

Р — рекуперированные;

СВ — синтетические алмазы марки APC-3;

2, 5, 8, 12, 20 и т. д. —минимальное число зерен алмазов в данной фракции для объемных резцов, шт./кар;

Б, В, К, Л, П, ОСВ — качество подрезных алмазов (ОСВ-синтетические овализованные алмазы марки APC-3-О);

2, 5, 8,12, 20 и т. д.—минимальное число зерен алмазов подрезных резцов, шт./кар.

При учете *твердости пород* необходимо руководствоваться следующим положением: с ростом твердости породы должен уменьшаться размер алмазного зерна. В породах У-1Х категорий по буримости следует использовать алмазы размерностью 75-5 шт/кар, Х-ХП – от 90...60 шт/кар и мельче. С увеличением твердости выпуск алмазов из матрицы, как правило, должен уменьшаться, обеспечивая при этом достаточные зазоры для нормальной очистки забоя от шлама. Чем твёрже порода, тем выше должно быть качество алмазов: породы У-1Х категорий можно бурить дроблеными и синтетическими (СА) алмазами; при бурении твердых и в высшей степени твердых пород используют полированные и овализованные алмазы. Как исключение допускается применение полированных алмазов размерностью 40-30 и 50-30 шт/кар для бурения монолитных пород Х-Х1 категорий. Рекомендации по выбору зернистости алмазов и их качеству в зависимости от твердости пород приведены в табл.3.4.

Таблица 3.4.

Выбор алмазов по группам твёрдости горных пород

| Характер-ка алмазов | Группа пород по твердости (категория по буримости) | | | |
|---------------------|--|--------------|----------------|--------------|
| | I (Х1-ХП) | II (УШ-Х) | III (У1-УП) | IV (1У-У) |
| | | | | |

| | | | | |
|--|---|---|---|--|
| Размерность Алмазов, шт./кар (мкм) | 400 – 120 (1000 и менее) | 120 – 30 (1000 – 1250) | 30 - 8 (1250-2500) | 12 – 5 (2500–2000) |
| Качество | Полированные, овализованные (дробленые) | Полированные, овализованные, СА типа АРС-3 (до УШкатегории), Твесал | Дробленые (полированные), сверхтвердые материалы СА типа АРС-3. | Сверхтвёрдые материалы, дробленые АРС-АРК-1, спеки СВС |
| Выпуск из матрицы | Не выступающие и выступающие | Выступающие незначительно | Выступающие | |

Для пород различной степени трещиноватости, необходимо учитывать следующее: при бурении в монолитных породах наиболее оптимальными являются коронки с толщиной матрицы 6,0-7,0 мм, в слаботрещиноватых 8,0-9,0 мм и трещиноватых 10,0-11,0 мм; в сильнотрещиноватых дезинтегрированных породах следует применять в комплекте с двойными колонковыми трубами толстостенные и специализированные коронки, ширина матрицы которых составляет 10,0-17,0 мм.

С увеличением трещиноватости пород необходимо применять более качественные алмазы, так как работоспособность коронок, армированных полированными алмазами, при бурении сильнотрещиноватых пород выше, чем работоспособность коронок с дроблеными и овализованными алмазами.

Выпуск алмазов из матрицы должен уменьшаться с увеличением степени трещиноватости и составлять не более 10 % диаметра применяемых алмазов для бурения сильнотрещиноватых пород. Рекомендуемые параметры алмазных коронок в зависимости от степени трещиноватости пород приведены в табл.3.5.

Абразивность горных пород вызывает необходимость выбора соответствующей твёрдости матрицы: чем выше абразивность, тем тверже должна быть матрица. Определяющим является условие – износ матрицы в процессе бурения должен незначительно опережать износ алмазов, обеспечивая их режущие свойства и необходимые зазоры для выноса шлама с поверхности разрушения.

Таблица 3.5.

Параметры алмазных коронок по группам трещиноватости горных пород

| Характеристика | Показатели | | |
|--------------------------------------|------------|---------|------------|
| | 1 - 2 | 3 | 4 -5 |
| Группа трещиноватости | | | |
| Удельная кусковатость, K_v , шт./м | 1 – 10 | 11 – 30 | 31 и более |

| | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------|--------------------|
| Степень трещиноватости | Монолитные и слабо-трещиноватые | Трещиноватые | Сильнотрещиноватые |
| Толщина матрицы, мм | 6,0 – 7,0 (увеличивается) до 17,0 | | |
| Качество алмазов | Дробленые (повышается) полированные | | |
| Выпуск алмазов по диаметру, % | От 25 (уменьшается) до 10 | | |
| Насыщенность матрицы алмазами, кар. | Высокая (уменьшается) до 3 – 9 | | |

Диаметр коронок и технологические параметры алмазного породоразрушающего инструмента определяются целевым назначением, горно-технологическими условиями и конструкцией скважины.

На основе комплексной оценки физико-механических свойств пород и типизации геолого-технических условий месторождения выбирают соответствующий тип коронки для промышленной эксплуатации. Эффективность выбранного типоразмера алмазного инструмента оценивается различными методами, в том числе в процессе бурения при обязательном постоянном контроле за расходом алмазов (расход не должен превышать нормативных значений).

Алмазные коронки, применяемые в геологоразведочном бурении.

Коронки с природными алмазами для одинарных колонковых снарядов: 01А3; 01А3М; 01А4; 01А4М; 02ИЗГ; 02ИЗГМ; 02И4Г; 02И4ГМ; 20ИЗГ; 21МЗГ; 22ИЗГ; 26ИЗГ; 04А3; 07А3; 14А3; А4ДП; И4ДП; 02Г3; 02Г3М; 15А3; 16А3; ЮКИ.

Коронки с природными алмазами для бурения со съёмными керноприёмниками: К-90; К-90-1; К-90-2; К-96; К-01; К-01-1; К-01-2; К-01-3; К-02; К-08; К-09-И2Г; КАСК-ОЦ; КАСК-ОЦ-1; КАСК-ОЦ-2; КАСК; 17-А4; К-18; К-18; КТ-76; К-30; К-45; К-70; К-61(62,63).

Коронки для направленного бурения: 12А3; 13ИЗ.

Коронки для двойных колонковых труб: 18А3; 19ИЗГ; КУТВ; 10А3; 11ИЗГ; ЮКИД; ЮКИС; КСЦ; КДТО; АКДТ

Коронки с синтетическими алмазами: 02ИЗСВ (4СВ); 15 (16)А3СВ; КРК; КВ; 01КС; 02(03,05,07)КС; ЮКИ-СВ; КСК-05ИЗ; 03Р3(4); 01А3(4) СВДК; 02ИЗ(4) ССВК; 06ИЗ(4) ССВК; БС03(2-7,18,20,23).

Коронки комбинированные (природные и синтетические алмазы): 02ИЗ; 32ИЗГ; КО8; КАСК-ОЦ; 02ИЗ; 02И4; 02ИЗ-ГВ; 32ИЗГ; КГ-8; 02ИЗ. Кроме приведённых типов коронок в геологоразведочном бурении применяются специальные алмазные коронки и алмазные долота для бурения без отбора керна.

3.2. Технология твёрдосплавного бурения

Эффективность твёрдосплавного бурения зависит преимущественно от горно-геологических и технологических условий разрушения горных пород, а также конструктивных особенностей ПРИ. Их составляющими являются физико-механические свойства горных пород, регламентируемое взаимодействие значений основных показателей параметров режима бурения: осевой нагрузки, частоты вращения инструмента, подачи промывочной жидкости; и показателя интенсивности разрушения горной породы (удельное объёмное разрушение) ПРИ.

Осевая нагрузка является наиболее значимым параметром режима бурения в достижении наибольшей эффективности процесса бурения. Для оценки эффективности, в качестве критерия может быть принята механическая скорость бурения. Подтверждается это тем, что при бурении скважин малого диаметра повышение осевой нагрузки всегда приводит к увеличению механической скорости. Необходимо также отметить, что с увеличением прочности пород на скалывание, влияние осевой нагрузки возрастает. Однако, практика показывает, что рост механической скорости не беспределен и её влияние не однозначно. Увеличение осевой нагрузки и, соответственно, рост механической скорости ограничены прочностью режущих элементов (резцов) коронки и горной породы.

Для коронок малого диаметра на начальном интервале повышения осевой нагрузки (95...120 даН на резец) характерна линейная зависимость роста механической скорости. При дальнейшем увеличении (120...135 даН) эта зависимость носит нелинейный характер. При достижении больших нагрузок (140...160 даН) наблюдается максимум механической скорости, после чего идёт её снижение. Повышенные осевые нагрузки приводят к возникновению вибраций, сколам твёрдосплавных резцов, зашламованию забоя и другим негативным последствиям, отрицательно влияющим на процесс разрушения горной породы. Расчёт осевой нагрузки производят по формуле $P = C_0 t$, где C_0 – усилие на резец, t – число основных резцов в коронке.

Частота вращения коронки существенно влияет на скорость бурения в сочетании с определёнными значениями осевой нагрузки. В более прочных горных породах на скалывание. при достижении предельных значений осевой нагрузки, частоту вращения рекомендуется снижать из-за увеличения интенсивности износа резцовых элементов. Наибольший рост механической скорости отмечается с повышением частоты вращения при бурении пород осадочного и метаморфического комплекса. В породах магматических прирост скорости в зависимости от частоты вращения менее значителен.

Высокая частота вращения, не соответствующая выбранной конструкции бурового снаряда, может вызвать недопустимые вибрации буровой колонны и привести к её поломке.

Изменение механической скорости от частоты вращения коронки носит нелинейный характер и при её повышении увеличивается только до определённого значения, после которого снижается. При бурении малыми диаметрами максимальная эффективность достигается при частоте вращения коронки 400...500 мин⁻¹. При бурении диаметром более 76 мм частоту вращения целесообразно снижать до 200...300 мин⁻¹. Максимальная механическая скорость соответствует окружной скорости коронки 1,4...1,5 м/с. По формуле $n = 60v_{окр}/\pi D$ мин⁻¹, в зависимости от диаметра скважины D , можно определить необходимую частоту вращения буровой коронки.

Промывка скважины определяется количеством подаваемой на забой промывочной жидкости. Количество промывочной жидкости принято находить из рекомендуемой удельной подачи л/мин на 1 см диаметра скважины по формуле $V = V_{уд} D$, л/мин, где $V_{уд}$ - удельная подача промывки на 1 см диаметра бурения, л/мин;

При бурении рыхлых, неустойчивых, слабосвязных пород (ребристыми коронками) рекомендуемая удельная подача промывки на 1 см диаметра скважины составляет 10...15 л/мин. В породах средней твёрдости – 10...12 л/мин.

Можно также определить потребный расход промывки, исходя из рекомендуемой скорости восходящего потока, умножив эту величину на площадь кольцевого канала между стенками скважины и бурильными трубами. При бурении пород малой твёрдости скорость восходящего потока принимают в пределах 0,6... 0,8 м/с.

Для нормализации режима промывки скважины в сложных геолого-технических условиях разработаны различные промывочные растворы со специальными свойствами. Они изложены в справочной литературе.

В производственных условиях проводят оперативный контроль плотности и вязкости промывочного раствора. Плотность наиболее распространённых глинистых растворов в нормальных условиях составляет $\rho = 1,05 \dots 1,3 \text{ г/см}^3$. В осложнённых условиях для придания раствору особых свойств используют различные добавки. Так, используя ПАВ, вязкость шламовых растворов повышают до $1,3 \dots 1,4 \text{ г/см}^3$, что способствует удержанию шлама во взвешенном состоянии. В условиях бурения глинистых, сланцеватых набухающих пород, при вскрытии проницаемых пластов и уменьшения потерь циркуляции применяют эмульсионные растворы пониженной плотности $0,95 \dots 0,98 \text{ г/см}^3$. При необходимости плотность глинистого раствора добавкой инертных утяжелителей доводят до $2,4 \text{ г/см}^3$. Плотность раствора измеряют ареометром (АГ-ЗПП).

Вязкость (условная) для нормальных глинистых растворов составляет $20 \dots 25 \text{ с}$. В осложнённых условиях вязкость доводят до 50 с , а в исключительных случаях до «не течёт». Замер вязкости раствора производится вискозиметром СПВ-5.

Промывка при бурении пород малой твёрдости имеет преобладающее значение. При подаче большого количества промывочной жидкости она не только быстро удаляет шлам с забоя, но и вследствие гидромониторного воздействия способствует разрушению горных пород. Слишком большой расход жидкости может привести к размыву ствола, образованию каверн и искривлению скважины. Поэтому подачу промывки корректируют в зависимости от конкретных горно-геологических условий.

Так как породы первых четырех категорий при обнажении слабоустойчивые, для промывки с креплением стенок скважин используют глинистые, безглинистые, полимерные и другие растворы. При бурении продуктивных пластов на воду для предотвращения кольматации применяют малоглинистые или со специальными реагентами растворы.

Бурение средне-твёрдых горных пород IV - VIII категорий по буримости входят разнообразные породы, что необходимо учитывать при обосновании параметров режима бурения. Комплекс этих пород бурится со значительно меньшей, скоростью, чем мягкие породы, поэтому роль промывки в данных условиях снижается и большее значение приобретают осевая нагрузка и частота вращения снаряда.

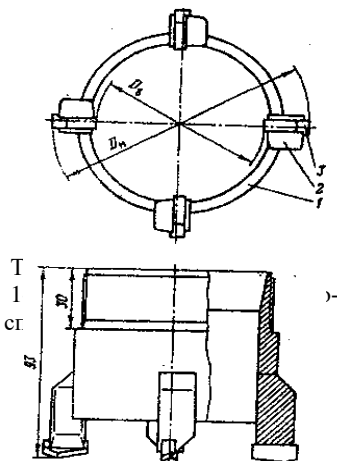
Буровые твёрдосплавные коронки по классификации СКБ «Геотехника» подразделяются на три группы: I- для бурения мягких горных пород, II- для бурения малоабразивных пород средней твёрдости и III- для бурения абразивных пород.

Ребристые коронки типа М предназначены для бурения рыхлых и связных горных пород, набухающих, а также с пропластками более твердых пород до IV категории, в том числе гравийно-галечных до VI категории по буримости. Коронки достигают высоких механических скоростей с образованием большого количества крупного шлама. В коронках на короночном кольце крепят (приваривают к наружной поверхности или в пазах торца) металлические ребра, которые обеспечивают большие зазоры между стенками скважины и колонковой трубой. Коронки армируют пластинами твердого сплава площадью сечения до $50-60 \text{ мм}^2$ при толщине до 10 мм , укрепленными на ребрах, а также непосредственно на корпусе коронок. Отдельные типы коронок имеют ступенчатый торец.

В группе ребристых коронок типа М разработано несколько вариантов. Наибольшее распространение получили коронки М6, так как они чаще всего применяются при забурировании скважин.

Коронки М5 и М6, рис.3.1, имеют ребра, которые фрезеруют породу, приваренные в пазах в торце короночного кольца. Число ребер зависит от диаметра коронки.

В прямоугольных пазах ребер запаивают по четыре пустотелых восьмигранных резца (коронки М5) или пластину размером $5 \times 19,5 \text{ мм}$ (коронки М6) со специальным установочным выступом.

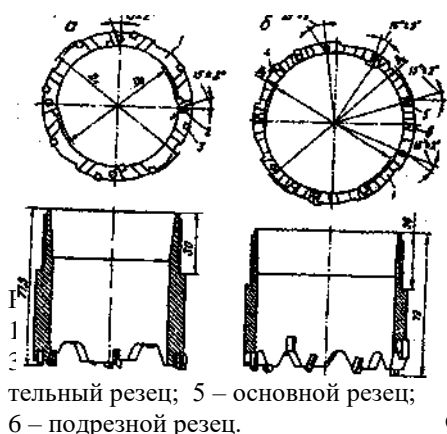


Резец имеет ассиметричную клиновидную форму и удлиненную калибрующую грань, перекрывающую всю ширину ребра. Коронки имеют повышенный ресурс работы.

Коронки типа СМ предназначены для бурения малоабразивных, монолитных и перемежающихся горных пород средней твердости; так как эти коронки предназначены для разбуривания широкого диапазона пород с различными механическими свойствами, они оснащаются резцами различной формы, значительно отличающимися по схеме размещения на торце короночного кольца, углом поворота, выступом от торца и др.

Группа серийных резцовых коронок в отличие от ребристых имеет гладкий корпус и армируется резцами, имеющими в сечении форму квадрата (ранее коронки этого типа армировали резцами в форме восьмигранников или прямоугольных призм).

Коронки СМ4, рис.3.2а, армированы резцами из сплава ВК6 формы 75107. Торце коронки полностью перекрывается группой из трех резцов, расположенных в отдельных зубках по наружному и внутреннему диаметрам и в центре короночного кольца.



Выступ резцов относительно торца различен, что вызывает образование в процессе бурения ступенчатого забоя. Центральные резцы выступают относительно торца на 4 мм, внутренние подрезные - на 3,5 и наружные - на 2,5 мм.

Коронка СМ5 отличается от коронки СМ4 групповым расположением резцов и таким же трёхрядным размещением. Резцы в коронках установлены под углом к забою и развернуты вокруг оси на угол от 15 до 25°. Угол наклона отрицательный -15°. При таком расположении боковые грани резцов образуют двугранно-отрицательный передний угол, что способствует повышению скорости бурения и износостойкости коронки, снижению их сколов и поломок.

Коронка СМ6, рис.3.2(б). Режущий торец коронок армируется твердо-сплавными резцами из сплава ВК6 формы Г5108. В отличие от коронки СМ5, резцы в коронке СМ6 ориентированы в пространстве в горизонтальной и вертикальной плоскостях, что улучшает условия резания горной породы. Резцы в каждой группе устанавливаются на различной высоте относительно торца коронки. В процессе бурения на забое образуются уступы с дополнительной обнаженной поверхностью, что облегчает процесс резания.

Коронки типа СА – самозатачивающиеся. Предназначены для бурения абразивных, монолитных, слаботрешиноватых (СА4) и перемежающихся по твердости горных пород. Коронки армированы режущими вставками (пакетами резцов) с резцами малой площади сечения 1,8x1,8 мм и 0,7x7,5 мм (тонкопластинчатые), а также дополнительными подрезными резцами сечением 1,5x3,0. Отличием коронок СА5 и СА6 является то, что дополнительные резцы формы Г5106 выступают за контуры подрезных и основных резцов на 0,5 мм., совмещая функции подрезных и дополнительных подрезных резцов.

Число резцов для различных типов коронок определяется их конструктивными особенностями, в том числе для коронок СМ:

| | | | |
|--------------------------------|---------|-----------|-----------|
| Коронки СМ4, диаметр, мм | 46 - 59 | 76 – 112; | 132 – 151 |
| число резцов в группе..... | - | 3 | 3 |
| число групп..... | - | 3 | 4 |
| Коронки СМ5, СМ6: | | | |
| число резцов в группе..... | 3 | 3 | 3 |
| число групп | 4 | 4-6 | 8 |

Типоразмеры твердосплавных коронок и рекомендуемые области их применения приведены в табл. 3.6.

Специализированная коронка СМ8 предназначена для бурения с промывкой, «всухую» и с промывкой монолитных, среднетрещиноватых, малоабразивных и валунно-галечных горных пород III-IX, частично X, категорий. Конструкция коронки имеет широкий диапазон диаметров бурения: СМ8-93; 112; 132; 151; 172; 222; 276; 328. Ресурс коронок выше, чем у серийных на 35%, и достигается за счёт конструктивных решений и применения новых марок твёрдосплавных пластин (ВК6КС).

Таблица 3.6.

Рекомендации по применению коронок

| Типоразмер коронки | Диаметр наружный/внутренний, мм | Рекомендуемая область применения | | | | | |
|--------------------|---------------------------------|--|---|-------|---|--|--|
| | | Свойства горных пород | Категории горных пород по буримости. | | | | |
| М6 - 93 | 93/54 | Мягкие неустойчивые породы с прослоями твёрдых пород Малоабразивные, монолитные, слаботрещиноватые | I — IV с прослоями V — VI. Глины, песчаники, гипсы, ангидриды, глинистые сланцы с прослоями валунно-галечников. VI, частично VII. Алевролиты, аргиллиты, глинистые и песчаные сланцы, известняки, слабые песчаники и др. | | | | |
| М6-112 | 112/73 | | | | | | |
| М6 -132 | 132/93 | | | | | | |
| М6 - 151 | 151/112 | | | | | | |
| СМ4 -76 | 76/58 | | | | | | |
| СМ4 -93 | 93/74 | | | | | | |
| СМ4 -И2 | 112/93 | | | | | | |
| СМ4 -132 | 132/113 | | | | | | |
| СМ4 -151 | 151/132 | | | | | | |
| СМ5-46 | 46/31 | | | | | | |
| СМ5-59 | 59/44 | | | | | | |
| СМ5-76 | 76/58 | | | | | | |
| СМ5 -93 | 93/75 | | | То же | V— VI. Доломиты, известняки, глинистые и песчаные сланцы, серпентиниты и др. | | |
| СМ5-112 | 112/94 | | | | | | |
| СМ5 -132 | 132/114 | | | | | | |
| СМ6-46 | 46/31 | | | | | | |
| СМ6-59 | 59/44 | | | | | | |
| СМ6 -76 | 76/58 | | | | | | |
| СМ6 - 93 | 93/75 | | | | | Малоабразивные монолитные и трещиноватые | V— VI. Доломиты, известняки, серпентиниты, перидотиты и др. |
| СМ6-112 | 112/94 | | | | | | |
| СМ6-132 | 132/114 | | | | | | |
| СМ6 -151 | 151/132 | | | | | | |
| СА4-59 | 59/42 | Абразивные, монолитные, слаботрещиноватые | VI – VIII, частично IX. Габбро, порфириты, диориты, гранатовые | | | | |
| СА4-76 | 76/58 | | | | | | |
| СА4-93 | 93/73 | | | | | | |
| СА4-112 | 112/92 | | | | | | |
| СА4-132 | 132/112 | | | | | | |
| СА5-59 | 59/42 | | | | | | |
| СА5-76 | 151/132 | | | | | | |

| | | | |
|---------|---------|---|--|
| СА6-93 | 59/42 | Абразивные, монолитные, перемежающиеся. | скарны и др. VI – VIII, частично IX. Песчаники, алевролиты, габбро, диориты, порфириды, окварцованные известняки и др. |
| СА6-112 | 76/58 | | |
| СА6-132 | 93/73 | | |
| | 112/92 | | |
| | 132/112 | | |

Для бурения перемежающихся по твёрдости с пропластками твёрдых горных пород предназначены *коронки типа СТЗ-132; СТЗ-151 и СТЗ-172*. Эти коронки армированы пластинами твёрдого сплава 3х3 и 4х4 мм. Их устанавливают под углом относительно оси и развёрнуты.

Коронка СМ9 представляет дальнейшее развитие технических достижений коронок группы СМ-СТ, в ней объединены лучшие конструктивные особенности коронок СМ4, СМ5 и СМ6. Коронки СМ9, по данным д.т.н. А.Т. Киселёва, предназначены для вращательного и вращательно-ударного колонкового бурения однородных и перемежающихся по твёрдости малоабразивных монолитных и трещиноватых пород V-VII, частично VIII, категорий по буримости.

Учитывая многообразие геолого-технических условий, в которых возможно применение коронок СМ9, предусмотрено их изготовление в нескольких модификациях, табл. 3.7. Конструктивные особенности коронок позволяют вести бурение с использованием промывочных жидкостей, в т.ч. глинистых растворов, с продувкой воздухом или призабойной циркуляцией, а также с применением гидроударных машин.

Базовая модель предназначена для бурения преимущественно однородных монолитных пород V-VI категорий, а усиленная (с большим числом резцов)- для более твердых перемежающихся пород; модификация с расположением резцов под отрицательным углом к забою - для бурения трещиноватых разновидностей указанных групп горных пород. Ресурс коронок СМ9 в 2 раза превосходит ресурс заменяемых коронок.

Универсальная буровая коронка «КРАБ» (Коронка Резцово-Автономная термомеханическая), рис. 16. Назначение коронки, по данным д.т.н. Бродова Г.С., - колонковое бурение средне-твёрдых и твёрдых горных пород с термомеханическим эффектом ослабления прочности разрушаемого слоя.

Технологически конструкция коронки - универсальная. Разрушение мягких и несвязных горных пород осуществляется резцовыми элементами коронки, выступающими автоматически под действием автономной нагрузки, встроенным в коронку упругим элементом. Бурение средней твёрдости и твёрдых горных пород осуществляется последовательно сначала прогревом пограничного слоя забоя термофрикционным элементом коронки за счёт теплоты трения, а затем его срезанием. Взаимодействие двух элементов коронки позволяет кратно увеличить механическую скорость бурения средне-твёрдых горных пород безалмазным способом.

Таблица 3.7.

Техническая характеристика коронок СМ9

| Типоразмер коронок | Диа- | Число резцов | | Масса, кг |
|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-----------|
| | Наруж- ный, D/ | базовая модель | усилен- ная мо- | |

| | | | | |
|---------|---------|----|----|------|
| СМ9-46 | 46/31 | 3 | 4 | 0,30 |
| СМ9-59 | 59/44 | 4 | 5 | 0,42 |
| СМ9-76 | 76/59 | 5 | 6 | 0,61 |
| СМ9-93 | 93/75 | 6 | 8 | 0,83 |
| СМ9-112 | | 8 | 10 | 1,03 |
| СМ9-132 | 112/94 | 10 | 12 | 1,23 |
| СМ9-151 | | 10 | 12 | 1,42 |
| СМ9-171 | 132/114 | 18 | — | 4,00 |
| СМ9-197 | | 18 | — | 4,20 |
| СМ9-222 | 151/133 | 24 | — | 4,50 |
| СМ9-248 | | 30 | — | 5,00 |
| СМ9-276 | 171/146 | 30 | — | 5,30 |
| СМ9-327 | | 30 | — | 6,00 |
| | 197/172 | | | |
| | 222/200 | | | |
| | 248/222 | | | |
| | 276/252 | | | |
| | 327/302 | | | |

Успешно используется коронка «КРАБ» при бурении горных пород с перемежающейся твёрдостью и в моренных отложениях. Из процесса бурения исключается необходимость смены породоразрушающего инструмента при переходе из мягких пород в твёрдые. Перенастраивается режим бурения при переходе в твёрдые породы счёт включения в работу термофрикционного элемента с генерированием теплового потока трения, после чего автоматически устанавливается термомеханический процесс бурения. По мере износа коронку можно перезаправлять, продлевая ресурс её работы заменой резцовых элементов. Практически, коронку можно использовать для бурения любых горных пород.

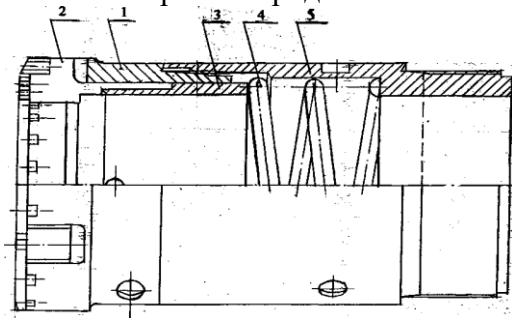


Рис. 3.3. Коронка «КРАБ»

1 - корпус (с термофрикционным элементом); 2 – резцовый сменный элемент; 3 – кольцо нажимное; 4 – пружина; 5 – удлинитель.

Область применения коронок «КРАБ» - бурение геологоразведочных, гидрогеологических, технических и эксплуатационных скважин в скальных средне крепких горных породах; эффективно применение в моренных отложениях и железобетонах.

Техническая характеристика:

- диаметры бурения, мм..... 59,76,93,112
- осевое давление на коронку (удельное), даН/см²..... 100-120
- давление на резцы (автономно), даН..... 100-300
- частота вращения коронки, мин⁻¹..... 300-450
- режим промывки, л/мин..... 8 -12
- потребляемая мощность (удельная), Вт/см²..... 300-400
- ресурс – возобновляемый, заменой сменного резцового элемента
- механическая скорость (экспериментальная) по категориям буримости горных пород, м/час:

| | |
|----------------|---------|
| У; У1 | 5-8 |
| У11; У111..... | 3-6 |
| 1X; X | 1,8-2,4 |

3.3. Технология бурения шарошечными долотами

Осевая нагрузка является важнейшим параметром, определяющим эффективность процесса бурения. В то же время, известно, что механическая скорость бурения скважин находится в прямой зависимости от величины соотношения осевой нагрузки и частоты вращения долота. Для большинства твёрдых горных пород эта зависимость реализуется при выборе рационального типа породоразрушающего инструмента с учётом механических свойств горных пород: динамической прочности, твердости и абразивности, в первую очередь, вызывающих износ конструктивных и разрушающих породу элементов вооружения долот.

В производственных условиях твёрдость и прочность пород оценивают механической скоростью бурения и износом породоразрушающего инструмента. Эти показатели не всегда соответствуют рациональному типу выбранных шарошечных долот, так как однотипные породы часто неидентичны по своим механическим свойствам, хотя и относятся к одним и тем же стратиграфическим отложениям. Горные породы одних и тех же отложений отличаются по прочности, твердости, абразивности и трещиноватости.

Так, в большинстве гидрогеологических разрезов при бурении скважин на воду в геологическом строении присутствуют следующие породы: пески, суглинки, галечник, валунные морены, мергели, песчаники, аргиллиты, известняки, глины, глинистые сланцы, гравелиты, граниты, порфириды и др. Каждая горная порода требует применения типа долот соответствующего её свойствам буримости. На практике выбирают долота, обеспечивающие эффективность бурения группы схожих по свойствам горных пород. Каждый тип долота отличается конструкцией опор (подшипники) и вооружением - числом и размерами зубьев на шарошках., геометрией их расположения и материалом. Такое многообразие сочетания свойств требует индивидуального обоснования и расчёта осевой нагрузки на выбранный тип долота.

Мягкие, вязкие глины и другие связные породы разбуривают трехлопастными долотами; песчаники и известняки средней твердости - шарошечными долотами типа С, абразивные песчаники, крепкие известняки и доломиты - долотами типа Т, мелкокристаллические сланцы, доломиты и кварциты - шарошечными долотами типа К. Выбор типа долота связан с глубиной внедрения зуба в горную породу и его износом.

Кроме твёрдости горных пород, на выбор осевой нагрузки оказывают влияние и другие механические свойства. Большинство горных пород являются хрупкими, пластично-хрупкими и пластичными. В хрупких и пластично хрупких горных породах с малым коэффициентом пластичности максимум механической скорости бурения достигается при умеренных значениях осевой нагрузки и высоких скоростях вращения породоразрушающего инструмента. Хрупкие породы при разрушении истираются и скалываются, поэтому в хрупких породах целесообразно тип породоразру-

шающего инструмента выбирать в зависимости от предела прочности пород на сжатие и интенсивности истирания породоразрушающего инструмента.

В практике, часто встречающиеся аргиллитовые породы разбуривают шарошечными долотами типов МС, С, а при наличии в аргиллитовых сланцах трещиноватости выбор типа долота затруднен; здесь предпочтение отдается долотам типа СТ. В процессе разбуривания аргиллитовых сланцев VI-VII категорий по буримости нередки случаи, когда рейс прерывается из-за износа вооружения долота при еще работоспособных опорах. В таком случае применяют штыревые долота типа СЗ. Эти долота часто не дают нормируемой проходки, если породы абразивные. Сравнительно низкие механические скорости при бурении штыревыми долотами объясняются тем, что сферическая поверхность штырей в сочетании с неровной поверхностью забоя повышает вибрацию долота и начинается интенсивный износ опоры. Осевую нагрузку приходится ограничивать.

Очевидно, для разбуривания аргиллитовых сланцев высокой трещиноватости целесообразно использовать долота типа СТ дробящего действия.

Для большинства разрезов в процессе разбуривания песчаников следует учитывать абразивный износ породоразрушающего инструмента.

В трещиноватых монолитных породах с повышением скорости вращения долота износ вооружения долот изменяется прямо пропорционально частоте вращения. В породах высокой трещиноватости частоту вращения снижают до $60 \dots 80 \text{ мин}^{-1}$, а при повышении её до $120 \dots 160 \text{ мин}^{-1}$ глубина внедрения зубьев начинает заметно уменьшаться, появляется вибрация и бурение становится неэффективным. Несмотря на то, что повышение частоты вращения приводит к увеличению числа повреждений забоя скважины зубьями шарошек, разрушительный эффект каждого зуба уменьшается. При работе шарошечного долота шарошки перекатываются по деформируемому забюю, и под действием возникающих крутильных колебаний окружная скорость изменяется от максимума до нуля, уменьшается механическая скорость бурения, породоразрушающий инструмент подвергается действию ударов, и в результате разрушаются зубья шарошек.

При разбуривании пород высокой трещиноватости снижают осевую нагрузку и частоту вращения до минимальных значений. При этом устанавливают определенное соотношение между частотой вращения и осевой нагрузкой при оптимальной подаче промывочного раствора, табл. 3.7.

Таблица 3.7.

Рекомендуемые режимы бурения

| Степень трещиноватости пород | Диаметр долота, мм | Шифр долота | Частота вращения, мин^{-1} | Осевая нагрузка, кН | Расход промывочной жидкости |
|------------------------------|--------------------|-------------|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Высокая | 140 | 4В- | 60-80 | 20-25 | 3-4 |
| | 151 | 140Т | 100-120 | 25-30 | 4-4,5 |
| Средняя | 161 | 1В- | 120-160 | 30-35 | 4,5- |
| Средняя | 190 | 151Т | 160-480 | 50-60 | 5,5 |
| Малая | | В- | | | 5,5-6,0 |
| | | 161Т | | | |
| | | В- | | | |
| | | 190Т | | | |

Основными показателями выбора соотношения осевой нагрузки и частоты вращения в хрупких породах служат твёрдость, трещиноватость и абразивность пород. Для бурения средне-твёрдых пород средней трещиноватости рекомендуются долота С и СТ, а более крепких пород и повышенной трещиноватости - долота ТК и Т.

При выборе типа породоразрушающего инструмента для разбуривания твёрдых пород повышенной трещиноватости следует учитывать угол падения пластов - пологий, крутопадающий и т. д. Такой показатель (T) будет определять отношение угла встречи породоразрушающего инструмента к плоскости трещиноватости. Значение этого показателя не поддается строго определенной закономерности и расчету, его устанавливают по данным исследования кернового материала:

$$T = \beta/l, \quad (3.1)$$

где β - угол наклона трещины; l - средняя длина трещины в керновом материале.

Коэффициент T принимается равным 0,3...0,8. При крутопадающих пластах, где угол наклона составляет 60...80°, и средней трещиноватости пород коэффициент T принимается равным 0,4...0,6 к общему времени стойкости долот.

В породах малой трещиноватости при угле падения 5...15° рекомендуются шарошечные долота с углом наклона оси цапф к оси долота 51...52°, а в породах высокой трещиноватости – 55...57°. Смежные венцы шарошек, имеющие угол 55...57°, расположены относительно друг к другу таким образом, чтобы забой при работе долота имел ступенчатую форму и происходило соответствующее перекатывание шарошек по деформируемому забою.

В значительно абразивных и трещиноватых породах VII- IX категорий буримости, в отличие от монолитных нетрещиноватых, величина осевой нагрузки принимается на 25...40% ниже нормальной нагрузки при частоте вращения снаряда от 120 до 80 мин^{-1} . С увеличением осевой нагрузки до 60...80 кН проходка за рейс сокращается на 20...25% по сравнению с нагрузкой 40...50 кН . В породах средней трещиноватости при частоте вращения снаряда 120...160 мин^{-1} рейсовая проходка на шарошечное долото составляет 5...8 м. В породах средней твердости, нетрещиноватых и малоабразивных механическая скорость повышается до 2,5 м/ч при достаточном числе УБТ для создания осевой нагрузки бурильной колонной труб.

В условиях сложных тектонических нарушений (сбросы и надвиги), когда скважина направлена под острым углом к слоистости, частоту вращения породоразрушающего инструмента снижают до 60...80 мин^{-1} .

В зависимости от свойства горных пород, типа долот, конструкции, глубины, диаметра скважины и состояния бурового оборудования выбирают оптимальный режим бурения - осевую нагрузку, частоту вращения и расход промывочной жидкости. Оптимальную осевую нагрузку устанавливают следующим образом.

После приработки долота на забое (в течение 10...15 мин) нагрузку доводят до максимального значения, достигнутого предыдущим долотом, затем снижают на 10...15%. Если при снижении нагрузки механическая скорость бурения уменьшается, нагрузку вновь повышают до первоначальной, но не превышающей максимально допустимой для данного типоразмера долота.

Рекомендуемые осевые нагрузки на шарошечные долота малого и среднего диаметра по породам малой трещиноватости приведены в табл. 3.8

Таблица 3.8.

Рекомендуемые осевые нагрузки

| Диаметр долота, мм | Осевая нагрузка на долото | Диаметр долота, мм | Осевая нагрузка на долото |
|--------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|
| 112 | 25 | 172 | 60 |
| 118 | 25 | 190 | 70 |
| 132 | 30 | 214 | 80 |
| 140 | 40 | 243 | 85 |
| 145 | 45 | 269 | 90 |
| 151 | 45 | 295 | 95 |
| 161 | 50 | 320 | 100 |

В монолитных горных породах при постоянных значениях осевой нагрузки и частоте вращения с увеличением расхода промывочной жидкости, подаваемой на единицу площади забоя скважины, механическая скорость бурения повышается. Практически установлено, что с увеличением расхода промывочной жидкости механическая скорость бурения возрастает до определённого предела, после чего остаётся постоянной. В пластичных породах максимум механической скорости достигается при малой частоте вращения и значительном расходе промывочной жидкости. При увеличении частоты вращения шарошечного долота механическая скорость может в одних случаях повышаться, а в других – уменьшаться в зависимости от осевой нагрузки и расхода промывочной жидкости. Осевые нагрузки на основе опытных данных рекомендуется рассчитывать по приведённым в табл.3.9 удельным значениям.

Таблица 3.9.

Рекомендуемые удельные осевые нагрузки на долота (daH на 1 см диаметра долота).

| Группы по род | Типы долот | |
|-------------------|------------|-----------|
| | шарошечные | Лопастные |
| Очень мягкие | - | 300-400 |
| Мягкие | 300-470 | 400-570 |
| Средней твёрдости | 470-750 | - |
| | 750-900 | - |
| Твёрдые | 900-1000 | - |
| Очень твёрдые | | |

Частоту вращения долота можно устанавливать с учётом следующих рекомендаций.

1. Бурение мягких глинистых горных пород следует проводить при частоте вращения 200...275 мин⁻¹.

2. Бурение плотных песков, глинистых сланцев, рыхлых песчаников, известняков и подобных по механическим свойствам горных пород средней твёрдости – при частоте вращения 300...400 мин⁻¹.

3. Бурение крепких и абразивных горных пород – при частоте вращения долота 600...700 мин⁻¹.

4. Бурение скважин на воду, учитывая специфику конструкции скважины (прочность буровых труб и их диаметр, зазоры между обсадными и буровыми трубами и др.), во избежание аварийных осложнений частота вращения долота не должна превышать 325 мин⁻¹.

Количество промывочной жидкости с учётом практических рекомендаций принято рассчитывать исходя из скорости восходящего потока ω в кольцевом пространстве.

$$Q = 780 \omega (D^2 - d_n^2) \text{ л/сек.} \quad (3.2)$$

Здесь D и d_n – диаметры скважины и буровых труб в м.

Многолетними опытами установлено, что процесс бурения идет нормально, если $\omega = 0,9...1,3$ м/с, или несколько выше при бурении в глинах, глинистых сланцах и песках и 0,70...1,0 м/с при бурении в скальных породах.

Если скорость восходящего потока снижается до 0,5 м/с, то механическая скорость и проходка на долото резко падают.

Иногда Q л/с определяется, исходя из удельной подачи Q/F_3 промывочной жидкости.

В случае роторного бурения шарошечными долотами следует пользоваться соотношением

$$Q = (0,057 \dots 0,065) F_3 \dots \quad (3.3)$$

F_3 площадь забоя скважины в см.

При определении количества промывки должно соблюдаться условие неравенства $Q_{\text{мин}} > aF_{\text{си, макс}}$; $a=1,14$ коэф. превышения скорости восходящего потока над скоростью падения частиц породы. Необходимо учитывать, что скорость падения частиц в нормальном глинистом растворе составляет 0,2...0,5 м/с. В табл. 3,10 приводятся расчётные значения Q для бурения долотами различных моделей. Практическое значение Q устанавливается в соответствии с конкретными геолого-техническими условиями.

Таблица 3.10.

Расчётные значения подачи промывки, л/с

| Мо- дель долота | Диаметр долота, мм | | | | | |
|-----------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 140 | 190 | 215 | 243 | 270 | 295 |
| М, С | 12-15 | 23-25 | 25-29 | 29-35 | 36-40 | 40-46 |
| Т, К | 10-12 | 21-24 | 24-27 | 27-33 | 33-38 | 38-44 |

При бурении лопастными долотами количество подаваемой жидкости должно соответствовать подаче промывки для долот типа М соответствующих диаметров.

Бурение скважин с разбуркой - это часто применяемый в практике метод при необходимости бурения скважин большого диаметра и невозможности создать необходимую осевую нагрузку в начальных интервалах скважины. Бурение осуществляют малым диаметром, обычно с отбором керна, а затем эти интервалы разбуривают долотом большого диаметра.

Долота шарошечные для бурения сплошным забоем без отбора керна изготавливают следующих типов: М, МЗ, МС, МСЗ, С, СЗ, СТ, Т, ТЗ, ТКЗ, К, ОК (ГОСТ 20692 -75, ТУ-26-02-874-80).

Долота различают по твёрдости породоразрушающего вооружения шарошек: М, С, Т, К; расположению и конструкции промывочных или продувочных каналов: Ц - центральная промывка, Г - гидромониторная промывка, П - центральная продувка, ПГ - боковая продувка.

Тип опоры шарошек отличают по индексам: В - на подшипниках качения, Н - на одном подшипнике скольжения (остальные подшипники с телами качения), А - на двух и более подшипниках скольжения, У - маслonaполненные опоры с автоматической подачей смазки. I, II, III - число шарошек долота. На рис. 3.4 показано трёхшарошечное долото.

Важнейшими конструктивными элементами, определяющими эффективность работы долота, являются форма и расположение шарошек, их вооружение, опоры и промывочная система долота. В зависимости от твердости и абразивности пород, для бурения которых предназначаются долота, эти элементы выполняются по-разному, обуславливая широкое разнообразие типов долот. В долотах типов М и МС для бурения мягких несцементированных и слабо сцементированных пород, а также мягких пород с пропластками пород средней твердости применяются двух- и трехконусные самоочищающиеся шарошки со смещенными осями, с наиболее редко расположенными зубьями, с малыми углами заострения.

Долота типа МЗ и МСЗ. Для бурения в мягких, но абразивных породах отличаются от долот предыдущих типов тем, что их шарошки вместо литых зубьев оснащаются запрессованными твердосплавными зубцами с клиновидной рабочей частью.

Долота типа С для бурения средних по твердости малоабразивных пород. По форме и расположению шарошек аналогичны долотам типов М и МС, но отличаются от них меньшей высотой и более частым расположением зубьев с несколько увеличенными углами заострения. В долотах типа СЗ для бурения абразивных пород средней твердости вместо фрезерованных зубьев в шарошки запрессованы твердосплавные зубки с клиновидной рабочей частью.

Долота типов СТ, Т, ТЗ, ТК, ТКЗ, К и ОК относятся к долотам дробящего действия. Их общей особенностью является отсутствие смещения осей шарошек, чтобы избежать вредного в данном случае скольжения зубьев.

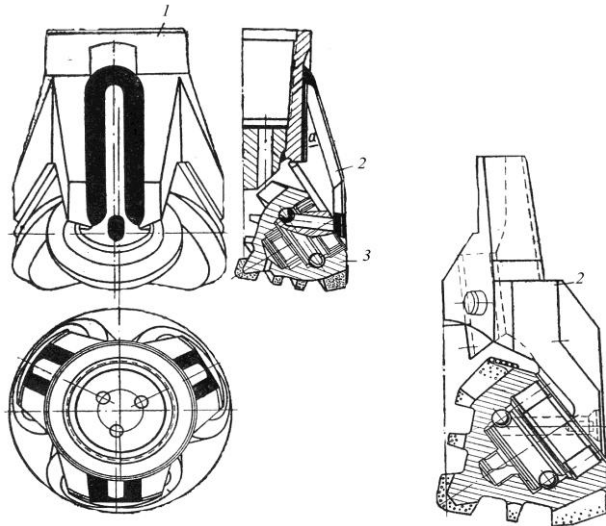


Рис.3.4. Долото трёхшарошечное

1-корпус; 2-лапа; 3-шарошка

Долота типа СТ, которые применяют в породах средней твердости и абразивности с пропластками твердых пород; имеют двух- и трехконусные самоочищающиеся шарошки с более мелкими зубьями, углы заострения которых увеличены по сравнению с долотами типа С.

Долота типа Т для разбуривания твердых малоабразивных пород имеют аналогичные по форме шарошки, которые оснащаются еще более мелкими и менее заостренными зубьями.

Долота типа ТК для проходки твердых пород средней абразивности с пропластками крепких абразивных пород отличаются наличием на периферийных венцах шарошек вставных: твердосплавных зубков с полусферической рабочей поверхностью вместо обычных фрезерованных зубьев или чередованием, обычных зубьев с твердосплавными зубками по венцам и в самом венце.

Долота типов К и ОК для проходки крепких и очень крепких абразивных (хрупких) пород оснащаются одноконусными самоочищающимися шарошками с твердосплавными зубками с полусферической рабочей поверхностью.

Долота типов ТЗ и ТКЗ, применяющиеся при бурении в абразивных горных породах, аналогичны по конструкции долотам типов Т и К, но отличаются от них вооружением шарошек, в которых запрессованы твердосплавные зубки с клиновидной рабочей частью вместо фрезерованных зубьев.

Ресурс эффективной работы шарошечного долота на забое зависит от надёжности опор, которые воспринимают значительные нагрузки от бурильной колонны и передают их через цапфы

на породоразрушающие элементы долота. Важнейшими узлами опор являются подшипники, различные конструкции которых, имеют большое разнообразие вариантов исполнения.

Шарошечные долота широкого диапазона типоразмеров, которые могут быть использованы для бурения скважин большого диаметра, в том числе, на воду, выпускаются заводами-производителями: ОАО «Волгабурмаш», ОАО «Уралбурмаш», ОАО «Дрогобычский долотный завод», ОАО «Сарапульский машзавод», ОАО «Гидросервис» (Екатеринбург), «Завод Буровых Технологий» (п. Стрельна Лен. обл.) и др.

Типоразмеры долот в соответствии с ГОСТ 20692-75 и ТУ-26-02-874--80, указаны в табл. 3.11.

Таблица 3.11.

Долота шарошечные

| Типоразмер | Резьба | Масса, кг | Допустимая нагрузка, кН | |
|----------------|--------|-----------|-------------------------|-----|
| Одношарошечные | | | | |
| 139,7 СЗ-Н | | 3-88 | 17 | 180 |
| 161,0 СЗ-Н | | 3-88 | 21 | 250 |
| Двухшарошечные | | | | |
| 93 С-ЦВ | 3-50 | 3,5 | 40 | |
| 112 М-ГВ | 3-63,5 | 6,0 | 50 | |
| 132 М-ГВ | 3-63,5 | 8,0 | 65 | |
| Трёхшарошечные | | | | |
| 76 К- | 3-50 | 4 | 50 | |
| ЦВ | 3-50 | 4,5 | 55 | |
| 93 Т- | 3-50 | 4,5 | 55 | |
| ЦВ | 3-66 | 5 | 80 | |
| К- | 3-66 | 5 | 80 | |
| ЦВ | 3-66 | 5 | 80 | |
| 97 С- | 3-66 | 5 | 80 | |
| ЦВ | 3-66 | 5,5 | 100 | |
| Т- | 3- | 7 | 60 | |
| ЦВ | 63,5 | 7 | 60 | |
| 98,4 С- | 3- | 7,5 | 130 | |
| ЦА | 63,5 | 7,5 | 140 | |
| Т- | 3-76 | 7,5 | 140 | |
| ЦА | 3-76 | 7,5 | 140 | |
| ОК- | 3-76 | 9 | 65 | |
| ЦА | 3-76 | 8 | 65 | |
| 112 Т- | 3- | 8,5 | 65 | |
| ЦВ | 63,5 | 12 | 100 | |
| К- | 3- | 12 | 100 | |
| ЦВ | 63,5 | 12,5 | 130 | |
| 118 С- | 3- | 12,5 | 130 | |
| ЦВ | 63,5 | 12,5 | 130 | |
| 120,6 С- | 3-88 | 12,5 | 130 | |
| ЦА | 3-88 | 12,5 | 130 | |
| СТ- | 3-88 | 13 | 150 | |
| ЦА | 3-88 | 13 | 150 | |
| Т- | 3-88 | 13 | 150 | |
| ЦА | 3-88 | 13 | 150 | |
| 132 С- | 3-88 | 13 | 160 | |

| | | | | |
|-------|------|-------|------|-----|
| ЦВ | | 3-88 | 12 | 160 |
| | T- | 3-88 | 18 | 160 |
| ЦВ | | 3-88 | 18 | 160 |
| | K- | 3-88 | 12 | 120 |
| ЦВ | | 3-88 | 15 | 160 |
| 139,7 | C- | 3-88 | 15 | 180 |
| ЦВ | | 3-88 | 17 | 170 |
| | T- | 3-88 | 18 | 170 |
| ЦВ | | 3-88 | 18 | 180 |
| 146 | T- | 3-88 | 18 | 180 |
| ЦВ | | 3-88 | 18 | 180 |
| | OK- | 3- | 18 | 180 |
| ЦВ | | 117 | 18 | 180 |
| | OK- | 3- | 18 | 180 |
| ЦВ | | 117 | 27,5 | 190 |
| | OK- | 3-117 | 28 | 200 |
| ПВ | | 3-117 | 28 | 200 |
| | OK- | 3-117 | 28 | 200 |
| ПВ | | 3-117 | 28 | 200 |
| 151 | C- | 3-117 | 28 | 220 |
| ЦВ | | 3-117 | 28 | 220 |
| | C- | 3-117 | 33 | 250 |
| ЦВ | | 3-117 | 66 | 240 |
| | T- | 3-117 | 51 | 320 |
| ЦВ | | 3-117 | 45 | 320 |
| | T- | 3- | 45 | 350 |
| ЦВ | | 117 | 45 | 300 |
| | K- | 3- | 68 | 350 |
| ЦВ | | 117 | 67 | 350 |
| 161 | C- | 3- | 62 | 350 |
| ЦВ | | 117 | 70 | 330 |
| | T- | 3- | 72 | 400 |
| ЦВ | | 117 | 74 | 400 |
| | K- | 3- | 77 | 400 |
| ПВ | | 152 | 74 | 400 |
| 190 | M- | 3- | 77 | 400 |
| ГВ | | 121 | 77 | 400 |
| | C- | 3- | 89 | 300 |
| ЦВ | | 121 | 77 | 400 |
| | T- | 3- | 84 | 450 |
| ЦВ | | 121 | 84 | 450 |
| 190,5 | M- | 3- | 90 | 450 |
| ГВ | | 121 | 104 | 450 |
| | C- | 3- | 103 | 450 |
| ЦВ | | 152 | 103 | 450 |
| | C-ГВ | 3- | 99 | 450 |
| | T- | 152 | 167 | 470 |
| ЦВ | | 3- | 164 | 470 |
| | K- | 152 | 176 | 470 |
| ЦВ | | 3- | 171 | 470 |
| | C3- | 152 | 123 | 470 |

| | | | | |
|---------|------|-----|-----|-----|
| ГВ | | 3- | 252 | 500 |
| ЦВ | ТКЗ- | 152 | 316 | 500 |
| ГНУ | ТЗ- | 152 | | |
| ГНУ | ОК- | 152 | | |
| ГНУ | | 3- | | |
| 214 | Т- | 152 | | |
| ЦВ | | 3- | | |
| 215,9 | СЗ- | 152 | | |
| ГАУ | | 3- | | |
| | ТЗ- | 152 | | |
| ГАУ | | 3- | | |
| | ТЗ- | 152 | | |
| ГНУ | | 3- | | |
| | СЗ- | 152 | | |
| ГВ | | 3- | | |
| | Т- | 152 | | |
| ПВ | | 3- | | |
| | К- | 152 | | |
| ПВ | | 3- | | |
| 244,5 | | 152 | | |
| МСЗ-ГНУ | | 3- | | |
| | С- | 152 | | |
| ЦВ | | 3- | | |
| | Т- | 152 | | |
| ЦВ | | 3- | | |
| | Т- | 152 | | |
| ПВ | | 3- | | |
| | ОК- | 152 | | |
| ПВ | | 3- | | |
| 269,9 | М- | 171 | | |
| ГВ | | 3- | | |
| | С- | 171 | | |
| ГВ | | 3- | | |
| | Т- | 171 | | |
| ЦВ | | 3- | | |
| | ОК- | 171 | | |
| ПВ | | 3- | | |
| 295,3 | М- | 171 | | |
| ГВ | | 3- | | |
| | М- | 171 | | |
| ЦВ | | 3- | | |
| | МС- | 171 | | |
| ГВ | | | | |
| | С- | | | |
| ЦВ | | | | |
| | С-ГВ | | | |
| | СЗ- | | | |
| ГВ | | | | |
| | СЗ- | | | |

| | | | |
|-------|----|--|--|
| ГНУ | | | |
| Т- | | | |
| ЦВ | | | |
| 320 | С- | | |
| ГВ | | | |
| СТ- | | | |
| ЦВ | | | |
| Т- | | | |
| ПГВ | | | |
| 346 | М- | | |
| ЦВ | | | |
| 349,2 | М- | | |
| ЦВ | | | |
| С- | | | |
| ЦВ | | | |
| Т- | | | |
| ЦВ | | | |
| 393,7 | М- | | |
| ЦВ | | | |
| М- | | | |
| ГВ | | | |
| С- | | | |
| ЦВ | | | |
| С- | | | |
| ГВ | | | |
| Т- | | | |
| ЦВ | | | |
| 444,5 | С- | | |
| ЦВ | | | |
| 490 | С- | | |
| ЦВ | | | |

Долота режущего типа.

Долота РХ и 2-3х-перые лопастные применяются для бурения мягких, вязких и рыхлых пород, когда отбор керна не предусмотрен. Изготавливают долота из стали 38А. Долота имеют ленточную цилиндрическую или замковую резьбу под рабочую трубу. Рабочая часть пера (лезвие) и боковые ребра заправляются пластинками твердого сплава или наваркой трех слоев «вокара». Номинальный диаметр долота выдерживают на высоту 150 мм его лопатки, верхняя часть лопаток имеет меньшие размеры для уменьшения трения и предупреждения заклинивания. Сработанные лезвия заправляют и вновь армируют твердым сплавом. Технические данные долот приведены в табл. 3.12.

Таблица 3.12.

Технические данные лопастных долот

| Ширина долота с армировкой, мм | Длина, мм | Ширина лопатки, мм | Длина направления, мм | Масса, кг | Присоединительная резьба |
|--------------------------------|-----------|--------------------|-----------------------|-----------|--------------------------|
|--------------------------------|-----------|--------------------|-----------------------|-----------|--------------------------|

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 243 | 610 | 205 | 100 | 72 | 3-121 |
| 190 | 610 | 160 | 100 | 52 | 3-117 |
| 140 | 525 | 118 | 100 | 36 | 3-88 |
| 135 | 525 | 112 | 100 | 31 | 3-88 |
| 118 | 525 | 100 | 100 | 28 | 3-76 |
| 132 | - | 114 | 100 | 8,5 | 122x4 |
| 112 | - | 99 | 100 | 6,7 | 103x4 |
| 93 | - | 84 | 100 | 4,4 | 84x4 |

Углы заточки долот РХ для различных пород составляют: 75 град. (тип А) для рыхлых и связных пород и 85 град. (тип В) для средней твёрдости горных пород. Профили заправки приведены на рис 3.5.

Долота 2-х и 3-х-перые лопастные (пикобуры) ЛД-112МС, 132МС, 152МС и шнековые ЛД-151М, 198М, а также трёхшарошечные типа К и Т диаметром 112, 132, 146, 151, 161, 190,5. и 215,9 выпускаются «Заводом Буровых Технологий».

Долото термомеханическое типа «ДРАКОН». Долото «ДРАКОН»- универсальное термомеханическое с тепловым эффектом разупрочнения разрушаемой горной породы. Долото, рис.3.6, оснащено термфрикционным элементом из износостойкого армированного материала и сменными режущими элементами. Предназначено, по данным д.т.н. Г.С. Бродова, для бурения скважин сплошным забоем в горных породах широкого диапазона физико-механических свойств. Бурение рыхлых и слабо связных горных пород осуществляется выдвигающимися под действием напора промывочной жидкости лопастными твёрдосплавными резовыми элементами.

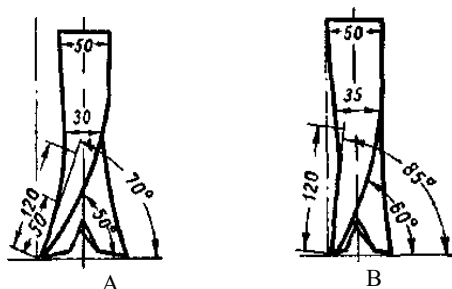


Рис. 3.5. Профили заправки долот РХ для пород различной твердости.

А - для наиболее мягких пород профиль с углом резания 70°;

В - для средне-твердых пород профиль с углом резания 85°.

Бурение твёрдых скальных пород – совместно фрикционным и резовым элементами с тепловым ослаблением прочности разрушаемого слоя. Бурение моренных валунно-галечных отложений по рыхлым и связным породам - резовыми элементами, а по валунам - с подключением фрикционного элемента и автонастройкой на термомеханический режим.

При бурении твёрдых скальных горных пород их разрушение осуществляется с термомеханическим эффектом. Термоизносостойкий рабочий элемент коронки за счёт осевой нагрузки и силы трения генерирует в забое скважины тепловой поток, ослабляющий

прочность пограничного слоя горной породы. Ослабленный слой срезается резцом, механическая нагрузка на который, создаётся автономно, встроенным упругим элементом.

Долото «ДРАКОН» может эффективно применяться при бурении гидро-геологических, разведочных и технических, нефтяных и газовых скважин; сверление отверстий в железобетонах; при ликвидации аварий (завалов) и осложнений в скважинах.

Долота «ДРАКОН» отличаются высокой производительностью, низкой энергоёмкостью, универсальностью, широким диапазоном условий использования, конструктивной прочностью, большим ресурсом, автонастройкой в зависимости от свойств горных пород.



Техническая характеристика

| | | |
|---|---------------------------------|--------|
| - диаметры долот, мм | 59,76,93,112,132 | |
| - осевое давление на долото, даН/см ² ... | 80-120 | |
| - давление на резцы (автономно), даН | 300-800 | |
| - частота вращения коронки, мин ⁻¹ | 300-450 | |
| - режим промывки, л/мин | 20-100 | |
| - потребляемая мощность, Вт/см ² | 130-300 | |
| - ресурс - | возобновляемый сменными резцами | |
| - механическая скорость бурения, м/час, (по кат. буримости пород): | | |
| I - I У | 20-30 | |
| | У - У I | 7 - 12 |
| | У II - У III | 3 - 6 |
| IX - X | 1,5 - 2,4 | |

Рис.3.6. Долото «Дракон»

3.4. Технология ударно-канатного бурения

В процессе бурения ударный снаряд подвешен на канате, который подаётся с инструментального барабана. Снаряд при долблении поднимается и сбрасывается с помощью балансира - оттяжного механизма станка. При сбросе снаряд под действием собственного веса падает вниз, разрушая породу на забое. По мере углубления скважины бурильный канат стравливают с инструментального барабана, осуществляя подачу долота. Пробуривав некоторый интервал скважины, прекращают долбление и приступают к очистке забоя. Эту операцию выполняют желонкой, спускаемой в скважину на желоночном канате с желоночного барабана. После очистки скважины продолжают долбление или приступают к креплению скважины – неустойчивые интервалы закрепляют обсадными трубами. Применяемые типоразмеры труб приведены выше.

Буровой снаряд для ударного бурения состоит из долота, ударной штанги, ножниц - раздвижной штанги (ясы) и канатного замка (ропсочет).

Долота применяются следующих типов: плоские, двутавровые, зетовые, округляющие, крестовые, пирамидальные и эксцентричные, рис.3.7. Долото состоит из лезвия, лопасти, шейки и резьбового конуса. Тип долота и угол заточки (атаки) лезвия зависит от свойств буримых горных пород.

Плоское долото с клинообразным лезвием - для мягких пород; в стволе скважины могут оставаться выступы, затрудняющие спуск обсадных труб.

Двутавровое долото - для вязких пород; по бокам имеются рёбра, образующие двутавровое сечение; сечение скважины - близкое к кругу.

Зетовое долото – для средне твёрдых трещиноватых пород; выступающие отогнутые рёбра препятствуют заклиниванию долота.

Округляющее долото - для твердых пород; боковые стороны долота защищают лезвие от износа; сечение скважины – ровный круг.

Крестовое долото - для твердых трещиноватых пород и валунно-галечных отложений; расположение лопастей препятствует заклиниванию его в трещинах.

Пирамидальное долото – для сдвигания в скважине валунов в сторону при бурении валунно-галечных отложений.

Эксцентричное долото – для расширения ствола скважины под башмаком обсадной колонны, сдвигания не крупных валунов в стволе скважины

Длина лезвия, изготавливаемых долот, составляет 145...695 мм; масса 40...1400 кг. Основные типоразмеры долот приведены в табл.3.13.

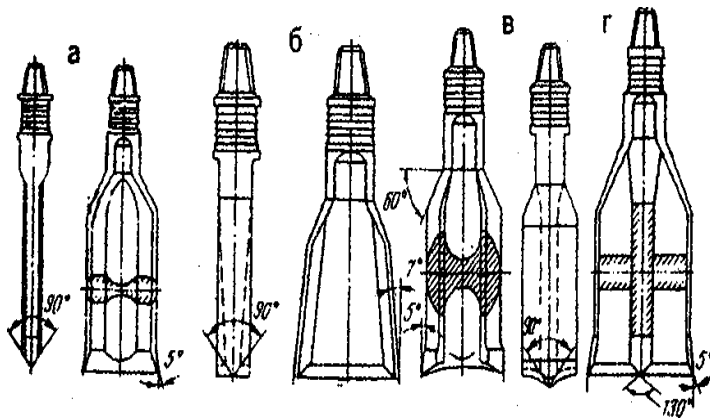


Рис.3.7. Типы долот для ударного бурения:
а-плоское; б-двухавровое; в- округляющее; г-крестовое

Таблица 3.13.

Основные типоразмеры долот ударного бурения

| Размер резьбы, мм | Плоское долото | | Двухавровое | | Округляющее | | Крестовое долото | |
|-------------------|----------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|------------------|-----------|
| | Диаметр, мм | Масса, кг | Диаметр, мм | Масса, кг | Диаметр, мм | Масса, кг | Диаметр, мм | Масса, кг |
| 50x76 | 14 | 42 | 14 | 42 | 14 | 85 | 14 | 66 |
| 69x95 | 5 | 70 | 8 | 70 | 5 | 12 | 5 | 14 |
| 82x10 | 19 | 12 | 19 | 93 | 19 | 0 | 19 | 0 |
| 7 | 5 | 0 | 8 | 12 | 5 | 20 | 5 | 21 |
| 82x10 | 24 | 14 | 24 | 0 | 24 | 0 | 24 | 0 |
| 7 | 5 | 0 | 8 | 18 | 5 | 31 | 5 | 23 |
| 101x1 | 29 | 18 | 29 | 0 | 29 | 0 | 29 | 0 |
| 27 | 5 | 0 | 8 | 20 | 5 | 37 | 5 | 35 |
| 101x1 | 34 | 22 | 34 | 0 | 34 | 0 | 34 | 0 |
| 27 | 5 | 0 | 5 | 32 | 5 | 39 | 5 | 44 |
| 107x1 | 39 | 28 | 39 | 0 | 39 | 8 | 39 | 0 |
| 52 | 5 | 0 | 5 | 40 | 5 | 59 | 5 | 58 |
| 107x1 | 44 | 34 | 44 | 0 | 44 | 6 | 44 | 0 |
| 52 | 5 | 0 | 5 | 44 | 5 | 70 | 5 | 69 |

| | | | | | | | | |
|-------|----|----|----|----|----|-----|----|----|
| 107x1 | 49 | 45 | 49 | 0 | 49 | 0 | 49 | 0 |
| 52 | 5 | 0 | 5 | 52 | 5 | 90 | 5 | 98 |
| 107x1 | 59 | 52 | 59 | 0 | 59 | 0 | 59 | 0 |
| 52 | 5 | 0 | 5 | | 5 | 140 | 5 | - |
| | 69 | | 69 | | 69 | 0 | - | |
| | 5 | | 5 | | 5 | | | |

Ударная штанга, типоразмеры табл. 3.14, предназначена для увеличения силы динамического удара инструмента и сохранения вертикального направления буровой скважины. Ударные штанги имеют длину 2000, 4000 и 6000 мм; диаметр 110-220 мм; массу 180-1300 кг.

При бурении россыпных месторождений для забивки опережающей обсадной колонны одновременно с углубкой скважины, применяют дополнительно в составе снаряда *ударную полуштангу* и *забивную головку*.

Для удаления с забоя разрушенной породы и при проходке пластов пльвуна используется желоночный снаряд в следующем составе: желонка, ножницы и канатный замок. Иногда добавляют короткую ударную штангу (полуштангу).

Одностворчатая желонка с плоским клапаном - основной универсальный тип этого инструмента, типоразмеры табл. 3.15, рис. 3.8 а, применяется для отбора с забоя скважины крупнозернистого шлама и при проходке несвязных пород.

Желонка с полусферическим клапаном и языком, табл. 3.15, рис.3.8 б, применяется для отбора в забое разжиженного шлама и при проходке песков. Полусферический клапан обеспечивает плотное закрытие желонки, а язык обеспечивает открытие клапана при ударе о забой и способствует рыхлению породы.

Поршневая (вакуумная) желонка используется при бурении обводнённых песков и пльвунов, а также при разведке россыпных месторождений.

Размерный ряд желонки имеет диаметры (по башмаку) 120...540 мм; длину 3200...6200 мм; массу 100...800 кг.

Таблица 3.14.

Основные типоразмеры ударных штанг

| Диаметр, мм | Длина, мм | Номиналь- ный раз- мер резь- | Масса штанг, кг | |
|----------------|--------------|------------------------------------|--------------------|-----------------|
| | | | гладко- стволь- | выса- женные |

| | | | | |
|-----|------|---------|------|-----|
| 110 | 6000 | 50x76 | 460 | 270 |
| 110 | 4000 | 50x76 | 303 | 183 |
| 140 | 6000 | 69x95 | 704 | 400 |
| 140 | 4000 | 69x95 | 464 | 272 |
| 165 | 6000 | 82x107 | 990 | 630 |
| 165 | 4000 | 82x107 | 600 | 380 |
| 165 | 2000 | 82x107 | 320 | - |
| 188 | 6000 | 101x127 | 1290 | 790 |
| 188 | 4000 | 101x127 | 845 | 545 |
| 188 | 2000 | 101x127 | 410 | - |
| 220 | 4000 | 107x152 | 1120 | 670 |
| 220 | 2000 | 107x152 | 530 | 910 |

Таблица 3.15

Основные типоразмеры желонки

| Диаметр, мм | | Длина, мм | Масса, кг |
|------------------------------------|---------|-----------|-----------|
| башмака | корпуса | | |
| Одностворчатые желонки | | | |
| 120 | 114 | 6175 | 95 |
| 173 | 168 | 4475 | 181 |
| 225 | 219 | 4550 | 248 |
| 285 | 273 | 4590 | 334 |
| 335 | 325 | 4580 | 409 |
| 390 | 377 | 4720 | 522 |
| 435 | 426 | 4800, | 635 |
| 540 | 529 | 3900 | 800 |
| Желонки с полусферическим клапаном | | | |
| 130 | 127 | 3230 | 84 |
| 172 | 168 | 3240 | 115 |
| 224 | 219 | 3450 | 200 |
| 280 | 273 | 3450 | 248 |

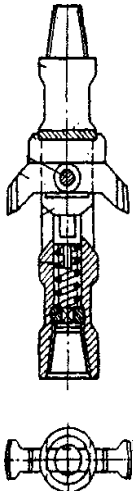
Забивной стакан применяется при необходимости отбора пробы горной породы в рыхлых сыпучих породах. Стакан изготавливают из трубы с продольной прорезью для облегчения отбора и выемки породы. Нижняя часть стакана имеет башмак с упрочненной режущей кромкой и скосом внутрь стакана. Для удержания разрушенных и сыпучих пород накопник снабжают паукообразным лепестковым кернодержателем или откидным клапаном. Для забивки в породу стакан соединён с ударным патроном. Ударный патрон состоит из наковальни, навинченной на корпус стакана и трубчатого корпуса, в котором перемещается ударная полуштанга, соединённая с канатом. В процессе бурения ударную полуштангу сбрасывают на наковальню, в результате чего и происходит углубка стакана в грунт.

Канатный замок - устройство для соединения каната с инструментом обеспечивает благодаря наличию втулки пово-

Рис. 3.8. Желонки

рот инструмента при его подъеме после удара о забой. Для этого используется канат прямой левой свивки, который при подъеме под действием веса инструмента растягивается и раскручивается, проворачивая инструмент вправо. В момент удара инструмента о забой под влиянием упругости ветвей канат сжимается и закручивается, проворачивая втулку в корпусе замка влево. Угол поворота долота после каждого удара тем больше, чем тяжелее буровой снаряд, чем тоньше и длиннее канат. Для желоночных и талевых канатов обычно выбирают канаты крестовой свивки. Вместо канатного замка на практике часто применяют вертлюжную пробку с серьгой.

Ножницы состоит из двух звеньев, соединённых «в цепочку» и скользящих одно в другом. Рабочий ход звена составляет 250 мм, аварийный - 500 мм. В момент удара долота о забой верхнее звено опускается, а при подъеме ударяет по верху нижнего звена, облегчая отрыв долота от забоя и выбивание снаряда, в случае его прихвата в вязких и трещиноватых породах.



Расширитель, рис. 3.9, служит для расширения скважины за башмаком обсадной трубы с целью спуска обсадной колонны или для увеличения полости (зоны) водопритока и размещения обсыпки. Расширитель размещается между долотом и ударной штангой. Резцы раскрываются под действием пружины и срезают породу при сбрасывании снаряда.

Инструментальные ключи используют для свинчивания и развинчивания резьбовых соединений в буровом инструменте. Учитывая ударные нагрузки, требуется затяжка резьб с усилием на рукоятке ключа не менее 30 кН. Ключи выпускаются с размером зева: 84, 102, 128, 140, 152 и 200 мм. Для затяжки используется трещотка.

Аварийный инструмент предназначен для ликвидации аварий и осложнений в ударно-канатном бурении. При обрыве каната - *ерши однорогий и двурогий, вилка ловильная, штопор ловильный*; при разъединении резьбовых соединений инструмента - *колокол, липс*; при обвалах и прихватах снаряда - *канаторезка*; прихваты и обрывы труб - *труболовка, труборезка*; при извлечении мелких предметов - *паук, ловушка магнитная*. Для усиления динамики удара при выбивании снаряда применяют *ножницы (ясы) аварийные*.

Технологические режимы бурения.

Эффективность ударно-канатного бурения зависит от крепости горных пород, диаметра скважины, веса бурового снаряда, высоты его подъема и скорости его падения, частоты ударов бурового снаряда о забой, угла заострения лезвия долота, качества очистки забоя от шлама.

В зависимости от крепости горных пород применяют долота различных конструкций. Так, при бурении твёрдых и средне-твёрдых пород применяют округляющее долото, при бурении пород средней крепости - двутавровое, при бурении малой твёрдости пород - долото плоское.

В зависимости от твёрдости пород принимают следующие углы заострения лезвия долота (градусов):

| | |
|-------------------------|-------------|
| твёрдые | 100... 140; |
| средней твёрдости | 90 ... 100; |
| малой твёрдости | 60 ... 80. |

Интенсивность разрушения породы забоя зависит от силы удара, величина которой определяется весом снаряда и скоростью его падения. Чем крепче порода, тем больше должны быть вес снаряда и скорость падения. Последняя зависит от высоты подъема и частоты ударов снаряда.

На основании опытных данных масса бурового снаряда (кг) на 1 см длины лезвия долота, в зависимости от крепости пород, принимается в пределах:

| | |
|-------------------------|-----------|
| малой твёрдости | 25... 40; |
| средней твёрдости | 40... 50; |
| твёрдые | 50... 70; |
| весьма твёрдые | 70... 90; |

Высота сбрасывания снаряда в зависимости от крепости и вязкости пород принимается в пределах 300...1000 мм. Частота ударов в мин^{-1} (45...60) зависит от глубины скважины и высоты сбрасывания. Угол поворота бурового снаряда с учетом твёрдости породы изменяется от 20 до 50°; чем крепче порода, тем угол поворота меньше. Частота ударов определяется по следующей зависимости:

$$n=21\sqrt{g/h} \quad (3.4)$$

где g – ускорение падения снаряда в скважине с учётом гидравлических и других сопротивлений, принимаемое 5...6 м/с².

Длина каната должна быть отрегулирована так, чтобы при данной частоте ударов инструмента сила удара долот была максимальной. При недостаточной длине каната часть энергии остается неиспользованной; при излишней длине происходят сильные рывки каната, что неблагоприятно сказывается на работе станка.

Если долото, внедряясь в породу, несколько заклинивается, то также возникают рывки. В этом случае применение ножниц облегчает работу каната и способствует быстрейшему освобождению бурового снаряда. Если при работе происходят частые и сильные захваты, то следует собрать буровой снаряд по следующей схеме: долото - рабочая ударная штанга - ножницы - верхняя выбивная штанга (полуштанга) - канатный замок. Чем массивнее выбивная штанга, тем сильнее удар выбивания. Чтобы скважина имела правильное круглое сечение, необходимо применять самовращающийся канатный замок. Левое направление свивки каната обеспечивает вращение инструмента по ходу резьбы, что препятствует развинчиванию инструмента во время работы.

Применение ножниц и эластичного каната создает условия, близкие к свободному падению снаряда на забой, что способствует более эффективному разрушению породы.

В скважине обычно ставят несколько колонн обсадных труб. Каждая последующая колонна входит в предыдущую, имея диаметр на 50...100 мм меньше. Выход колонны из под башмака предыдущей составляет обычно 40...50 м. При наиболее распространённой глубине скважин (до 100 м), проходимых ударно-канатным способом, скважины имеют двух-трёхколонную конструкцию.

В рыхлых породах бурят с одновременным креплением скважины обсадными трубами. Рекомендуется применять желонку тяжелого типа без башмака. Иногда в дополнение к желонке используют легкую ударную штангу и ножницы. Частота ударов бурового снаряда в мин^{-1} не должна превышать 50 при подъеме бурового снаряда на высоту 0,6...0,7 м (но не более 1 м).

Глины подразделяются на плотные, крепкие, вязкие, слабopесчаные и т.п. В зависимости от состава глин применяют и технологию их бурения.

Плотные глины и песчано-глинистые породы проходят плоским долотом с подливом воды. Долотом разрыхляют глину, а затем забой чистят желонкой. Применяют и желонки тяжелого типа со снятым башмаком и клапаном. Желонку целесообразно применять вместе с легкой ударной штангой и ножницами. При засасывании желонки породой ножницы способствуют ее освобождению. Для ускорения проходки крепких вязких глин в скважину засыпают по два ведра крепкого щебня на рейс. Если с желонки снимают башмак, то в этом случае ее приподнимают на 2...3 м и с этой высоты сбрасывают на забой. Во время чистки желонкой в скважину после каждого подъема желонки подливают воду. Частоту ударов бурового снаряда (долота, желонки) при бурении в глинах можно довести до 40...50 в мин^{-1} при подъеме бурового инструмента на высоту до 1 м.

В песках бурят желонкой с плоским клапаном. Приблизительно 1/3 желонки по длине должна оставаться в трубах, иначе желонку может заклинить. Диаметр желонки обязательно должен быть меньше внутреннего диаметра труб минимум на 10 мм. При проходке песков, рекомендуется в скважину подбрасывать жирную глину, которая способствует связыванию частиц песка с глиной, что ускоряет процесс углубления. В процессе крепления скважины трубами необходимо посадку обсадных труб проводить одновременно с бурением.

При проходке водонасыщенных песков-пльвунов в мелкозернистых песках бурят желонкой с обязательным одновременным креплением ствола трубами. Частота ударов желонкой не должна превышать 30 в мин^{-1} . Как только желонка заполнится породой примерно на 1/3 своей высоты, ее начи-

нают приподнимать, не прекращая посадку труб. При этом происходит подсос песка в трубы, а трубы под собственным весом погружаются. При проходке средне- и крупнозернистых песков, а также песков с примесью гравия, щебня и гальки применяется бурение с опережением забоя обсадными трубами. После забивки труб в целик из них извлекают породу желонкой. Во время бурения в песках производят подъем желонки над забоем до 1 м при частоте ударов 35 в мин^{-1} .

При бурении в песках-плывунах последние часто поднимаются в трубах выше башмака. Во избежание прихвата желонки пловуном нельзя оставлять ее на забое без движения. Чтобы не происходило переливание песка-плывуна через верх желонки, ее следует извлекать из скважины, не заполняя до самого верха. Перекрытие пловуна обсадными трубами - важнейшая задача. Нельзя прерывать процесс обсадки до полного окончания цикла всей работы, иначе пловун будет подниматься вверх и непрерывно заполнять ствол скважины.

Для проходки пловуна применяют поршневую желонку с одновременной посадкой труб. Нельзя допускать в пловунах перехода с одного диаметра колонны обсадных труб на другой, так как в этом случае песок, попадая в кольцевой зазор между трубами, вызывает их заклинивание и дальнейшая посадка труб прекращается. Для уменьшения напора пловуна вверх, ствол скважины необходимо заполнять водой для создания противодействия. Часто при посадке трубы вначале идут вниз свободно, но потом их погружение замедляется или прекращается. В этих случаях трубы следует «расхаживать», поворачивая слева направо, с одновременной забивкой. Несоблюдение необходимых мер предосторожности при проходке пловунов вызывает отклонение обсадных труб от вертикали и обвал кровли над пловунами. При проходке пловунов рекомендуется частота ударов инструмента до 30 в мин^{-1} .

В галечниках применяют желонку с обычным плоским клапаном. Высота кольца башмака должна составлять 20...25 мм. В скважину следует подбрасывать жирную пластичную глину. Вслед за углублением скважину необходимо крепить - в процессе работы трубы должны находиться на весу. При работе желонкой необходимо следить, чтобы она не переполнялась, не выходила ниже башмака труб и не было выброса галечника через верхний край желонки. При бурении в этих породах периодически применяют долото плоского типа, которое разрыхляет породу и способствует смешиванию забрасываемой в скважину жирной глины. При бурении в галечниках работу желонкой осуществляют не сильными, но частыми ударами (40...45 в мин^{-1}) при высоте подъема 0,8...1 м.

Для разрушения больших по размеру валунов применяют тяжелые округляющие долота. С помощью второй ударной штанги можно утяжелить снаряд, а пирамидальным долотом сдвинуть валун в сторону. Чтобы предупредить искривление скважины, подсыпают щебенку размером 4,5...6 см. Очень важно, своевременно перекрыть обсадными трубами зоны валунов. Для ускорения проходки крупных валунов применяют взрывные работы. На время взрыва рекомендуется приподнять обсадные трубы.

При работе буровым снарядом тяжелого типа высота его подъема должна быть максимальной, а число ударов в пределах 40 в мин .

При бурении в твердых породах - глинистых сланцах, песчаниках, известняках следует применять долота округлого типа с максимальной массой, создаваемой одной или двумя ударными штангами и ножницами. При работе округлым долотом следует периодически проверять сечение скважины, чтобы не допустить сужения ее ствола. Важно следить за тем, чтобы канат имел постоянное натяжение. В противном случае наблюдаются рывки каната и удар снаряда по забою будет неэффективен. По мере накопления на забое бурового шлама скорость проходки в крепких породах уменьшается, так как часть силы удара поглощается разрушенной породой. Поэтому чистить забой скважины следует через каждые 0,5 м бурения.

Ствол скважины должен иметь округлую форму. Износ долота способствует сужению скважины; при износе на 3 мм лезвие долота следует заменить. Новым долотом начинают обработку ствола скважины приблизительно на 2 м выше суженного места. При бурении в крепких породах важно, чтобы при свинчивании бурового инструмента резьба была затянута до отказа (до стыка заплечиков).

При отсутствии воды в скважине для нормальной работы долота, а также для облегчения очистки забоя желонкой следует заливать воду из расчёта 1/3 объема образовавшегося шлама. При прекращении бурения снаряд следует поднять выше шламowego осадка. Частота ударов по забоя около 60 в мин^{-1} при высоте подъема 1 м и более. В закарстованных породах рекомендуется применять округляющие долота с частотой ударов до 60 в мин^{-1} при высоте подъема не более 0,5 м.

В мелах рекомендуется применять желонку тяжелого типа без башмака. При отсутствии такой желонки можно использовать желонку обычную, но утяжелить ее при помощи ударной штанги. Если мел крепкий, то его следует предварительно разрыхлить легким плоским долотом, подливая воду. Число ударов долота 40 мин^{-1} при высоте подъема 0,5 м.

При бурении в многолетнемёрзлых породах, чтобы избежать прихвата снаряда в скважине и облегчить посадку обсадных труб, необходимо в скважину подливать горячую воду, растворив в ней немного соли (1 кг соли на 2...3 ведра воды на 1 м проходки). Если подливать большее количество воды, то это будет способствовать обледенению бурового снаряда, сужению ствола скважины и осложнению работ при посадке обсадных труб. Через каждые 0,5 м бурения скважину следует чистить желонкой. Очень важно, чтобы буровой снаряд находился все время в движении; даже незначительная остановка в бурении приводит к образованию ледяных пробок и схватыванию снаряда с породой.

3.5. Геолого-технический наряд

Геолого-технический наряд (ГТН) фактически является технологической картой на производство бурения заданной скважины. ГТН устанавливает регламент основных геологических и технических показателей технологического режима бурения. В зависимости от целевого назначения скважины, имеющихся технических средств и геолого-технических условий, обосновываются и рассчитываются в установленном порядке конкретные значения показателей режима бурения. Основой для расчёта и обоснования технологических показателей режима бурения являются горно-геологические условия, геологический разрез и конструкция скважины.

Конструкция скважины является важнейшим фактором технико-экономической эффективности всего процесса бурения и определяется её целевым назначением; видом, глубиной и характером залегания полезного ископаемого; физико-механическими свойствами горных пород, сложностью геологического разреза и требованиями к опробованию керна.

Рациональная конструкция скважины должна учитывать основные требования:

- конечный диаметр бурения выбран минимально возможным для получения достоверных проб полезного ископаемого и проведения геофизических и других исследований в скважине;
- количество обсадных колонн, глубины обсадки и диаметры минимальны и обусловлены сложностью геологического разреза и техническими требованиями;
- типоразмеры породоразрушающего инструмента и бурильных труб приняты в соответствии с соотношением диаметров труб и скважины.

При бурении скважин на воду в ГТН необходимо учитывать характеристику фильтра и габариты средств откачек.

4. Трубы бурильные, колонковые и обсадные.

Трубы бурильные (штанги), свинченные в бурильную колонну, передают момент вращения породоразрушающему инструменту, осевую нагрузку, промывочную жидкость для очистки забоя и обеспечивают выполнение спуско-подъёмных операций с буровым снарядом.

Бурильные трубы являются ответственным технологическим инструментом и в работе испытывают повышенные механические напряжения, что вызывает необходимость использования в их конструкции повышенных прочностных свойств.

Технические параметры бурильных труб и их значения регламентированы ГОСТ'ами: «Трубы бурильные геологоразведочные и муфты к ним» - ГОСТ 7909-87; «Трубы стальные ниппельного соединения»- ГОСТ 8467-83; «Трубы стальные бурильные универсальные (ТБСУ)»- ГОСТ Р 51245-99.

Для изготовления бурильных труб используют марки стали с улучшенными свойствами, по прочности соответствующие различным геолого-техническим условиям их применения.

Трубы изготавливают из нормализованной стали марки 36Г2С, 38ХНМ, Ст.45 с поверхностной закалкой токами высокой частоты. Применяют их с ниппельными, муфтовыми, замковыми или приварными резьбовыми соединениями из стали марки 40ХН, 40Х

Указанные ГОСТ'ы распространяются на бурильные трубы, предназначенные для всех видов, способов и условий геологоразведочного бурения на твёрдые полезные ископаемые и воду, при поисках и разведке, инженерно-геологических изысканиях, сейсморазведке, строительстве и др. виды буровых работ.

В табл. 4.1 приведены технические данные бурильных труб, в том числе, применяемых в практике бурения скважин на воду и технических целей большими диаметрами.

Утяжелённые бурильные трубы предназначены для концентрации осевой нагрузки на породоразрушающий инструмент в нижней части бурильной колонны и её утяжеления при недостатке веса в начальном интервале бурения роторными установками.. Изготавливают трубы с замковыми раздельными или приварными резьбовыми соединениями.

Лёгкоплавные бурильные трубы предназначены для бурения скважин больше номинальной глубины установленной возможностями бурового станка. Меньшая масса труб ЛБТН, создавая меньший крутящий момент, обеспечивает возможность использования высоких частот вращения бурового снаряда. Изготавливают трубы из алюминиевого сплава Д16Т.

Расчётные глубины бурения трубами ЛБТН составляют 1200...1600 м (ЛБТН-42 и ЛБТН-68) и 2300...2500 м (ЛБТН-54).

Сочетание небольшой массы бурильных колонн ЛБТН, соотношения их диаметров и диаметров скважин создаёт объективные условия достижения высоких скоростей бурения и энергосберегающей технологии. Бурильные трубы с приварными замковыми резьбовыми соединениями рекомендуется применять при бурении станками с подвижным вращателем. При бурении шпиндельными станками применяются бурильные трубы с раздельными резьбовыми соединениями. В практике бурения в зависимости от способа бурения и конструкции скважины используют муфтово-замковые, ниппельно-замковые, ниппельные и муфтовые резьбовые соединения (ГОСТ 7918-75). При бурении снарядами ССК применяют безнипельное соединение бурильных труб с нарезкой наружной и внутренней специальной двухупорной резьбы на концах каждой трубы, что обеспечивает надёжное соединение «труба в трубу».

Колонковые трубы предназначены для стабилизации направления и вращения бурового снаряда в процессе бурения, а также для приёма и отбора выбуренного керна. Технические данные колонковых труб должны соответствовать ГОСТ 6238-77. Материал для изготовления колонковых труб (и обсадных) - сталь марки 45, 38ХНМ и 36Г2С.

Обсадные трубы применяют для закрепления стенок скважин в неустойчивых интервалах, перекрытия зон поглощения промывочной жидкости, разобщения вскрытых пластов и устройства эксплуатационных колонн.

Типоразмеры геологоразведочных обсадных и колонковых труб в соответствии с ГОСТ 6238-77 идентичны. ГОСТ предусматривает изготовление обсадных труб безнипельного соединения диаметром до 89мм, включительно, и ниппельного соединения диаметром до 146мм, включая все типоразмеры. Технические данные геологоразведочных обсадных труб приведены в табл. 4.2

Таблица 4.1.

Размеры стальных бурильных труб и соединений, мм

| Типоразмер бурильных труб | Труба | | Замок | | Резьба замка | Масса 1 м трубы с соединениями |
|--|----------|----------------|----------|------------|--------------|--------------------------------|
| | Наружный | Толщина стенки | Наружный | Внутренний | | |
| 1. Трубы стальные универ- | | | | | | |
| ТБСУ-43 | | 4,5 | 43,5 | 16 | 3 3-34 | 4,88 |
| ТБСУ-55 | 43,0 | 4,5 | 53,5 | 22 | 3 3-45 | 7,12 |
| ТБСУ- | | 4,5 | 64,0 | 28 | 3 3-53 | 8,24 |
| 63,5 | 55,0 | 4,5 | 70,5 | 32 | 3 3-57 | 8,82 |
| ТБСУ-70 | | 4,5 | 85,5 | 40 | 3 3-67 | 12,7 |
| ТБСУ-85 | 63,5 | | | | | |
| | 70,0 | | | | | |
| | 85,0 | | | | | |
| 2. Трубы утяжелённые | | | | | | |
| ТБУ-57 | | 12,0 | | 22 | 3-45 | 14 |
| ТБУ-73 | 57,0 | 19,0 | 57,5 | 22 | 3-57 | 22 |
| ТБУ-89 | | 22,0 | | 28 | 3-67 | 31,5 |
| ТБУ- | 73,0 | 26,0 | 73,5 | 28 | 3-86 | 54 |
| 108 | 89,0 | | 89,5 | | | |
| | 108,0 | | 108,5 | | | |
| 3. Трубы, используемые в практике (стар. стандарт) | | | | | | |
| СБТ-42 | 42 | 5 | 57 | | 3-42 | 4,6 |
| СБТ-50 | 50 | 5,5 | 65 | 22 | 3-50 | 6,05 |
| СБТ- | 60,3 | 5,1 | 80(М) | | М- | 7,0 |
| 60,3 | 63,5 | 6,0 | 83 | 22 | 60,3 | 8,51 |
| СБТ- | | | | | 3- | |
| 63,5 | | | | 50 | 63,5 | |
| | | | | 28 | | |

При бурении скважин на воду широко используют обсадные трубы нефтяного сортамента (Ст.Д, Ст.Е и др., ГОСТ 632-80), табл.4.3. Соединение труб предусмотрено муфтами. Однако, применение муфтового соединения утяжеляет конструкцию скважин при бурении на воду. С целью оптимизации конструкции скважины в практике бурения неглубоких и средней глубины скважин применяют безмуфтовое соединение обсадных труб «труба в трубу» с нарезкой внутренней и наружной резьбы. Для удобства труборезных работ внутреннюю резьбу нарезают на патрубке, который затем приваривается к основной трубе электросваркой (электрод ОМ-5, ток 300...400 А, напряжение 40...50 В).

Таблица 4.2.

Трубы геологоразведочные обсадные (размеры в мм)

| Диаметр трубы, $D_{тр}$ | Толщина стенки, s | Диаметр ниппеля внутр. $d_{нв}$ | Резьба трапецеидаль- ная | | | Масса, кг | |
|-------------------------------|------------------------|--|--------------------------------|-------|-------|---------------|------------------|
| | | | D_p | l_n | l_b | труба, 1 м | ниппель, 1 шт |
| 57 | 4 | 46,5 | 52,0 | 32 | 36 | 5,23 | 0,8 |
| | 4,5 | | | | | 5,83 | 0,8 |
| 73 | 4 | 62,0 | 68,0 | 32 | 36 | 6,81 | 1,0 |
| | 5 | | | | | 8,38 | 1,0 |
| 89 | 4,5 | 78,0 | 84,0 | 32 | 36 | 9,38 | 1,3 |
| | 5 | | | | | 10,36 | 1,3 |
| 108 | 4,5 | 95,5 | 103,0 | 52 | 54 | 11,49 | 2,4 |
| | 5 | | | | | 12,70 | 2,4 |
| 127 | 5 | 114,5 | 122,0 | 52 | 54 | 15,04 | 2,6 |
| 146 | 5 | 134,0 | 141,0 | 52 | 54 | 17,39 | 2,8 |

Таблица 4.3.

Основные типоразмеры обсадных труб

| Труба | | | | Муфта | | |
|------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------|------------------------------|----------------|--------------|
| Диаметр, $мм$ | Толщина стенки, $мм$ | Внутренний диаметр, $мм$ | Масса 1 м, кг | Наружный диаметр, $мм$ | Длина, $мм$ | Масса, кг |
| 114,3 | 6,4 | 101,5 | 16,9 | 127,0 | 158 | 3,7 |
| | 7,4 | 99,5 | 19,4 | | | |
| | 8,6 | 97,1 | 22,3 | | | |
| 127,0 | 6,4 | 114,0 | 19,1 | 141,3 | 165 | 4,6 |
| | 7,5 | 112,0 | 22,1 | | | |
| | 9,2 | 108,6 | 26,1 | | | |
| 139,7 | 7,0 | 125,7 | 22,9 | 153,7 | 171 | 5,2 |
| | 7,7 | 124,3 | 25,1 | | | |
| | 9,2 | 121,3 | 29,5 | | | |
| | 10,5 | 118,7 | 33,6 | | | |
| | 7,0 | 132,1 | 24,0 | | | |
| 146,0 | 7,7 | 130,7 | 26,2 | 166,0 | 177 | 8,0 |
| | 8,5 | 129,1 | 28,8 | | | |
| | 9,5 | 127,1 | 32,0 | | | |
| | 10,7 | 124,7 | 35,7 | | | |
| | 7,3 | 153,7 | 29,0 | | | |
| 168,3 | 8,9 | 150,5 | 35,1 | 187,7 | 181 | 9,1 |
| | 10,6 | 147,1 | 41,2 | | | |
| | 12,1 | 144,1 | 46,2 | | | |
| | 6,7 | 205,7 | 35,1 | | | |
| | 8,9 | 201,3 | 46,3 | | | |
| | 10,2 | 198,7 | 52,3 | | | |
| 168,3 | 8,9 | 201,3 | 46,3 | 244,5 | 196 | 16,2 |
| | 10,2 | 198,7 | 52,3 | | | |

| | | | | | | |
|-------|------|-------|-------|-------|-----|------|
| | 11,4 | 196,3 | 58,5 | | | |
| | 12,7 | 193,7 | 64,6 | | | |
| | 14,2 | 190,7 | 71,5 | | | |
| 219,1 | 8,9 | 226,7 | 51,9 | 269,9 | 196 | 17,9 |
| | 10,0 | 224,2 | 58,0 | | | |
| | 11,1 | 222,3 | 63,6 | | | |
| | 12,0 | 220,5 | 68,7 | | | |
| | 13,8 | 216,9 | 78,7 | | | |
| | 8,9 | 255,3 | 57,9 | 298,5 | 203 | 20,7 |
| 244,5 | 10,2 | 252,7 | 65,9 | | | |
| | 11,4 | 250,3 | 73,7 | | | |
| | 12,6 | 247,9 | 80,8 | | | |
| | 13,8 | 245,5 | 88,5 | | | |
| | 8,5 | 281,5 | 60,5 | 323,9 | 203 | 22,5 |
| | 9,5 | 279,5 | 67,9 | | | |
| | 11,1 | 276,3 | 78,3 | | | |
| 273,1 | 12,4 | 273,7 | 87,6 | | | |
| | 14,8 | 268,9 | 103,5 | | | |
| | 9,5 | 304,9 | 73,6 | 351,0 | 203 | 23,4 |
| | 11,0 | 301,9 | 84,6 | | | |
| | 12,4 | 299,1 | 95,2 | | | |
| | 14,0 | 293,9 | 106,9 | | | |
| 298,5 | 9,0 | 333,0 | 75,9 | 367,0 | 229 | 29,0 |
| | 10,0 | 331,0 | 81,1 | | | |
| | 11,0 | 329,0 | 92,2 | | | |
| | 12,0 | 327,0 | | | | |
| | 9,0 | 359,0 | 100,3 | 402,0 | 229 | 31,0 |
| | 10,0 | 357,0 | 81,7 | | | |
| 323,9 | 11,0 | 355,0 | 90,5 | | | |
| | 12,0 | 353,0 | 99,3 | | | |
| | 10,0 | 406,0 | | 451,0 | 229 | 37,5 |
| | 11,0 | 404,0 | 108,0 | | | |
| 351 | 12,0 | 402,0 | | | | |
| | | | 102,7 | | | |
| | | | 112,6 | | | |
| 377 | | | 122,5 | | | |
| 426 | | | | | | |

5. Особенности бурения скважин на воду

5.1. Конструкция скважин и вскрытие водоносного пласта

Бурение скважин на воду последние годы приобрело массовый характер. В связи с этим данному виду работ должно быть уделено должное внимание. От правильного построения конструкции скважины и способа вскрытия водоносного пласта зависит эффективность бурения, водоотдача пласта и дальнейшая его эксплуатация и соблюдение экологической безопасности.

При построении конструкции скважин для водоснабжения важную роль играет их целевое назначение (поисковые, разведочные, эксплуатационные, наблюдательные и др.), а также геолого-технические условия бурения.

Основными факторами, определяющими конструкцию скважин являются: гидрогеологическое строение, конструкция фильтра, глубина бурения, проектный дебит, способ откачки, ремонтоспособность фильтра. При бурении на минеральные воды, учитывают ещё и пластовое давление. В зависимости от количества водоносных горизонтов, зон неустойчивых горных пород и их интервалов, зон поглощения и глубины скважины, вида и технических средств откачки определяют необходимое и достаточное число обсадных колонн, обеспечивающих надёжное разобщение вскрытых водоносных горизонтов от рабочего горизонта, устойчивость стенок скважины и достижение проектной глубины бурения.

Рациональная конструкция разведочно-эксплуатационной скважины должна отвечать следующим требованиям:

- применение обсадных труб ниппельного соединения геологоразведочного стандарта (ГОСТ6238-77) или труб муфтового соединения нефтяного стандарта (ГОСТ 632-80);

- при бурении неглубоких скважин большого диаметра для облегчения конструкции скважины допускается применение труб нефтяного стандарта соединения «труба в трубу»;

- посадка башмака кондуктора и промежуточной колонны в плотные горные породы, не размываемые промывочной жидкостью;

- надёжное закрепление стенок скважины;

- возможность подъёма цемента в затрубном пространстве кондуктора и одной промежуточной колонны до устья скважины;

- достаточная прочность и герметичность обсадных колонн, в т.ч. «впотай»;

- обеспечение проектного дебита;

- соблюдение условий опробования водоносных горизонтов;

- возможность проведения геофизических исследований скважинными приборами;

- проведение аварийно-ремонтных работ в процессе эксплуатации;

- соблюдение санитарно-экологических требований.

При бурении поисковых скважин с кратковременным их функционированием и наблюдательных скважин для наблюдения за пьезометрическим напором и уровнем вод с малым дебитом проектируют более упрощённую конструкцию, состоящую из кондуктора, одной промежуточной и эксплуатационной колонн обсадных труб.

Основное и решающее значение при проектировании конструкции скважины имеет определение конечного диаметра скважины и диаметров выше устанавливаемых эксплуатационной и промежуточных обсадных колонн.

Первоначально, при построении конструкции скважины определяется диаметр фильтра и фильтровой колонны (отстойник, фильтр, надфильтровая труба), часто размещаемой «впотай». Диаметр фильтра тем больше, чем больше дебит скважины и короче фильтровая труба. Диаметр фильтра зависит также от степени скважности каркаса (дырчатой трубы) и скорости поступления воды в скважину. Площадь отверстий трубы фильтра должна быть не меньше 20 % от площади всей трубы. Определение количества отверстий в фильтровой трубе производится по формуле:

$$n = Q / \pi r^2 v. \quad (5.1)$$

Диаметр фильтра, в см, можно определить по формуле:

$$d_{\phi} = Q / \pi m v h, \quad (5.2)$$

В формулах: Q – дебит скважины, $см^3/с$; r -радиус отверстий, $см$; h - длина рабочей части фильтра, $см$; m – скважность фильтра, v – скорость притока воды в скважину (или коэф. фильтрации k_{ϕ} , при напорном градиенте близком к 1, по закону Дарси), $см/с$ (в песчаных породах зависит от зернистости песка):

Величина зёрен песка, мм ... <1- 0%; <0,5 - 4%; <0,25 - 40%. Гравий

| | | | | |
|-------------------------------|---------|--------|-------|---------|
| Скорость водопритока, см/с... | 0,2 | 0,1 | 0,05 | 0,5 |
| Коеф. фильтрации, м/сут ... | 15...30 | 5...15 | 2...5 | 30...70 |
| Опытный коеф, а... | 50 | 60 | 90 | 30 |

В табл.5.1 приведено значение коеф. фильтрации для некоторых водоносных горных пород.

Таблица 5.1.

| Горные породы | Водоотдача, % | Средн.коэффициент. фильтрации, м/сут |
|--------------------------------|---------------|--------------------------------------|
| Известняк трещиноватый | 1...5 | 5 |
| Пески и супеси мелкоз. | 10...15 | 10 |
| Пески мелкоз. и глинистые | 15...20 | 5 |
| Пески среднезернистые | 20...25 | 15 |
| Пески крупнозернистые | 25...35 | 30 |
| Песчаники на глинистом цементе | 2...3 | 3 |
| Угли бурые | 2...5 | 2 |

Далее определяют: конечный диаметр коронки или долота D_k , мм:

$$D_k = d_\phi + 2\delta_1 \quad \text{при } \delta_1 \leq 50 \dots 100, \quad (5.3)$$

где d_ϕ – диаметр фильтра, мм; δ_1 – зазор между фильтром и стенкой скважины, мм;

-внутренний диаметр труб эксплуатационной колонны $d_{эКВ}$, мм:

$$d_{эКВ} = d_\phi + 2\delta_2 \quad \text{при } \delta_2 \leq 50, \quad (5.4)$$

где δ_2 – зазор между фильтром и внутренним диаметром труб (с учётом установки сальникового уплотнителя), мм;

- диаметр долота под эксплуатационную колонну труб $D_{кЭК}$, мм:

$$D_{кЭК} = d_{ЭКН} + 2\delta_3 \quad \text{при } \delta_3 = 15 \dots 50, \quad (5.5)$$

где $d_{ЭКН}$ наружный диаметр эксплуатационной колонны (с учётом муфт), мм; δ_3 – зазор между наружным диаметром эксплуатационной колонны и стенками скважины (с учётом цементации затрубного пространства), мм.

Если цементирование затрубного пространства не предусмотрено, размер долот или коронок выбирают только с учетом диаметра муфт соответствующей колонны труб. Например, диаметр долота под эксплуатационную колонну в таком случае $D_{кЭК} = d_{ЭКН}$. По технической характеристике выбирают ближайший больший диаметр.

По ГОСТ устанавливается фактический наружный и внутренний диаметр труб эксплуатационной колонны: тонкостенные трубы ниппельного соединения – ГОСТ 6238-77; трубы муфтового соединения - ГОСТ 632-80; асбоцементные трубы – ГОСТ 539-73, а также трубы из термопластов по МРТУ 6-05-918-67; 6-05-917-67 и по ТУ 38-2-54-69.

Аналогично рассчитывают соотношение диаметров породоразрушающего инструмента и промежуточных обсадных колонн при их необходимости.

Внутренний диаметр направляющей трубы $d_{НВ}$, мм, находится из условия:

$$d_{НВ} = D_{кЭК} + 2\delta_4 \quad \text{при } \delta_4 \leq 3 \dots 8, \quad (5.6)$$

где δ_4 – зазор для обеспечения свободного прохода долота, мм;

Фактический диаметр труб устанавливается по ГОСТ.

Далее определяется диаметр долота или коронки под диаметр направляющей трубы (кондуктор) $D_{кн}$, мм:

$$D_{кн} = d_{нм} + 2\delta_5 \text{ при } \delta_5 = 15 \dots 50, \quad (5.7)$$

где $d_{нм}$ - наружный диаметр труб с муфтой (башмаком), мм; δ_5 - зазор между наружным диаметром башмака и диаметром скважины, мм. Фактический диаметр породоразрушающего инструмента устанавливается в соответствии с ГОСТ.

Длину рабочей части фильтра, м, для мощных водоносных пластов определяют по формуле:

$$h = Q \cdot a / d_{ф}, \quad (5.8)$$

где Q , м³/ч; $d_{ф}$, мм.

Конструкции фильтра и скважины приводят в проектной гидрогеотехнической карте (или ГТН).

5.2. Фильтры

Основное назначение фильтра - пропуск воды из водоносного горизонта внутрь скважины и предохранение ее водоприемной части от завалов в результате оплывания и обрушения пород. Фильтры устанавливаются для очистки воды от взвешенных частиц породы, а также для достижения определенной постоянной площади фильтрации в неустойчивых породах.

Фильтры ставят в рыхлых, главным образом, в песчаных породах. В водоносных горизонтах, сложенных рыхло-обломочными скальными породами, гравием, частично цементированным песком, в качестве фильтра ставят дырчатые трубы, защищающие скважину только от обрушения пород. В устойчивых трещиноватых водоносных породах, а также при каптировании водоносных песков, залегающих под прочной водоупорной кровлей (мощные пласты глин, известняков, песчаников), их не ставят. Каптаж - сооружение, обеспечивающее доступ к подземным водам. Простейшим видом каптажа являются колодец и буровая скважина.

Фильтр обычно состоит из рабочей части (перфорированная труба с сеткой или без нее), отстойника, в котором при откачке оседают частицы песка, и надфильтровой (вспомогательной) части, расположенной выше рабочей. Длина отстойника 2...4 м. При вскрытии мелкозернистых песков необходимо делать более глубокий отстойник длиной до 10 м. Перед спуском фильтровой колонны в нижнюю часть отстойника забивают деревянную пробку (или дно заваривают), чтобы предупредить засасывание песка в скважину при откачке воды.

В соответствии с гидрогеологическими условиями различают следующие виды оборудования водоприемной части скважин: фильтры для гравелистых крупно- и среднезернистых песков; фильтры для мелкозернистых песков; дырчатые фильтры для неустойчивых рыхло-обломочных пород; скважины без фильтров для устойчивых трещиноватых пород.

Известно несколько десятков различных типов и конструкций фильтров. Здесь будут представлены фильтры наиболее часто применяемые и распространённые в практике бурения скважин на воду. Области применения различных типов и конструкций фильтров в соответствии со СНиП 2.04.02-84 приведена в таблице 5.2.

На конструкцию фильтра кроме состава вмещающих пород существенное влияние оказывают большое содержание в воде закисного железа, карбонатов кальция и агрессивность воды, вызывающие быструю коррозию стальных частей и кольматацию фильтрующей поверхности. Такие неблагоприятные условия, вызывающие быстрый выход из строя фильтров, наблюдаются во многих районах.

Для борьбы с агрессивным воздействием воды фильтры изготавливают из антикоррозионных материалов (пластмассы, керамики) или покрывают стенки фильтра антикоррозионными покрытиями. Для продления срока службы таких скважин применяют многослойные обсыпки, обеспечивающие большие размеры пор на стенках фильтра и, следовательно, медленное их зарастание. Одним из основных параметров фильтра является его *скважность* - отношение площадей пропускных отверстий к общей поверхности.

Области применения фильтров по СНиП

| Водоносные породы | Типы и конструкции фильтров |
|---|--|
| Полускальные неустойчивые, щебенистые и галечниковые с преобладающей крупностью частиц щебня и гальки 20-100 мм (более 50% по массе). | Трубчатые фильтры – с круглой и щелевой перфорацией. Стержневые фильтры. |
| Гравий, гравелистый песок с крупностью частиц от до 10 мм и с преобладающей крупностью частиц 2-5 мм (более 50% по массе). | Трубчатые – с круглой и щелевой перфорацией, с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки или из штампованного стального листа. Стержневые – с обмоткой проволокой из нержавеющей стали или с водоприемной поверхностью из штампованного листа. |
| Пески крупные с преобладающим размером частиц 1-2 мм (более 50% по массе). | Трубчатые – со щелевой перфорацией, с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки, или из сетки квадратного плетения. Стержневые – с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки, стального штампованного листа или сетки квадратного плетения. |
| Пески средние, с преобладающей крупностью частиц 0,25-0,5 мм (более 50% по массе). | Трубчатые и стержневые – с водоприемной поверхностью из сеток гладкого (галунного) плетения. Трубчатые и стержневые – с однослойной гравийной обсыпкой (гравийные фильтры). |
| Пески мелкие, с преобладающей крупностью частиц 0,1-0,25 мм (более 50% по массе). | Трубчатые и стержневые – с одно-, двух- или трехслойной песчаной или песчано-гравийной обсыпкой (гравийные фильтры). |

Ниже приведено описание некоторых наиболее часто употребляемых фильтров.

На водоносных горизонтах сложных гравелистыми породами, крупно- и среднезернистыми песками наиболее часто ставят *дырчатые, щелистые и сетчатые фильтры* с тонкими стенками.

При наличии в кровле песчаного водоносного пласта устойчивых пород целесообразно устройство *бесфильтровых* конструкций скважин.

В водоносных гравийных породах и галечниках используют фильтры, значительно отличающиеся от устанавливаемых в песчаных породах.

Скальные, но частично неустойчивые водоносные породы (разрушенные известняки, песчаники, мел и подобные породы), могут суживать диаметр скважины. Во избежание этого, в скважине устанавливается фильтр из перфорированных (дырчатых) труб. В устойчивых скальных трещиноватых водоносных породах фильтры устанавливать нет необходимости. Конструкций фильтров очень много, но практически применяются лишь некоторые их типы.

Наибольшее распространение имеет фильтр, состоящий из *трубчатого перфорированного (дырчатого) каркаса*, обмотанного проволокой, и сетки, покрывающей каркас. Фильтры этого типа устанавливают в мелкозернистых разнородных песках с размером частиц от 0,05 до 0,25 мм (латунная или медная сетка галунного плетения № 14/100 и 16/100) и в среднезернистых однородных песках с размером частиц от 0,25 до 1 мм (сетка галунного плетения № 7/70 и 10/90).

В крупнозернистых песках (размер частиц от 1 до 2...2,5 мм) и мелком гравии (размер зерна от 2,5 до 5 мм) применяют *целистые фильтры* (щели длиной от 20 до 50 мм и шириной от 1,5 до 3 мм). В этих породах можно устанавливать также *проволочные фильтры*, у которых по каркасу намотана проволока диаметром 2...3 мм с расстоянием между витками 1...2 мм.

Для пород, содержащих большое количество гравия и гальки и не более 10-15% песка, применяются *фильтры из перфорированных труб* с диаметром отверстий от 5 до 20 мм.

Если каркас фильтра имеет отверстия диаметром от 12 до 20 мм, а порода содержит гравий и гальку диаметром от 5 мм и более, то перфорированные трубы обматывают проволокой с расстоянием между витками 5...12 мм.

Применяют также *каркасно-засыпные фильтры*, в которых между каркасом и наружной дырчатой оболочкой или сеткой засыпан гравий диаметром 2...5 мм. Такие фильтры при слое засыпанного гравия толщиной в 25...50 мм действуют довольно хорошо даже в мелкозернистых песках. Образование добавочного фильтрующего слоя вне фильтра происходит в течение непродолжительного времени.

В настоящее время нашли применение фильтры асбоцементные, пластмассовые, керамические и полимерные (НПВХ), изг. СПК «Новый Дом»; «Полифильтр», «ЭТЕК» и др.

Основой фильтра является каркас. Для скважин небольшой глубины каркасом для фильтра могут служить обсадные трубы (буровые и газовые). Выбор длины и диаметра каркаса фильтра зависит от мощности водоносной породы и диаметра последней рабочей колонны скважины. Рабочая часть фильтра должна быть удалена от кровли и подошвы пласта на 0,5...1,0 м. Средняя длина фильтрующей части каркаса составляет около 3...5 м и может наращиваться частями.

Общая площадь отверстий должна составлять не менее 15% всей поверхности фильтрующей части трубы. Если длина трубы достаточна для размещения фильтрующей части, отстойника и надфильтровой трубы, то нижнюю часть ее, длиной 1...2 м, выделяют для отстойника, среднюю - для фильтра, а верхнюю - для сальника и надфильтровой трубы.

В большинстве случаев каркасные трубы перфорируют без раззенковки отверстий. В приводимых ниже данных указаны стандартные размеры и расположение отверстий в каркасах фильтров:

Технические данные каркасов

| | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|
| Наружный диаметр каркаса, мм | 89 | 114 | 168 | 219 |
| Диаметр отверстий, мм | 12 | 12 | 20 | 20 |
| Диаметр отверстий раззенковки, мм..... | 16 | 18 | 26 | 30 |
| Расстояние между центрами отверстий в горизонтальном ряду, мм..... | 23 | 30 | 33 | 43 |
| Расстояние между центрами оризонтальных рядов, мм..... | 15 | 18 | 30 | 35 |
| Число отверстий в горизонтальном ряду, шт..... | 12 | 16 | 16 | 16 |
| Число отверстий на 1 пог.м трубы | 800 | 880 | 533 | 640 |
| Скважность фильтра или площадь фильтрации, %..... | 32 | 30 | 31 | 30 |
| Отношение общей площади отверстий в раззенковке к площади трубы,% | 59 | 48 | 53 | 65 |

Фильтр является весьма важной частью оборудования скважины. Неправильно изготовленный фильтр уменьшает подачу воды и способен служить лишь непродолжительный срок. Фильтр не должен пропускать внутрь частицы породы больших размеров, чем это предусмотрено расчётом. В то же время необходимо предотвращать возможность механической закупорки отверстий в сетке и каркасе.

Существует неправильное представление, что фильтровальная сетка не должна пропускать песок во внутреннюю часть фильтра. В действительности же годной является только такая сетка, которая пропускает через свои отверстия определенное количество частиц водоносной породы.

Применение отстойника большой длины существенно улучшает работу фильтра, так как при этом частицы породы, проникающие через сетку фильтра, собираются в отстойнике и не засоряют фильтр изнутри (что неизбежно при отсутствии отстойника или при коротком отстойнике). Поэтому внутренний диаметр каркаса должен обеспечивать свободное прохождение в фильтр соответствующего инструмента (желонки или ложки) для очистки отстойника.

Гравийно-песчаный фильтр. В однородных мелкозернистых и разнородных водоносных породах с большим количеством мелких частиц, вымывание которых не является целесообразным, устанавливают *фильтры с засыпкой и корзинчатые.*

Фильтр с засыпкой состоит из каркаса с навитой на него проволокой (желательно из нержавеющей стали) с расстоянием между витками от 0,25 до 2,0 мм, в зависимости от размера частиц засыпаемой породы. Размер этот в свою очередь подбирается в соответствии с диаметром частиц водоносной породы, табл. 5.3, в которую устанавливается фильтр.

Данный фильтр устанавливается следующим способом. После остановки обсадных труб в водоупорной породе (например, глине) на забой скважины опускают на трубах или штангах заготовленный заранее фильтр, наружный диаметр которого должен быть минимум на 100 мм меньше внутреннего диаметра обсадных труб. Для правильной установки фильтра в центре скважины на нем (или на отстойнике) и надфильтровой трубе прикрепляют в нескольких местах направляющие планки, центрирующие расположение фильтра в скважине. Последние изготовляют из полосового железа длиной 150...200 мм и толщиной 6...8 мм. Ширина их по диаметру скважины должна быть такой, чтобы между их кромками и стенками обсадных труб, в которых опускается фильтр, сохранялся зазор в 8...10 мм.

Таблица 5.3.

Зависимость крупности засыпки от состава водоносной породы

| Водоносная порода | Содержание частиц в породе | | Диаметр частиц искусственной засыпки, мм |
|-------------------------------|----------------------------|---------------|--|
| | Диаметр, мм | Количество, % | |
| Крупнозернистые пески | 2-1 | 80 | 10-8 |
| | 1,0-0,5 | 60 | 5-4 |
| Среднезернистые пески | 0,5-0,25 | 50 | 2,5-2,0 |
| | 0,25-0,05 | 30-40 | 1,0-0,5 |
| Мелкозернистые пески | | | |
| Тонкозернистые пески и супеси | | | |

Если колонну труб, на которой опускают фильтр необходимо извлечь из скважины, то ее соединяют с фильтром муфтой с левой резьбой, что дает возможность осуществить их разъединение вращением трубы по часовой стрелке.

При отсутствии муфты или переходников с левой резьбой применяют обычные муфты, но со слабой резьбой, которые легко отвертываются при вращении против часовой стрелки. Проверку такого свободного отвинчивания производят на поверхности до опускания фильтра на забой скважины.

После спуска колонны с фильтром на забой в кольцевое пространство между ней и обсадными трубами засыпают отдельными порциями мелкий гравий или отсеянный песок необходимой крупности и одновременно (через короткие интервалы) поднимают колонну обсадных труб, в которых находится фильтр. Эта работа требует тщательного выполнения, так как при засыпке гравия или отсеянного песка в недостаточном количестве может произойти соприкосновение фильтра с окружающей обсадную трубу водоносной породой, что может испортить всю установку фильтра.

С другой стороны, не менее опасна и одновременная засыпка чрезмерного количества мелкого гравия или песка, поскольку это может вызвать «спаривание» колонн труб.

Количество засыпаемого вокруг фильтра песка и гравия предварительно подсчитывается. Так, если обсадная колонна имеет внутренний диаметр 205 мм, фильтр - длину 5 м и наружный диаметр 127 мм, отстойник - длину 3 м и диаметр 127 мм, надфильтровая труба - длину 3 м и диаметр 127 мм, то объем кольцевого зазора между внутренней поверхностью обсадной трубы и наружной поверхностью фильтра (включая надфильтровый патрубок и отстойник) может быть получен из выражения:

$$v = [3.14 (0.2^2 - 0.12^2) (5 + 3 + 3)]/4 = 0,22 \text{ м}^3 \quad (5.9)$$

Следовательно, для засыпки в межтрубное пространство потребуется около $0,25 \text{ м}^3$ фильтровального материала. В порядке учета непредвиденных расходов и потерь засыпаемого материала к потребному количеству его добавляется 15-25%, что дает в общем $0,25 \times 1,25 = 0,31 \text{ м}^3$, т. е. около 30 ведер.

Если фильтр спускается на извлекаемой послё его спуска колонне труб или штанг, то ниже муфты остающейся в скважине надфильтровой трубы при необходимости устанавливают сальник.

Корзинчатый фильтр, рис 5.1, состоит из перфорированной трубы с закреплённым в её нижней части опорным кольцом, на котором устанавливается набор фильтровых колец с «корзинками» (воронками) из кровельного железа толщиной 2-3 мм. В основании этих колец просверлены отверстия. Весь набор фильтровых колец и корзинок закрепляется при помощи гаек и опорных колец. Корзинчатый фильтр отличается от фильтра с засыпкой тем, что в нем отсеянную породу можно расположить в определённом порядке, слоями требуемой толщины. Для обеспечения этого перед спуском фильтра в скважину все установленные на каркасе корзинки наполняются засыпкой, причем в нижнюю часть каждой корзинки засыпается наиболее крупнозернистый материал и затем последовательно сверху все более мелкий.

При высоте корзинки, например, 90 мм нижнюю часть ее на 25...30 мм засыпают гравием размером 5 мм, следующий слой высотой 15 мм засыпают гравием с размером частиц 3...5 мм, выше - слой из песка с размером частиц 1...2 мм и, наконец, верхний слой - из песка с размером частиц от 0,5 до 1 мм.

Вода попадает внутрь фильтра при прохождении всей этой многослойной засыпки. На один погонный метр принято устанавливать от 10 до 15 корзинок. Отвер-

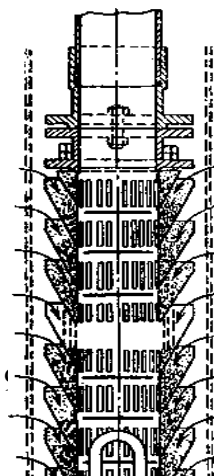


Рис.5.1.

Корзинчатый
фильтр.

стия (щели) перфорированной трубы (каркаса) такого фильтра располагаются горизонтальными рядами с соблюдением следующих условий:

- а) каждый ряд должен точно совпадать с нижней частью корзинки и закрываться первым слоем засыпки — наиболее крупным материалом;
- б) ширина щелей каркаса не должна превышать размера частиц первого слоя (в приведенном случае 5 мм).

Иногда отверстия каркаса делают круглыми, диаметром не более 8...10 мм. В этих случаях для засыпки подбирают более крупный материал (для первого слоя с размером частиц не менее 10 мм) и высоту корзинок несколько увеличивают (до 120...150 мм). Корзинки фильтров размещают на каркасе таким образом, чтобы они входили одна в другую не более чем на половину высоты.

Иногда корзинчатый фильтр, как и фильтры других конструкций, имеет в нижней части отстойник длиной 1...1,5 м с деревянной пробкой в дне и в верхней части надфильтровую трубу с сальником на конце, входящую в последнюю рабочую колонну обсадных труб не более чем на 2...3 м.

Надфильтровая труба имеет в верхней части муфту с двумя специальными вырезами в виде опрокинутой буквы Г для спускового ключа. Если тяжесть фильтра в собранном виде вызывает опасение, что муфта с вырезами для ключа не выдержит этой тяжести, то применяют спусковые переходники с муфтами левой резьбы для спуска фильтра на колонне труб. Для корзинчатых фильтров необходима тщательная сортировка значительного количества песка (по крупности частиц путем просеивания через соответствующую

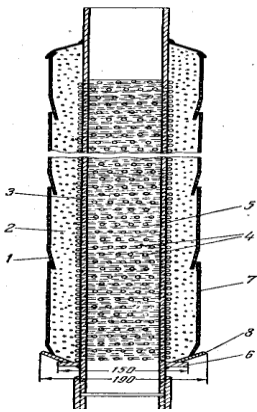


Рис. 5.2. Гравийно-проволочный фильтр

Гравийно-проволочный фильтр. К засыпным фильтрам относится и гравийно-проволочный фильтр, рис. 5.2, также собираемый на поверхности земли и имеющий дырчатый каркас с отстойником и надфильтровой трубой. В отличие от корзинчатого фильтра засыпка у перфорированной части этого фильтра поддерживается не корзинками, а чехлом 1 и 7 из мелкоперфорированных листов железа 1...2 мм или сетки. Наружный диаметр этого чехла, в зависимости от диаметра обсадной трубы может превышать диаметр каркаса на 50... 100 мм и более.

В образующийся зазор засыпают необходимое количество мелкого гравия или крупного песка с размером частиц от 1 до 5...8 мм в зависимости от водоносной породы (см. табл. 5.3). Слой такой засыпки 2 толщиной в 25...30 мм вполне достаточен для удовлетворительной эксплуатации скважины.

При внутреннем диаметре обсадной трубы 6" (155 мм) чехол фильтра должен иметь диаметр не более 140 мм. Каркас фильтра 3 делают из 3...3¹/₂" газовых труб (наружный диаметр 76-89 мм), имеющих резьбу в нижней и верхней частях. Таким образом, зазор между каркасом и чехлом имеет ширину 25...32 мм. При засыпке зазора гравием с размером частиц 2-3 мм отверстия 4 в каркасе фильтра могут иметь такой же размер.

Щели целесообразно прорезать автогенной резкой. Чтобы при этом каркас «не повело» (т. е. чтобы он не искривился), резку необходимо вести, чередуя стороны трубы.

Количество отверстий на каркасе определяют, как и для фильтров других конструкций (у фильтра на рис. 23 отверстия диаметром 10...12 мм расположены через 30 мм по горизонтали и через 18 мм по вертикали).

Если каркас имеет круглые отверстия, то на него навивают железную проволоку 5 диаметром 2...3 мм с зазором между витками в 1,5...2 мм. Перед навивкой проволоки вдоль трубы прикрепляют 5...8 проволоку диаметром 2...3 мм и уже по ним производят навивку. При большой длине фильтра, водообильном горизонте и ограниченной потребности в воде продольные проволоки ставить нет необходимости.

Для изготовления наружного чехла можно использовать железо толщиной 1...2 мм, обычную проволочную железную сетку и сита для сортировки и очистки зёрен.

Чехол составляют из отдельных звеньев длиной по 0,7...0,8 м, соединяемых между собой, как звенья водосточной трубы. До изготовления звеньев в предназначенных для этого листах пробивают пробойником множество мелких отверстий через 5...6 мм. В листах для верхнего и нижнего звеньев на расстоянии 75...100 мм от края чехла отверстия не пробивают.

Сборку фильтра производят в следующем порядке.

Каркас фильтра с проволочной обмоткой устанавливают вертикально вблизи скважины, на расстоянии 150...200 мм от нижнего конца фильтра прикрепляют при помощи сварки или способом посадки в горячем состоянии фланец б толщиной 8...2 мм с наружным диаметром, на 5...6 мм меньшим наружного диаметра каркаса фильтра. На фланец помещается воронка 8 из трехмиллиметрового железа с наружным диаметром на 15...20 мм меньшим внутреннего диаметра обсадных труб. На воронку устанавливают первое звено чехла с равными зазорами во все стороны. В зазор установленного звена чехла равномерно со всех сторон засыпают гравий или крупный песок.

При засыпке материала для его уплотнения наносят легкие удары по чехлу. Толщина засыпки должна быть одинакова по всей окружности фильтра. Для лучшего центрирования чехла на корпус каркаса целесообразно приваривать стойки из 6...8мм проволоки высотой, соответствующей зазору. Такие стойки можно ставить 3...4 по окружности и в 3...4 ряда по высоте звена. Засыпка зазора каждого звена чехла прекращается на расстоянии 75...100 мм от верхнего края звена. Нижний конец второго звена чехла вводят на 75...100 мм внутрь верхнего конца первого звена, после чего засыпку производят в том же порядке. Верхний край последнего звена должен быть выше верхнего ряда отверстий на каркасе на 300...400 мм.

Во время работы фильтра часть засыпки вместе с водой может попасть внутрь фильтра, вследствие чего уменьшится высота засыпки в фильтре и обнажатся отверстия каркаса. При этом условии через обнажившиеся отверстия возможно попадание внутрь фильтра частиц водоносной породы. Поэтому внутрь верхнего конца последнего звена чехла над засыпкой следует устанавливать пеньковый сальник 8.

Края звеньев чехла скрепляют между собой замком, подобно тому, как скрепляются ведра или при помощи проволоки либо пайкой. Наружная поверхность чехла должна быть гладкой и ровной (без выступов и прогибов). Отклонение чехла от вертикального положения даже на 10 мм может вызвать разъединение звеньев при опускании в скважину.

Перед спуском собранного фильтра опускают в скважину отстойник и подвешивают его на хомуте у обреза обсадных труб. В муфту отстойника ввинчивают нижний конец фильтра, а в верхнюю муфту фильтра - конец надфильтровой трубы, имеющей на верхней части сальник.

В таком собранном виде фильтр опускают в скважину на трубах или на штангах на спусковом Т-образном ключе при помощи ворота (лебедки).

Сетчатые фильтры. В водоносных горизонтах, представленных песками, часто применяют фильтры, у которых трубчатые каркасы (дырчатые, щелевые и др.) обтянуты сетчатой тканью из меди, латуни или нержавеющей стали. Основное назначение сетчатых фильтров – обеспечить пропуск воды в скважины, оборудованных трубами малого диаметра, не прибегая к устройству гравийных обсыпок.

Существует неправильное представление, что фильтровая сетка должна изолировать внутреннюю часть фильтра от окружающей его породы. Поэтому часто устанавливают фильтр с сеткой мелкого плетения, без надобности в ней. Такая практика нередко приводит к отрицательным результатам: песок в скважину не поступает, но одновременно препятствует поступлению сквозь густую сетку фильтра достаточного количества воды.

Сетки *галунного, киперного и простого* (квадратного) плетения, рис. 5.3, применяют для устройства сетчатых фильтров, рис. 5.4.

В зависимости от состава водоносной породы для устройства сетчатых фильтров используют 12 номеров проволочной фильтровой латунной сетки (галунного плетения). Из сеток галунного плетения наиболее распространены сетки следующих размеров: 6/40, 6/70, 7/70, 10/75, 10/90, 12/90,

14/100, 16/100, 16/130 и 18/130. В этих цифрах числитель обозначает количество вертикальных проволок основы, а знаменатель - горизонтальных проволок утка на 1 квадратный дюйм - 26x26 мм² (английский дюйм). Большое разнообразие водоносных пород вызывает необходимость подбора различных типов и размеров сетки. Из этого следует, что во всех случаях сетки должны подбираться в соответствии с составом и свойствами горных пород.

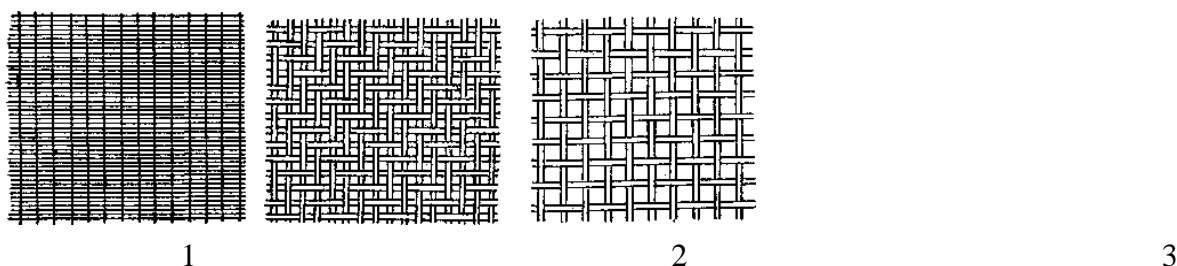


Рис. 5.3. Сетки фильтровые металлические

1-галунного плетения; 2-киперного плетения; 3-квадратного плетения

Правильно подобранная сетка должна пропускать не только воду, но и мелкие частицы породы.

Необходимый размер ячеек сетки для фильтра определяют опытным просеиванием проб водоносной породы через фильтровую сетку различных номеров. Принимается сетка, пропускающая через свои отверстия 70...80% от веса всей пробы породы, если водоносный горизонт сложен песком; 30...40%, если сложен мелким гравием; 20...25%, если сложен весьма крупным гравием.

Из сказанного выше видно, что размер сетки для фильтра можно правильно выбрать только опытным путем. Для этого необходимо знать размер частиц, из которых состоит водоносная порода или, другими словами, произвести простейшим способом анализ состава этой породы по крупности.

Размер преобладающих частиц водоносной породы можно приближенно определить при помощи лупы на клетчатой миллиметровой бумаге. С помощью лупы легко определить частички размером до 0,1 мм, приняв площадь в 100 мм² за 100%, можно ориентировочно определить процентное соотношение частиц породы различных размеров.

Можно использовать и следующий прием определения размеров частиц породы. Просушивают 1...2 кг средней пробы водоносного песка, заполняют сухим песком тонкий чайный стакан (такой стакан имеет объем 250 см³ и высоту 8,5 см) и просеивают песок из стакана через сетку, которую намечено использовать для фильтра. После просеивания остаток на сите снова высыплют в стакан, а сверху насыпают песок, прошедший через сетку.

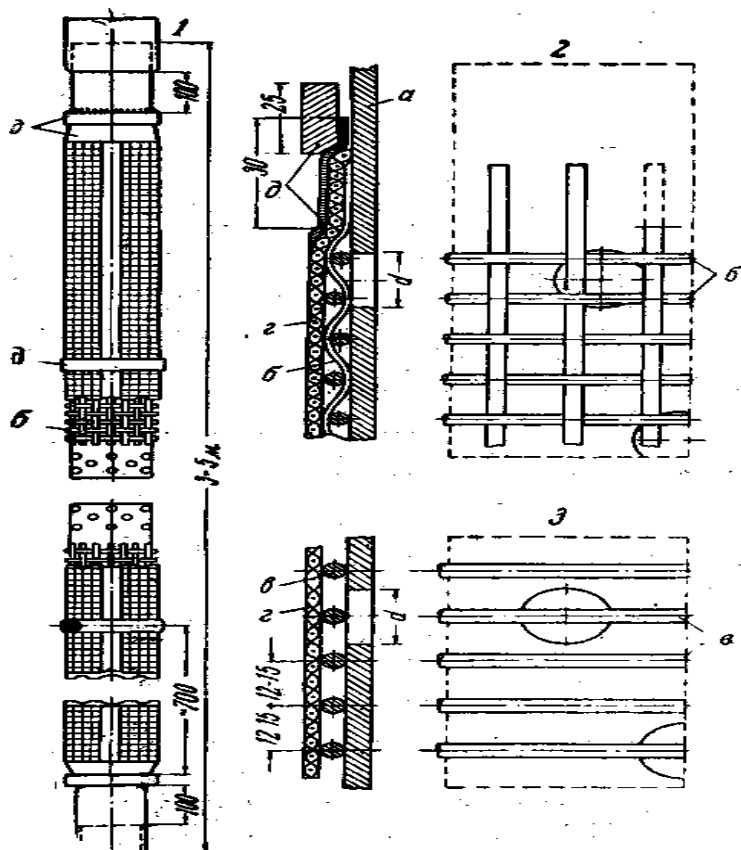


Рис. 5.4. Фильтр с металлической сеткой

1 - общий вид; 2 и 3 детали: а - каркас из обсадной трубы с проходными отверстиями, б- подкладочная сетка с крупными ячейками, в- подкладочная спираль из медной или латунной проволоки, г - медная сетка галунного плетения, д - накладки из листовой меди или латуни.

Граница между двумя слоями песка различной крупности должна быть строго горизонтальной. Для лучшего разделения их первый слой песка можно покрыть папиросной бумагой. Измерив высоту каждого слоя линейкой с делениями и приняв всю высоту песка в стакане за 100%, нетрудно подсчитать процент водоносной породы, прошедшей через сетку и оставшейся на сетке. На основании этих данных можно судить о пригодности для фильтра имеющейся сетки или о необходимости замены ее сеткой другого размера.

Для песчаных водоносных слоев следует применять галунные сетки номеров 6/40, 7/70 и 10/90. Для очень крупных песков, гравия и гальки выбирают сетку квадратного плетения с диаметром отверстий 1...4 мм.

Для неравнозернистого песка с примесью крупных частиц целесообразно применять редкую сетку с крупными отверстиями киперного плетения; сквозь эту сетку должно проходить 40- 60% мелких частиц песчаной породы. Для мелких песков с примесью (30-40%) крупных и средних зерен целесообразно применять галунные сетки крупных размеров.

Даже правильно подобранная фильтровая сетка в течение некоторого времени при откачке скважины должна пропускать определенное количество породы, которую необходимо своевременно удалять из отстойника и фильтра, иначе фильтр будет работать не на полную свою длину и не пропустит нормальное количество воды.

Фильтр с сетчатой водоприемной поверхностью - одна из старейших и наиболее употребляемых конструкций.

Несмотря на ряд отрицательных сторон, присущих сетчатым фильтрам, длительное применение их объясняется некоторыми технико-экономическими преимуществами, которые делают эти конструкции наиболее простыми и доступными для оборудования буровых скважин.

Как известно, рабочая часть сетчатого фильтра (см. рис.5.4) состоит из опорного каркаса, представляющего собой металлическую дырчатую или щелевую трубу; проволоочной спирали или подкладочной сетки с крупными ячейками, подкладываемых на опорный каркас для обеспечения более свободного доступа воды к отверстиям фильтра; фильтрующей сетки, которой покрывается каркас.

Сетчатые фильтры обладают значительными преимуществами.

Их можно устанавливать в скважинах на любую глубину. Минимальная разность в диаметрах между обсадной колонной и каркасом фильтра составляет 50 мм. Изготавливать фильтры можно централизованно или на месте сооружения скважин. Изготавливать фильтры и устанавливать их в скважину могут буровые мастера средней квалификации.

Кроме того, сетчатые фильтры позволяют использовать воду из рыхлых пород с широким диапазоном их гранулометрического состава и ускоряют производство буровых работ. Извлечение сетчатого фильтра из скважины для ремонта значительно проще, чем фильтров других конструкций.

Однако перечисленные достоинства не делают сетчатые фильтры универсальными. Они имеют и ряд отрицательных сторон.

Сетчатые фильтры изготавливают из дефицитных материалов (медь, латунь, олово). Они обладают большой сопротивляемостью и уменьшают дебит скважин. Для водоносных тонкозернистых песков (пльвунов) сетчатые фильтры непригодны, так как в мелких сетках наблюдается механическое засорение ячеек сетки, резко повышающее гидравлическое сопротивление.

При употреблении разноименных металлов (медь или латунь на стальной трубе) фильтр разрушается под влиянием электрохимического воздействия. Кроме того, в некоторых гидрохимических условиях выделяющиеся соли могут закупорить (зацементировать) сетку фильтра.

При эксплуатации железистых и карбонатных вод иногда в небольшой промежуток времени происходит закупорка ячеек сетки, и скважины уменьшают свою производительность часто в два-три раза, что вызывает необходимость замены фильтра или перебуривания скважин.

Таким образом, сетчатые фильтры не позволяют выявить реальный дебит скважин, маскируют эксплуатационные возможности водоносных горизонтов.

Анализ преимуществ и недостатков сетчатых фильтров позволяет утверждать, что применение сетчатых фильтров может быть допущено для временного водоснабжения в благоприятных гидрогеологических и гидрохимических условиях или там, где их работа проверена практикой эксплуатации.

В настоящее время изготавливаются фильтры с сетками из меди, латуни, нержавеющей стали, пластмасс и стекловолокна.

Сетка квадратного (простого) плетения состоит из проволок одинакового профиля (круглого или квадратного), переплетающихся под прямым углом. Этот вид сетки употребляется в фильтрах, устанавливаемых в крупнообломочных отложениях (гравий, галька), или в качестве подкладочной (опорной) сетки при опайке фильтров мелкими сетками со слабыми механическими свойствами.

Галунная (репсовая) сетка состоит из продольных проволок утолщенного сечения - основы и поперечных тонких проволок - утка. В отличие от сеток квадратного плетения уток в сетках галунного плетения состоит из проволок, плотно прижатых одна к другой, в результате чего вода, поступающая в фильтр, проходит по извилистому пути. В зависимости от характера плетения, определяемого по огибанию проволок основы утком, галунные сетки подразделяются на сетки одинарного, полуторного и двойного плетения.

Пример расположения проволок утка на основе при двойном плетении изображен на рис.5.5, иллюстрирующем, что конфигурация ячеек и каналцев для прохода воды определяется характером плетения.



Рис. 5.5. Галунное плетение - двойное

При водоснабжении в большинстве случаев пользуются галунными сетками одинарного плетения. При выборе сеток важно знать номер, по которому ориентировочно судят о размерах проходных отверстий, номера сеток определяют по количеству проволок основы и утка, приходящихся на 26 мм.

Проволочные фильтры. При отсутствии фильтровой сетки иногда применяют проволочные фильтры, рис.5.6, также состоящие из надфильтровой трубы, отстойника и дырчатого каркаса, причем эти части имеют те же размеры, что и у сетчатых фильтров соответствующих диаметров.

У проволочных фильтров сверленную часть покрывают витками проволоки диаметром 2...3 мм, предварительно хорошо выправленной, не имеющей узлов и утолщений.

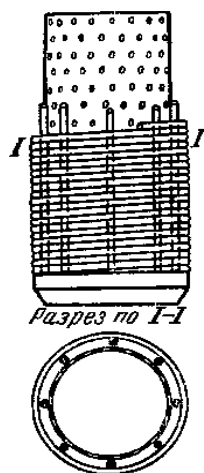


Рис.5.6. Схема устройства проволочного фильтра

Навивка проволоки производится с расстоянием между витками от 0,25 до 4 мм, в зависимости от крупности частиц водоносной горной породы. Через каждые 250...400 мм по длине каркаса навитую проволоку припаивают к продольным проволокам.

Проволочные фильтры хорошо работают в скважинах, получающих воду из крупнозернистых песков, гальки, гравия и крупнообломочных пород; при использовании таких фильтров в мелкозернистых водоносных песках необходимо производить продолжительную откачку и неоднократно очищать фильтр и отстойник.

Монтаж фильтра производится так же, как и сетчатого.

Щелистые фильтры. Фильтры этого типа отличаются от проволочных тем, что состоят только из фильтровой трубы, в которой вместо круглых отверстий прорезаны щели шириной от 2 до 4 мм, расположенные тоже в шахматном порядке. Общая площадь щелей обычно составляет около 20% всей поверхности каркаса.

Применяются щелистые фильтры в тех же условиях, что и проволочные.

Фильтры с полимерными сетками. Сетки для фильтров из полимерных материалов изготавливают на основе пластических масс, вырабатываемых из полихлорвиниловых смол. Этот термо-пластический материал в зависимости от химического состава имеет названия винипласт, поливинил-хлорид и др.

Наибольшее распространение получили сетки из пластических масс штампованные с круглыми и квадратными отверстиями и плетеные с квадратными отверстиями.

Для фильтров применяют освоенные промышленностью сетки двух видов: простые и гофрированные. Гофрированную применять предпочтительнее, так как её поверхность способствует созданию лучших условий сводообразования горной породы в зафильтровой части, а также пропуску воды к проходным отверстиям фильтра.

Плетёные сетки изготавливают из отдельных пластмассовых нитей-проволок. По сравнению с сетками круглого сечения квадратные сетки менее жёсткие и в большей степени подвержены механическому повреждению.

Более частые пластмассовые сетки употребляют в качестве фильтрующей покровной ткани, а более редкие – в качестве подкладочной.

Каркасом для фильтров с пластмассовыми сетками служат металлические, асбоцементные и пластмассовые трубы. Металлические и асбоцементные перфорированные трубы (каркасы) - в целях защиты их от коррозии перед натяжкой на них сеток целесообразно покрывать гудроном или кузбаслаком.

Неглубокие эксплуатационные скважины с водоносным горизонтом в мелкозернистых песках целесообразно оборудовать фильтрами с пластмассовой сеткой и мелкогравийной обсыпкой. Диаметр скважины, при этом, должен быть на 100 мм больше диаметра фильтра. Обсыпку производят при подъёме обсадной колонны.

Область применения фильтров с пластмассовыми сетками – неглубокое залегание подземных вод с большой минерализацией и агрессивностью.

Недостатки пластмассовых сеток могут быть устранены применением фильтрующих тканей достаточной плотности, позволяющей устанавливать фильтры в скважинах малых диаметров без применения гравийной обсыпки. Этим требованиям отвечают ткани из стеклянного волокна. Такие ткани, изготовленные из бесщелочного стекла, могут длительно работать в водной среде. Фильтры со стеклянной тканью можно применять в водах любого минерального состава и агрессивных.

В качестве каркасов для фильтров со стеклянной тканью применяются стальные, асбоцементные, деревянные, пластмассовые и др. трубы с отверстиями диаметром 8...10 мм и скважностью 10...15%.

При монтаже фильтра со стеклянной тканью сначала на каркас наклеивают гофрированную пластмассовую сетку, а затем накладывают стеклянную ткань. Концы ткани приклеивают к каркасу клеем типа БФ.

После обтяжки фильтра стеклянной тканью по образующей устанавливают три-четыре деревянные рейки для предохранения ткани фильтра от повреждения.

Кроме перечисленных фильтров, находят применение *керамические и металлокерамические фильтры*, изготавливаемые методом порошковой металлургии. Такие фильтры не требуют применение специального каркаса, более просты в эксплуатации и ремонте, но их изготовление связано с применением более дорогостоящего материала.

Сальники. Через зазор между обсадными и надфильтровыми трубами в скважину может вместе с водой проникать песок. Поэтому рекомендуется ниже муфты надфильтровой части каркаса, рис. 5.7, на фильтрах устраивать сальники, препятствующие поступлению воды в водоподъемные трубы, минуя фильтр.



Рис. 5.7.
Сальник

Сальники изготавливаются из пенькового каната, который плотно наматывается на патрубок, или из листовой резины толщиной 4...5 мм.

Чтобы поверхность такого резинового сальника была ровной и гладкой (без выступов), верхнюю и нижнюю части резиновой полосы постепенно утончают. Под средней частью резинового сальника на патрубок наматывается небольшое количество проволоки или пеньки, чтобы при уплотнении сальника наружная поверхность его получила форму бочонка, а не собиралась складками. Ниже сальника к патрубку приваривают опорное кольцо, а непосредственно под муфту патрубка надевают подвижное кольцо - шайбу. Устройством сальника заканчивается монтаж фильтра.

5.3. Установка и восстановление фильтра

Для обеспечения нормальной работы фильтра его необходимо правильно установить на забой. Для этого точно измеряют глубину скважины от настила над шурфом до забоя. Если эта глубина после прекращения бурения не уменьшилась, то в скважину можно опустить фильтр на колонне штанг или труб, имеющей вместе с фильтром длину, соответствующую глубине, полученной при замере. В противном случае необходимо при помощи желонки очистить забой и только после этого опустить на него фильтр.

Фильтр можно опускать в скважину на трубах в том случае, когда они являются водоподъемными и выходят верхним концом на поверхность или в них устанавливается цилиндр штангового насоса (или иной водоподъемник). Этот способ является наиболее простым и легким для постановки фильтра на забой. Кроме того, при этом не требуется устанавливать сальник над фильтром.

В том случае, когда для установки водоподъемника необходима рабочая обсадная труба, фильтр опускают в скважину тоже на трубах, но при этом верхняя часть муфты надфильтровой трубы, как и нижний конец спусковой колонны труб, должна иметь левую резьбу; перед спуском на надфильтровой трубе необходимо установить сальник.

Если до вскрытия водоносного слоя скважину бурили в глинистых породах, добавляя воду, и в ней образовался густой глинистый раствор, то следует отчерпать его желонкой. Если башмак обсадной трубы вошел в твердую породу на 1,0...1,5 м, то указанный раствор можно выбрать желонкой, без добавления воды. В чрезмерно густой глинистый раствор можно подливать воду. Поддерживая таким способом постоянный уровень воды в скважине, удается постепенно очистить скважину от глинистого раствора.

После спуска фильтра производят его обнажение, поднимая обсадные трубы обычно на общую высоту отстойника и фильтра.

Такой подъем труб можно совмещать с одновременной прокачкой. Для этого поднимают 0,5...1,0 м обсадных труб, производят прокачку до осветления воды, после чего вновь поднимают обсадные трубы примерно на такую же высоту и вновь повторяют прокачку воды до осветления. Такой постепенной прокачкой скважины удастся значительно лучше очистить водоносную породу от мелких частиц, чем прокачкой при полном обнажении фильтра.

Фильтровая колонна на штангах опускается в скважину в тех случаях, когда обсадные трубы используются для постановки в них водоподъемника, и когда отсутствуют трубы одинакового с фильтром диаметра и муфты с левой резьбой. В этих случаях фильтр со штангами соединяется, как указывалось, при помощи спускового Т-образного ключа, лапы которого заводят в вырезы верхней муфты надфильтровой трубы. При этом фильтр должен висеть над устьем скважины на трубных хомутах. После соединения ключа со штангами фильтр опускают до установки его на забой.

При опускании фильтра следует избегать вращения штанг.

Если, например, рабочая колонна труб имеет внутренний диаметр 6" (155 мм), а каркас фильтра 4" (наружный диаметр муфт 111 мм), то зазор между ними по окружности будет иметь ширину около 22 мм. В этом случае в месте, где каркас покрыт сеткой, зазор уменьшится на толщину сетки и двух проволок (10 мм), т.е. примерно до 12 мм. Такой зазор является достаточным для прохождения фильтра в обсадной трубе. Чтобы убедиться в возможности прохождения фильтра через трубу, диаметр последней до опускания ее в скважину необходимо проверить специальным калибром.

После установки фильтра на забой приступают к подъему обсадных труб для обнажения фильтра, проверяя, не поднимается ли фильтр вместе с обсадной колонной. Как уже указывалось, для этого необходимо наблюдать за положением верхнего конца штанг. Обсадные трубы поднимаются на такую высоту, чтобы надфильтровый патрубок оставался выше трубного башмака.

После обнажения фильтра и закрепления рабочей колонны труб над устьем скважины при помощи хомутов излишний верхний конец обсадной трубы отвертывают или обрезают. Ключ выводят из вырезов в муфте или трубе вращением штанги в обратную сторону и поднимают на поверхность вместе со штангами.

Как указывалось, фильтровую колонну можно опустить на штангах без применения спускового ключа - при помощи патрубка с левой резьбой (или обычного патрубка с правой резьбой). При этом верхняя муфта фильтровой колонны должна иметь в верхней своей половине левую резьбу, в которую ввертывается патрубок с левой резьбой. Этот патрубок соединяют со штангами при помощи переходника или при помощи приклепанной (или приваренной) к патрубку вилки, имеющей такую же резьбу, как и штанги, на которых опускают фильтровую колонну. Левая резьба патрубка должна свободно (от руки) ввертываться в муфту.

Если муфта фильтра и патрубок имеют правую резьбу, необходимо, чтобы резьба обеспечивала свободное навинчивание и развинчивание, но не имела бы большой слабины, ибо при большом весе фильтра это может привести к ее срезу. Штанги с правой резьбой следует при этом соединять между собой особенно плотно.

После установки фильтра на забой штанги вращают против часовой стрелки - и правая резьба переходника при свободном ее креплении легко вывинчивается из муфты. До начала отвинчивания патрубка целесообразно сделать на штангах метку для наблюдений за длиной вывертывания колонны штанг из муфты фильтра.

Отвинчивание патрубка достигается креплением муфт на трубах при помощи шпилек-заклепок. Для этого сквозь муфты и концы штанг просверливают отверстия по диаметру шпильки (3...5 мм), а вставленные в отверстия заклепки расклепывают, что предохраняет их от выпадения.

Для уплотнения соединений муфт и штанг применяют также расплавленную канифоль с небольшой примесью смазочных минеральных масел. Такой мастикой покрывают нагретую паяльной лампой резьбу штанг перед соединением. В этом случае при разборке штанг муфты вновь нагревают паяльной лампой.

Вывинчивание патрубка с левой резьбой из муфты фильтра производят вращением штанг по направлению часовой стрелки.

При эксплуатации скважины периодически проверяется заполнение отстойника и фильтра породой. Своевременная очистка фильтра от породы предотвращает уменьшение его рабочей поверхности и дебита скважины.

Производительность скважины проверяют пробной откачкой. Количество воды, полученное из скважины при понижении уровня воды в ней на 1 м называется *удельной производительностью (удельным дебитом)* скважины. Чем больше это количество, тем водообильнее скважина. Если через некоторый период работы скважины ее удельная производительность не изменилась, то это означает, что работа фильтра не ухудшается.

При закупорке фильтров песком применяется механическая их очистка. Для удаления осадков с внутренней стороны фильтров нередко применяют специальные ерши, опускаемые на тросе или штангах. Металлическая щетина ершей соскребает осадки и прочищает часть отверстий сетки фильтра.

Высокую эффективность показывает переносная установка УДФ-150 созданная в ВИТРе. Разрядник установки на кабеле опускают внутрь фильтра. После этого формируют искровой разряд в водной среде в импульсном режиме. В результате электро-импульсного воздействия создаются гидродинамические ударные волны, обрабатывающие фильтр и околофильтровую зону, вызывая раскрытие пласта. Эффективность такого воздействия на фильтр очень высокая. На скважинах проработавших более 30 лет, на которых первоначальный дебит снизился в три – четыре раза, после обработки их установкой УДФ-150 удавалось восстановить дебит практически до первоначального.

Техническая характеристика установки УДФ-150

| | |
|--|-----------|
| - глубина скважины, м | до 150 |
| - диаметр излучателя, мм | 60 |
| - напряжение генератора импульсов тока, кВ | 1,5-2,5 |
| - частота импульсов, мин ⁻¹ | 3 |
| - потребляемая мощность, кВт | 0,2 |
| - масса (с кабелем), кг | 200 |
| - габариты лебедки с кабелем, мм | 700 x1200 |

Среднее время обработки скважины глубиной 50м и длине фильтра 10м, не более 4...6 часов. После обработки фильтра проводят откачку.

Эффективным способом прочистки фильтра является прокачка водой с подачей к фильтру воздуха.

5.4. Погружные артезианские насосы

Для откачки подземных вод с динамическими уровнями более 6 м применяют артезианские погружные центробежные насосы с электродвигателями. Насосы пригодны только для откачки

осветлённой воды. Наиболее распространёнными являются артезианские погружные насосы типа ЭЦВ. Основные технические данные этих насосов приведены в табл.5.4.

Надёжностью в эксплуатации отличаются насосы ЭПН. Их 8-и размерный ряд представлен диаметрами 142, 186 и 234 мм; подачей 10,16,40,63 и 120 м³/ч и напором 80,110,50,75,110,30,110 и 115 м, соответственно.

Для откачки пескующих вод из водоносных пластов применяют погружные плунжерные насосы типа НПВ с приводом от наземных насосов типа НБ или специальный насос НПП (разр. ТулНИГП). Размерный ряд насосов представлен диаметрами 73, 89 и 108 мм и подачей, соответственно, 50-65, 65-100 и 100-150 л/мин. Основное преимущество этих насосов – применение в скважинах малого диаметра и использование при отсутствии электроэнергии (при бурении самоходками). Выпускавшиеся ранее артезианские насосы АТН требовали соблюдения прямолинейности трансмиссионного вала в пределах 0,5 % от глубины скважины. В настоящее время рынок предлагает довольно широкий спектр российского и зарубежного водоподъемного оборудования (АПВ, ПМН, АПТ и др.), подобрать которые можно по специальным справочникам. Из зарубежных распространены 3-5” погружные насосы WILO и GRUNDFOS (Германия): SP (SP8a-18 мощностью 3 кВт с напором 150 м вод. ст. и подачей до 18 м³/ч и др.), SQ (напор до 200 м и подачей до 10 м³/ч, N 2...3 кВт и др.), MP1; Pedrolio и DAB (Италия); NEPTUN (Испания) и др.

Таблица 5.4.

Технические данные насосов типа ЭЦВ

| Марка насоса | Подача м ³ /ч | Напор, м. ст. | Привод | | | Поперечный размер, мм |
|----------------|-----------------------------|------------------|-------------------------------|---------------------------------|---|--------------------------|
| | | | Мо- щ- ност ь кВт | На- пря- же- ние, В | Часто- та враще- ния, мин ⁻¹ | |
| ЭЦВ-5-6,3-80 | 6,3 | 80 | 2,8 | 380 | 2860 | 114 |
| ЭЦВ-6-4-130 | 4,0 | 130 | 2,8 | 380 | 2850 | 142 |
| ЭЦВ-6-4-190 | 4,0 | 190 | 4,5 | 380 | 2850 | 142 |
| ЭЦВ-6-10-80 | 10 | 80 | 4,5 | 380 | 2850 | 142 |
| ЭЦВ-6-16-75 | 16 | 75 | 5,5 | 380 | 2850 | 142 |
| ЭЦВ-8-25-150 | 25 | 150 | 16 | 380 | 2865 | 186 |
| ЭЦВ-10-63-65 | 63 | 65 | 22 | 380 | 2920 | 234 |
| ЭЦВ-12-160-65 | 160 | 65 | 45 | 380 | 2920 | 281 |
| ЭЦВ-14-120-540 | 210 | 300 | 250 | 380 | 2950 | 328 |

5.5. Эрлифты (воздушные насосы)

Эрлифты – одна из наиболее эффективных и надёжных систем водоподъёма при откачках из скважины. Эрлифты более эффективны при длительных откачках. Без остановки и ремонта они способны поднимать значительное количество воды на высоту до 60...80 м и более. Подъем воды производится воздухом, нагнетаемым в воду по воздухопроводной колонне труб при помощи компрессора. Эмульсия из смеси воды и воздуха меньшей по сравнению с водой плотности поднимается по водоподъемной колонне. Преимущество эрлифта заключается и в

том, что он может качать мутную воду. Параметры эрлифта зависят от ряда факторов и ориентировочно для разных динамических уровней и подач их можно подобрать по данным табл. 5.5.

Таблица 5.5.

Ориентировочные данные для расчёта эрлифтов

| Глубина динамического | Подача эрлифта, м ³ /ч | Диаметр скважины в месте | Глубина погружения смеси- | Давление воздуха, МПа | Диаметр труб, мм | | Тип компрессора | Расход сж. воздуха, м ³ /мин | Общая масса уста новки (без труб), кг |
|-----------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------|-----------|-----------------|---|---------------------------------------|
| | | | | | Для сжатого возд. | Для смеси | | | |
| 30 | 20 | 125 | 75 | 0,7 | 32 | 75 | ПКУ | 1,2 | 570 |
| 45 | 40 | 125 | 115 | 0,6 | 32 | 75 | ВК | 3,0 | 1000 |
| 50 | 40 | 125 | 125 | 0,7 | 32 | 75 | ПКС-3 | 3,0 | 1650 |
| 50 | 40 | 125 | 125 | 0,7 | 32 | 75 | ПС | 3,0 | 600 |
| 60 | 66 | 125 | 150 | 0,7 | 32 | 75 | ЗИФ-ВКС | 5,0 | 3000 |
| 60 | 56 | 125 | 150 | 0,45 | 32 | 75 | КС-5 | 4,5 | 3000 |
| 60 | 73 | 150 | 150 | 0,6 | 32 | 100 | ВКС-6Д | 5,5 | 4500 |
| 70 | 75 | 150 | 175 | 0,7 | 32 | 100 | ПКС-6 | 6,0 | 2800 |
| 70 | 87 | 200 | 175 | 0,7 | 50 | 125 | ЗИФ-6 | 7,0 | 3600 |
| 70 | 12 | 200 | 175 | 0,7 | 50 | 125 | ЗИФ -10 | 10,0 | 4650 |
| 70 | 77 | 200 | 175 | 0,68 | 50 | 125 | КС-6 | 6,5 | 4400 |
| 70 | 11 | 200 | 175 | 0,6 | 50 | 125 | КС-9 | 9,0 | 6100 |
| 300 | 30 | 150 | 750 | 8,0 | 37 | 100 | УПК-80 | 8,0 | 7000 |

Применяются следующие системы расположения воздухоподводящих и водоподающих труб. Концентрическая - с центральным подводом воздуха и с центральной водоподающей трубой, и эксцентричная – с параллельным расположением труб.

Простейшая схема эрлифта показана на рис. 5.7. В скважину с уровнем жидкости от поверхности H спущена водоподающая колонна труб 1. В эту колонну спущена воздухоподводящая колонна 2, которая на расстоянии 1,5...2 м от нижнего конца имеет просверленные отверстия. Чис-

ется с таким расчетом, чтобы суммарное проходное сечение этих отверстий было в 1,5...2 раза большее сечения воздухоподводящей колонны. Эта нижняя сверленная часть воздухопровода называется смесителем.

Обе колонны труб удерживаются хомутами. Устье скважины во избежание его засорения закрывается крышкой.

Если смеситель погрузить в жидкость на глубину H и через колонну 2 подавать компрессором сжатый воздух, то последний будет попадать через смеситель в колонну 1 и кольцевой столб жидкости, заключенный между трубами 1 и 2, начнет насыщаться пузырьками воздуха. Полученная смесь будет иметь меньший удельный вес, чем жидкость в скважине.

Схема эрлифта представляет два сообщающихся концентрически расположенных сосуда. Как известно, уровни жидкостей в сообщающихся сосудах устанавливаются обратно пропорционально удельным весам жидкостей. Вследствие этого уровень смеси в колонне 1 будет повышаться.

Чем больше будет введено воздуха в трубу 1, тем легче будет смесь и тем выше будет подниматься ее уровень. При определенном насыщении смеси воздухом уровень ее поднимется до верхнего конца трубы 1 и она начнет изливаться из скважины.

Рис. 5.7. Схема эрлифта с центральной воздушной трубой

Подъему смеси помогает также эжекция и движение поднимающихся пузырьков сжатого воздуха. При эрлифте скорость входа воды в смеситель v_1 принимается равной 2...3 м/с; скорость излива v_0 - в пределах 6...12 м/с; скорость движения воздуха в воздухоподводящей трубе - 10 м/с.

Для расчета эрлифта определяют глубину погружения смесителя, давление воздуха, расход воздуха и размер воздухоподающих и водоподающих труб.

Глубина погружения смесителя зависит от динамического уровня и определяется отношением:

$$K = H/h, \quad (5.10)$$

где H - глубина погружения смесителя, м; h - динамический уровень, м.

Чем больше K , тем меньше расход воздуха на 1 м³ жидкости. В то же время чем больше K , тем глубже надо погружать смеситель и тем больше необходимо сжать воздух, чтобы преодолеть гидростатическое давление столба жидкости высотой H . Поэтому, исходя из экономических соображений, с увеличением глубины динамического уровня значения K уменьшают. Ориентировочные значения K , определенные опытным путем, приведены в табл. 5.6.

При опытных откачках иногда приходится брать меньшие значения K , вследствие чего расход воздуха возрастает.

Таблица 5.6. Значения коэф. глубины погружения смесителя

| H | 8 | 15 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| $K = H/h$ | 2,6 | 2,3 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,35 | 1,25 |

Если плотность жидкости $\gamma_{ж}$, кг/м³, то давление воздуха, МПа, должно быть равно:

$$p = 10^{-1} H \gamma_{ж} + \Delta p \quad (5.11)$$

где Δp - потери давления в воздухопроводе, которые обычно должны быть не более 0,05-0,08 МПа.

Расход воздуха при работе эрлифта можно определить так. Обозначим:

Q - потребный расход жидкости в единицу времени, м³;

$G = Q \gamma_{ж}$, - вес удельного расхода жидкости, даН;

h_0 - высота подъема жидкости от нижнего (динамического) уровня до уровня излива, м;

H - глубина погружения смесителя, м;

p_1 - давление воздуха при выходе из отверстий смесителя, Па;

p_0 - давление воздуха при изливе, Па;

U_0 - объем воздуха, приведенный к давлению 0,1 МПа, который необходим для подъема 1 м³ жидкости.

Работа воздуха при изотермическом расширении определяется формулой:

$$R = 10U_0 p_0 \ln p_1 / p_0 \quad (5.12)$$

Эта работа затрачивается на подъем жидкости на высоту h_0 и на преодоление различных сопротивлений.

Обозначим напор, необходимый для преодоления различных сопротивлений, через h_1 . Работа, необходимая для подъема жидкости на высоту h_0 , будет Gh_0 , Н·м, а работа, затрачиваемая на преодоление сопротивлений - Gh_1 , Н·м.

Следовательно, работа в целом, Нм (Дж), составит

$$U_0 p_0 \ln (p_1 / p_0) = G(h_0 + h_1) = G k h_0, \quad (5.13)$$

где k - коэффициент, учитывающий потери напора на преодоление различных сопротивлений. Тогда

$$U_0 = G k h_0 / p_0 \ln (p_1 / p_0). \quad (5.14)$$

Давление воздуха при изливе воды может быть принято равным 10⁵ Па. Тогда

$$p_1 / p_0 = (H \gamma_{ж} + p_0) / p_0 = (10^4 H + 10^5) / 10^5 = (H + 10) / 10, \quad (5.15)$$

следовательно:

$$\ln p_1 / p_0 = \ln (H + 10) / 10 = 2,3 \lg (H + 10) / 10. \quad (5.16)$$

Подставив в формулу (7.15), полученное значение $\ln p_1 / p_0$, и принимая для воды $G = 10^3$ даН (10⁴ Н), получим:

$$U_0 = 10^4 k h_0 / 10^5 \times 2,3 \lg (H + 10) / 10 = k h_0 / 23 \lg (H + 10) / 10, \text{ м}^3. \quad (5.17)$$

Значение коэффициента определяется эмпирической зависимостью:

$$k = 2,17 + 0,0164 h_0 \quad (5.18)$$

Для нормальной работы эрлифта необходимо устанавливать скорости движения смеси, указанные выше. По скорости движения смеси можно определить размеры труб эрлифта. Примем q , q_1 и q_0 расход воды, сжатого и свободного воздуха, м³/с, соответственно; ω_1 и ω_0 сечение водоподающей трубы у смесителя и излива, м². Тогда

$$q_1 = (p_0 / p_1) q_0; \quad (5.19)$$

$$\omega_1 = (q + q_1) v_1; \quad (5.20)$$

$$\omega_0 = (q + q_0) / v_0. \quad (5.21)$$

Диаметр труб выбирают по наибольшему сечению водоподающей трубы, ω .

Внутренний диаметр водоподъемных труб при эксцентричной системе:

$$D = \sqrt{4\omega / \pi}; \quad (5.22)$$

при эксцентричной с центральным подводом сжатого воздуха

$$D = \sqrt{1,3\omega + d^2}. \quad (5.23)$$

Высоту подъема воды в м, в зависимости от отношения глубины погружения смесителя к высоте подъема можно принять по данным табл. 5.7.

Таблица 5.7.

Отношение глубины смесителя к высоте подъёма воды

| | | | | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|
| h_0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| H/h_0 | 3,0 | 1,8 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 1,17 | 1,14 | 1,0 |

Ориентировочно определить расход свободного воздуха для эрлифта можно по табл.5.8 из соотношения количества свободного воздуха к объёму поднимаемой воды в зависимости от высоты подъёма. При этом учитывается, что смеситель опущен на надлежащую глубину.

Таблица 5.8.

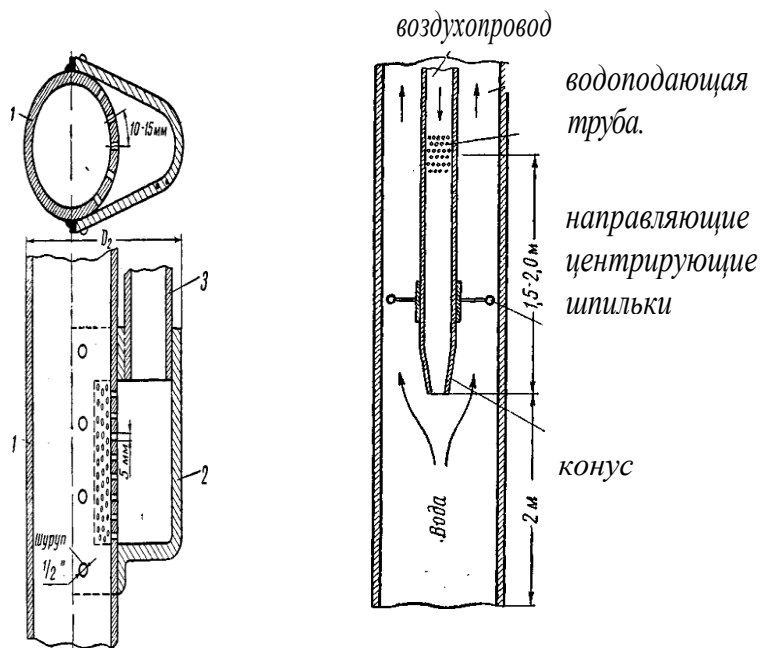
Определение количества воздуха

| | | | | | | | | |
|---------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| h_0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 00 | 20 | 50 | 00 |
| U_0/Q | ,0 | ,0 | ,0 | ,0 | 2,5 | 6,0 | 0,0 | 0,0 |

Смесительные устройства. Наиболее простой смеситель, применяемый при эксцентричной системе труб эрлифта, изображен на рис. 5.7. Этот смеситель изготавливают из стандартной газовой трубы 1 длиной 2...2,5 м.

На расстоянии 1,5...2 м от нижнего конца на одной стороне этой трубы просверливают отверстия диаметром 5 мм. Верхний конец трубы снабжается муфтой для соединения с водоподающей колонной. Перфорированный участок трубы перекрывают коробкой 2 (чугунной, бронзовой или железной), укрепляемой на трубе сваркой (автогенной или электрической). На верхней части коробки имеется отверстие с резьбой для соединения с воздухоподводящей трубой 3.

Наиболее простой смеситель, применяемый при концентрической системе в случае подвода воздуха по центральной трубе, изображен на рис. 5.8. Этот смеситель также изготавливают из обыкновенной газовой трубы длиной 2,0...2,5 м. На верхнем конце смесителя имеется муфта для соединения с воздухопроводом. Нижний конец его делают коническим - в этом месте к трубе прикрепляют три центрирующие шпильки. На расстоянии 1,5...2 м от нижнего конца высверливают отверстия.



Пример расчёта эрлифта. Определить удельный расход и давление воздуха, а также размер водоподъемных труб нагнетательного эрлифта при высоте подъёма 20 м и часовом расходе жидкости $100 \text{ м}^3/\text{час}$. Система эрлифта эксцентричная.

Пример расчёта эрлифта. Определить удельный расход и давление воздуха, а также размер водоподъемных труб нагнетательного эрлифта при высоте подъёма 20 м и часовом расходе жидкости $100 \text{ м}^3/\text{час}$. Система эрлифта эксцентричная.

Решение. В соответствии с таблицей 24, выбираем глубину погружения $H = 36 \text{ м}$. Таким образом, давление сжатого воздуха должно быть не менее $0,36 \text{ МПа}$ ($3,6 \text{ кг/см}^2$). Компрессор должен подавать воздух под давления $0,36 + \Delta p \text{ МПа}$ (Δp - давление, необходимое для преодоления сопротивления при проходе воздуха через воздухопровод). Обычно, Δp составляет около $0,05 \text{ МПа}$. Тогда полное давление $p_1 = 0,41 \text{ МПа}$ ($4,1 \text{ кг/см}^2$). По формуле (7.18) удельный расход воздуха

$$U_0 = k h_0 / 23 \lg (H + 10) / 10 = 2,5 \cdot 20 / 23 \cdot \lg 4,6 = 3,5 \text{ м}^3,$$

где $k = 2,17 + 0,0164 \cdot 20 = 2,17 + 0,33 = 2,5$.

Для подъема $100 \text{ м}^3/\text{час}$ воды потребуется $350 \text{ м}^3/\text{час}$ воздуха, что составит в секунду $0,1 \text{ м}^3$ ($\sim 6 \text{ м}^3/\text{мин}$).

Расход в секунду воздуха и воды $q_0 + q = 0,1 + 0,03 = 0,13 \text{ м}^3$.

Принимая скорость движения смеси у излива, равной 9 м/с , получим площадь сечения водоподъемной трубы

$$\omega = (q_0 + q) / v_0 = 0,13 / 9 = 0,0144 \text{ м}^2 = 1,44 \text{ дм}^2.$$

Согласно формуле (7.20) внутренний диаметр водоподъемных труб

$$D = \sqrt{4\omega / \pi} = \sqrt{4 \cdot 1,44 / 3,14} = 1,36 \text{ дм}.$$

.Выбираем трубы 146/136 мм с ниппельными соединениями.

Диаметр воздухопроводных труб выбираем из расчета скорости движения сжатого воздуха 10 м/с. Расход воздуха, приведенного к 0,1 МПа, $q_0 = 0,1 \text{ м}^3/\text{с} = 100 \text{ л/с}$. Рабочий расход сжатого воздуха $q_1 = q_0(p_0/p_1) = 100(1/4,1+1) = 20 \text{ л/с}$.

Сечение воздухопровода $f = q_1/v_1 = 20/100 = 0,2 \text{ дм}^2$.

Диаметр воздухоподающих труб

$$d = \sqrt{4f/\pi} = \sqrt{4 \cdot 0,2/3,14} = 0,5 \text{ дм}.$$

Выбираем трубы 57/49 мм.

5.6. Вскрытие водоносных горизонтов

Вскрытие водоносного горизонта является наиболее ответственной технологической операцией, от правильности реализации которой зависят достоверность полученной гидрогеологической информации и дебит скважины. На эффективность вскрытия водоносного горизонта влияют способ проходки продуктивного пласта, режим бурения, способ и вид промывочной среды. К вскрытию водоносного горизонта приступают после завершения всех работ, связанных с сооружением скважины до кровли водоносного горизонта. После крепления этого интервала колонной обсадных труб, цементирования затрубного пространства (если в этом есть необходимость), разбуривания цементной пробки и тщательной промывки скважины, с целью удаления продуктов цементирования и ранее применяемого промывочного раствора, приступают к бурению водоносного горизонта.

Определяющим фактором при вскрытии водоносного горизонта является *промывка*.

При бурении вращательным способом с промывкой раствором с вязкими свойствами возможна кольматация пласта (закупорка). Это вызывает снижение дебита скважины и требует дополнительных работ по удалению продуктов кольматанта из пор и трещин водоносного горизонта. Кольматация может происходить за счет: проникновения в пласт вместе с водой тонких твердых частиц, которые могут адсорбироваться породой продуктивного пласта или механически ею удерживаться, путем образования глинистой корки на стенках скважины в зоне водоносного горизонта или за счет проникновения фильтрата раствора в пласт.

При вскрытии водоносных горизонтов, представленных мелко- и среднезернистыми песками с коэффициентом фильтрации до 20 м/сутки и при глубине уровня воды от устья скважины до 3 м применяется техническая вода. Крупнозернистые грубообломочные породы вскрываются с промывкой водным раствором гипана (3-5%). Плотность такого раствора составляет 1020-1060 кг/м³, а условная вязкость до 70 с.

Разнозернистые пески вскрываются с промывкой стабильным глинистым раствором, получаемым из высококачественных бентонитовых глин (4-6%), с добавкой реагента – стабилизатора, например КМЦ (1-2%) и др. Параметры таких растворов следующие: плотность до 1150 кг/м³, условная вязкость от 35 до 50 с, водоотдача 6...7 см³ за 30 мин.

Применяемые химические реагенты не должны взаимодействовать с пластовыми водами, а в случае их взаимодействия – загрязнять и закупоривать поры и трещины пород продуктивных горизонтов. Следует избегать применения щелочных препаратов, способствующих гидратации и диспергированию частичек глин и тем самым снижающих проницаемость продуктивного горизонта.

Для мелко- и разнозернистых песков с включением гравия рекомендуются меловые растворы: мел (5...30%); УЦР (8...10%), КМЦ (0,6...0,8%). Характеристика растворов: плотность 1060...1200 кг/м³; условная вязкость от 30 до 75 с; водоотдача до 2 см³ за 30 мин. Достоинством их считается простота устранения кольматации при кислотной обработке.

Для вскрытия слабонапорных тонко- и среднезернистых песков применяются самораспадающиеся растворы, например крахмальные, содержащие модифицированный крахмал в количестве 4...5% по массе. Характеристика растворов: плотность 1010...1020 кг/м³; вязкость по

СПВ – 18 от 5 до 20с; водоотдача до 12 см³ за 30 мин. Крахмальный раствор разрушается за 3...4 суток.

В случае вскрытия *напорного* водоносного горизонта, сложенного тонко- и среднезернистыми песками, и при наличии в кровле устойчивых пород применяют бесфильтровый способ сооружения водосбора. При этом эксплуатационная колонна устанавливается на 0,3...0,5 м ниже кровли и цементируется в интервале до 10 м выше башмака. С помощью эрлифтной откачки формируется полость в продуктивном пласте, которая затем может быть заполнена щебнем или галькой.

При вскрытии трещиноватых пород применяются аэрированные растворы и пены. Используемые для этой цели ПАВ должны быть биологически нестойкими и не вызывать загрязнения продуктивного горизонта при последующем эффективном его освоении.

Для предупреждения самоизлива воды из скважины при вскрытии водоносного горизонта с пластовым давлением, превышающим гидростатическое (давление столба жидкости в скважине), применяют глинистые растворы с большой плотностью (до 2500 кг/м³). Плотность глинистого раствора увеличивают добавлением в него утяжелителей (тонкоизмельченных порошков тяжелых минералов и др. материалов с высокой плотностью).

При бурении на воду используют следующие утяжелители: барит (BaSO₄)- порошок белого или светло-серого цвета плотностью 3500...3900 кг/м³; магнетит (Fe₃O₄)-порошок черного цвета плотностью 4200...4400 кг/м³; гематит (Fe₂O₃)- порошок красно-бурого цвета плотностью 4300...4600 кг/м³; колошниковую пыль - отходы доменного производства плотностью 4000...4400 кг/м³. Добавление порошка утяжелителя в глинистый раствор повышает его вязкость и водоотдачу.

Утяжеленный глинистый раствор обычно готовят в глиномешалке перемешиванием в течение 20...30 мин. Перед засыпкой в глиномешалку утяжелитель смачивают водой или реагентом, чтобы пузырьки воздуха не попадали в раствор.

Учитывая высокую стоимость материала утяжелителей, отработанный утяжеленный глинистый раствор целесообразно регенерировать, то есть удалять из раствора утяжелитель для последующего употребления. Регенерацию утяжелителя производят с помощью гидроциклонов.

Массу утяжелителя m_y , необходимую для приготовления 1 м³ утяжеленного глинистого раствора, определяют по формуле:

$$m_y = \gamma_y (\gamma_{yp} - \gamma_{гр}) / (\gamma_y - \gamma_{гр}), \quad (5.14)$$

где: γ_y – плотность утяжелителя, кг/м³; γ_{yp} – плотность утяжеленного глинистого раствора, кг/м³; $\gamma_{гр}$ – начальная плотность глинистого раствора, кг/м³.

Бурение бесфильтровых скважин в песках. Если над водоносными горизонтами, представленными песками, залегают твердые или устойчивые породы, образующие надежную кровлю, целесообразно соорудить бесфильтровых скважин. Дебиты и срок службы их значительно выше, чем у скважин с фильтрами. Водоприёмной частью таких скважин является искусственно создаваемая в водоносных песках полость, имеющая форму воронки.

Ствол бесфильтровой скважины до водоносного горизонта бурят вращательным способом с промывкой глинистым раствором. Горные породы, находящиеся выше водоносного горизонта, закрепляют обсадными трубами с последующей цементацией обсадной колонны.

Если горные породы кровли водоносного пласта не разрушаются потоком воды и горным давлением, то обсадные трубы целесообразно не доводить до водоносного горизонта, а оставлять их в рыхлых водопроницаемых слоях, перекрывая вышерасположенные слои до водоупора.

Пески водоносного горизонта разбураивают на интервал до 6...8 м, с промывкой глинистым раствором и затем водой. При увеличении выноса песка во избежание прихвата буровой инструмент поднимают в закреплённую или устойчивую часть ствола скважины. В скважину опускают трубы для подачи сжатого воздуха от компрессора и прокачивают её эрлифтом. При этом колонна обсадных труб используется как водоподъёмные трубы.

Если скважина имеет диаметр 200 мм и более, в ней монтируют эрлифт с дополнительной колонной водоподъёмных труб. В этом случае, при откачке подливают воду через устье скважи-

ны. По мере образования водоприёмной воронки и увеличения водопритока, подачу воды прекращают и начинают откачку эрлифтом. Откачку продолжают до тех пор, пока не прекратится вынос песка или его содержание не будет составлять 0,1...0,2 % при дебитах, в 1,2...1,5 раза превышающих эксплуатационные.

6. Специальные технологии бурения

6.1. Бурение двойными колонковыми трубами

Основная цель колонкового бурения – получение керна, по которому определяются глубина залегания, мощность пластов, содержание и форма полезного ископаемого, оцениваются физико-механические свойства горных пород. Объём и качество этой информации зависит от представительности керна, который в процессе бурения подвергается механическому разрушению и размыву струёй промывочной жидкости, а некоторые виды полезных ископаемых полностью вымываются из образца горной породы.

Для повышения выхода (сохранности) керна при увеличении длины рейса в неблагоприятных геолого-технических условиях применяют двойные колонковые трубы, в которых внутренняя труба предохраняет поступающий в неё керн от разрушения, а наружная служит для передачи осевой нагрузки и крутящего момента на породоразрушающий инструмент.

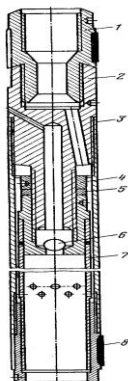


Рис.6.1. Двойная колонковая труба ТДВ-59(76)-1:

1 – износостойкий переходник; 2 – переходник; 3 – наружная труба; 4 – гайка; 5 – шайба; 6 – шариковый клапан; 7 – внутренняя труба; 8 – расширитель РДТ-1; 9 – кернорвательное кольцо; 10 – алмазная коронка.

В двойных колонковых трубах важным конструктивным элементом является устройство подвески керноприёмной трубы. Он представлен специальным переходником с каналами для прохода промывочной жидкости и подшипниковым узлом для устранения вращения внутренней керноприёмной трубы. В практике работ, в основном, используют невращающиеся керноприёмные трубы, за исключением труб ТДВ-1. К двойным колонковым трубам с невращающейся керноприёмной трубой относятся и снаряды ССК и КССК, которые можно отнести к особому типу.

В зависимости от условий применения двойные колонковые трубы для алмазного бурения выпускаются нескольких типов.

Труба ТДВ-59(76)-1 показана на рис. 6.1.

ТДН (В)-1 предназначены для бурения монолитных и слаботрециноватых пород VIII- XII категорий по буримости. К нижнему концу наружной трубы присоединяется специальный расширитель

РДТ-1 и стандартная алмазная коронка с кернорвательным кольцом.

ТДН (В)-2 используются для бурения трещиноватых и сильнотрещиноватых пород VI-X категорий по буримости. К нижнему концу наружной колонковой трубы присоединяются специальный расширитель РДТ-2 и специализированная коронка 10А3 или 11ИЗ. ТДН-59(76)-2 показана на рис. 6.2.

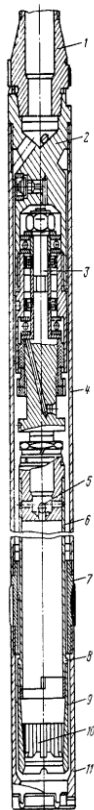


Рис. 6.2. Двойная колонковая труба ТДН- 59(76)-2:

1 – износостойкий переходник; 2 – переходник; 3 – подшипниковый узел; 4 – наружная труба; 5 – шариковый клапан; 6 – внутренняя труба; 7–расширитель РДТ-2; 8 – упорное кольцо; 9 – корпус кернорвателя; 10 – кернорвательное кольцо; 11 – алмазная коронка 10А3 (11ИЗ)

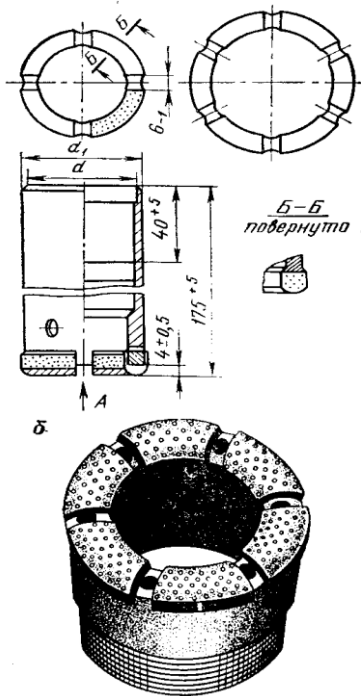


Рис.6.3. Коронки для двойных колонковых труб:
а- 11ИЗ; б- КДТ-4А

ТДН-4 предназначены для бурения сильнотрещиноватых и размываемых хрупких пород VI-IX категорий по буримости. Для ТДК-4 используются специальные расширители и коронки 11ИЗ и КДТ-4А, рис. 6.3. Эти коронки имеют каналы в корпусе, позволяющие промывочной жидкости из межтрубного пространства поступать непосредственно под торец коронки, минуя керн.

ТДН-УТ применяются при бурении монолитных и слаботрещиноватых пород VII-XI категорий по буримости. По конструкции эти трубы близки к трубам ТДН-2. Они снабжены специальными однослойными коронками 18АЗ, КУТ и КУТВ (с выступающими алмазами) и импрегнированными коронками КУТИ, 19АЗГ. Эти коронки, как и коронки 10АЗ или 11ИЗ, имеют удлинённый корпус с внутренней резьбой, однако матрица у них по толщине соответствует матрице серийных алмазных коронок для одинарных колонковых труб. Такая конструкция нижнего конца ТДН-УТ даёт возможность получать более высокие механические скорости бурения и одновременно обеспечивать достаточную сохранность керна. Промывочная жидкость (вода) омывает керн на участке 30-50 мм от забоя, как и в трубах ТДН-2.

ТДН-О предназначены для обеспечения кондиционного выхода керна в сильно раздробленных, перемеживающихся по твёрдости, хрупких, подверженных истиранию породах. Снабжаются коронками КДТО с каналами в корпусе для прохода промывочной жидкости из межтрубного пространства на забой скважины. Правила эксплуатации и рациональной отработки труб ТДН-О аналогичны правилам эксплуатации двойных колонковых труб ТДН-4.

Двойные колонковые трубы ТДН-4 (ВИТР), ДТА-2 (конструкции С.Е. Алексеенко), «Донбасс-НИЛ-I,II,III» применяются при бурении угольных пластов: «Донбасс НИЛ- I» предназначен для бурения в угольных пластах простого строения; «Донбасс НИЛ- II» – для бурения угольных пластов сложного строения; «Донбасс НИЛ-III» – для бурения угольных пластов сложного строения. В режиме вращательно-вибрационного бурения, под действием тарельчатых пружин и специального клапана, в забой скважины внедряется наружная коронка, образуя керн, который на расстоянии 2...4 мм от забоя обрабатывается вибрирующей внутренней коронкой до диаметра кернокалибрующего отверстия этой коронки.

После бурения твёрдого слоя породы осевая нагрузка на снаряд уменьшается за счёт внедрения внутренней коронки в уголь. Тарельчатые пружины разжимаются и вибратор выключается, а внутренняя коронка получает опережение относительно наружной коронки.

Срыв керна производится созданием увеличенной осевой нагрузки на невращающийся снаряд перед подъёмом.

6.2. Бурение забойными ударными машинами

С целью интенсификации процесса разрушения горных пород, и следовательно увеличения механической скорости бурения в буровой снаряд включают гидроударники или пневмоударники – забойные машины ударного действия, которые располагают между низом колонны бурильных труб и колонковым набором (или долотом). В гидроударниках энергия потока промывочной жидкости, а в пневмоударниках – струи сжатого воздуха, проходя через колонну бурильных труб, преобразуются в энергию удара специального бойка. Далее, энергия удара передаётся вращающемуся породоразрушающему инструменту и забой скважины.

Ударно-вращательный и вращательно-ударный способы бурения скважин представляют собой комбинацию двух основных способов механического разрушения горных пород – вращательного и ударного. Каждый из этих способов характеризует конкретный метод разрушения горных пород, параметры удара и режима бурения, конструктивные параметры породоразрушающего инструмента, главные из которых:

- преобладающий метод разрушения породы;
- энергия единичного удара;
- частота ударов;
- осевая нагрузка на забой;

- частота вращения снаряда;
- геометрическая форма резцов породоразрушающего инструмента.

Ударно-вращательный способ бурения – это метод разрушения забоя ударными нагрузками, под действием которых происходит скалывание или дробление породы. Образующиеся выступы срезаются инструментом при поворотах между ударами. Способ характеризуется высокими значениями энергии единичного удара (40 Дж и более), достаточными для эффективного разрушения пород средней и высокой крепости. Определённое сочетание частоты ударов и частоты вращения снаряда, обеспечивает создание насечек, в зависимости от крепости пород, на расстоянии между ними 3...15 мм. Осевая нагрузка при этом способе носит вспомогательный характер и должна обеспечивать не внедрение резцов в породу, а постоянный плотный контакт инструмента с забоем.

Вращательно-ударный способ бурения – метод разрушения пород забоя вследствие суммарного воздействия статических, постоянно действующих осевой и окружной нагрузок, в результате которых происходит резание, смятие, раздавливание или истирание породы. Также периодически действует динамическая нагрузка, обеспечивающая разупрочнение породы и создание в ней дополнительных усталостных напряжений.

Способ характеризуется высокими осевыми нагрузками и частотами вращения снаряда, частотой удара и невысокими значениями энергии единичного удара. При этом способе вращательное разрушение основное, ударное – вспомогательное.

Бурение гидроударными машинами. Гидроударники можно разделить на три группы: прямого, обратного и двойного действия. В СКБ “Геотехника” разработана широкая гамма гидроударных машин ряда “Г” и инструмента к ним. Унифицированные гидроударные машины для вращательно-ударного бурения алмазными и твёрдосплавными коронками, шарошечными долотами, а также для ударно-вращательного бурения специальными твёрдосплавными коронками и долотами диаметром 59 и 76 мм. Гидроударники Г-59 и Г-76, рис. 6.4, предназначены для бурения геологоразведочных скважин глубиной до 2000 м на твёрдые полезные ископаемые в породах VII – XII категории по буримости. Характеристика приведена в табл. 6.2. Унификация машин позволяет выполнять их регулировку для ударно-вращательного (У) и вращательно-ударного (В) режимов работы. Включение в состав бурового снаряда отражателя (ВО и УО) обеспечивает снижение подачи промывочной жидкости, повышение забойной мощности и увеличение глубины применения. В качестве промывочной жидкости используется техническая вода и безглинистый раствор вязкостью не более 25с с содержанием песка до 1%.

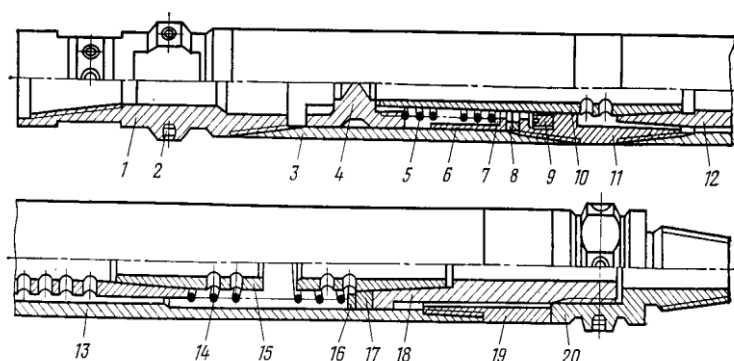


Рис. 6.4 Унифицированный гидроударник Г-59 (Г-76)

Унифицированный гидроударник Г-59 (Г-76) представляет забойную гидравлическую машину прямого действия. Гидроударник соединяют с колонной бурильных труб переходником 1, армированным твёрдосплавными вставками 2. В верхнем патрубке 3 расположен клапан 4 (перемещающийся в осевом направлении) с пружиной 5, взаимодействующий через ограничитель 6 и регулировочное кольцо 8 с цилиндром 11, в котором установлена манжета 9. Поршень

10 совместно с грузом 12 и насадкой 15 образуют ударник, размещённый на пружине 14. Верхний торец ударника во время рабочего хода вниз взаимодействует с клапаном 4, а нижний в момент удара с - наковальней. Последняя состоит из подвижного в осевом направлении шлицевого штока 18, помещённого в шлицевом стакане 19 и снабжённого насадкой 15 и нижним переходником 20. Цилиндр соединён с наковальней через корпус 13, имеющий конические резьбы. Кольца, предназначенные для регулировки свободного хода, установлены между ограничителем и цилиндром, а шайбы 7 для изменения величины хода клапана помещены в ограничителе 6. На нижнюю насадку установлены шайбы 16 для регулировки натяга пружины ударника. Для герметизации гидроударника под шайбу 16 установлено уплотнительное кольцо 17. В подвешенном состоянии шток 18 и ударник занимают крайнее нижнее положение. Промывочная жидкость, нагнетаемая в гидроударник через колонну бурильных труб по каналам во втулке клапана, поршне, ударнике и наковальне, свободно поступает в колонковую трубу. В таком положении гидроударник не работает. При установке машины на забой шлицевой шток перемещается вверх, ударник пружинной поднимается в верхнее положение до клапана. Под действием гидравлического удара, возникающего при перекрытии потока, ударник вместе с клапаном перемещается вниз, сжимая пружины 5 и 14. Ход клапана ограничивается ограничителем 6, после чего открывается путь для прохода жидкости между клапаном и торцом поршня на забой скважины. При этом ударник по инерции продолжает движение и наносит удар по наковальне, связанной с колонковой трубой, а затем под действием пружин клапан и ударник возвращаются в исходное положение, и цикл повторяется.

Таблица 6.2.

Техническая характеристика Г-59 и Г-76.

| Параметры | Г-59Е | Г-59ВС | Г-76Е | Г-76ВС | Г-76У | Г-76У |
|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Глубина бурения, | 700 | 2000 | 800 | 2000 | 700 | 1500 |
| Подача промывочной жидкости, л/мин | 60-80 | 20-30 | 80-12 | 40-50 | 180-200 | 70-80 |
| Энергия удара, Дж | 5-7 | 6-15 | 10-12 | 12-17 | 25-30 | 30-35 |
| Частота удара, Гц | 35-75 | 60-70 | 30-45 | 50-55 | 20-25 | 30-49 |
| Перепад давления на машине, МПа | 1,4-1,8 | 3,2-3,5 | 1,0-1,2 | 3,2-3,5 | 1,5-1,8 | 1,9-2,2 |
| Диаметр корпуса, | 57 | 57 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Длина, мм | 1710 | 2850 | 1995 | 3165 | 1995 | 3385 |
| Масса, кг | 25 | 47 | 42 | 77,5 | 42 | 74,5 |

Гидроударные машины для ударно-вращательного бурения скважин шарошечными долотами и твёрдосплавными коронками диаметром 112 и 151 мм на глубину до 300 м (Г-112 и Г-151) предназначены для бурения гидрогеологических и технических скважин в породах VI – IX категории по буримости с пропластками пород до X категории, табл. 6.3.

Таблица 6.3.

Техническая характеристика Г-112 и Г-151

| Параметры | Г-112/200 | Г-112/30 | Г-151/35 | Г-151/60 |
|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| | | | | |

| | | | | |
|------------------------------------|------|------|------|------|
| | | 0 | 0 | 0 |
| Глубина бурения, м | 300 | 300 | 300 | 300 |
| Подача промывочной жидкости, л/мин | 200 | 300 | 350 | 600 |
| Энергия удара, Дж | 60 | 60 | 100 | 100 |
| Частота удара, Гц | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Перепад давления на машине, МПа | 3 | 2 | 2,5 | 1,5 |
| Диаметр корпуса, мм | 108 | 108 | 146 | 146 |
| Длина, мм | 2010 | 2010 | 2520 | 2520 |
| Масса, кг | 95 | 95 | 250 | 250 |

В качестве промывочной жидкости используется техническая вода и глинистый раствор с вязкостью не более 25с и содержанием песка до 1%.

При ударно-вращательном способе бурения до 1200 м используется специальный буровой инструмент: гидроударник с повышенной энергией удара – Г-76У, колонковый набор ОК-81, эжектор ОК-80М-76, двойной колонковый набор ОК-70М.

Колонковый набор включает твёрдосплавную коронку КГ-3-76-4, кернорватель цангового типа КЦ-76МВ, колонковую трубу, делитель потока, отражатель.

Эжектор ОК-80М-76 предназначен для увеличения выхода керна при бурении в трещиноватых и разрушенных породах, устанавливается между колонковой трубой и гидроударником. Благодаря высокой скорости потока жидкости, вытекающей из сопла насадки, вблизи неё образуется зона пониженного давления, в которую по каналам из колонковой трубы засасывается жидкость. Этим создаётся обратная призабойная циркуляция, способствующая значительному увеличению отбора керна и шлама.

Двойной колонковый набор ОК-70М применяется в неустойчивых разрушенных породах, в зонах интенсивного поглощения. В снаряде обеспечивается обратная призабойная циркуляция жидкости за счёт разделения потока ниже кернорвателя

При вращательно-ударном способе бурения колонковый набор включает стандартную алмазную или твёрдосплавную коронку, кернорватель, колонковую трубу, высокочастотный гидроударник с делителем потока и отражателем ударных волн.

Делители потока ДП-73 и ЗР-59 располагаются между гидроударником и колонковой трубой и предназначены для направления на забой после гидроударника жидкости в количестве, необходимом для нормальной отработки алмазных коронок.

Применение высокочастотных гидроударников с серийными эжекторными наборами позволили за счёт наложения вибрации (высокочастотных продольных ударов) на колонковую трубу значительно снизить вероятность подклинивания керна, а следовательно, прижога коронки при сохранении кондиционного выхода керна в сложных геолого-технических условиях.

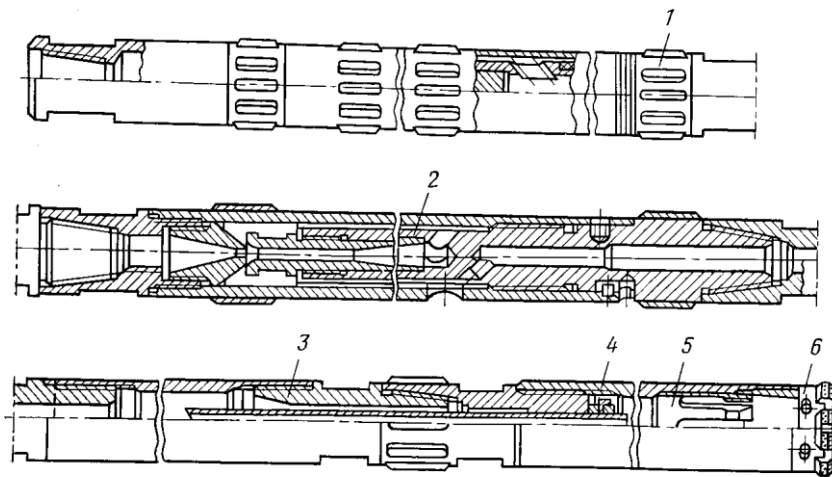


Рис. 6.5. Гидроударный реверсивно-эжекторный снаряд ГРЭС-59.

Гидроударный реверсивно-эжекторный снаряд ГРЭС-59 предназначен для повышения выхода керна при алмазном бурении сильно трещиноватых и раздробленных пород VIII – X категорий по буримости, рис. 6.5. Снаряд ГРЭС-59 состоит из высокочастотного гидроударника 1, эжектора 2, закрытой шламовой трубы 3, колонковой трубы 4 с кернорвателем 5, алмазной коронки 6. Характеристика дана в табл. 6.4.

Таблица 6.4.

Техническая характеристика ГРЭС-59.

| | |
|--------------------------------------|-------------------|
| Диаметр ПРИ, мм | 59 |
| Наружный диаметр корпуса снаряда, мм | 55 |
| Применяемая промывочная жидкость | Вода, гл. раствор |
| Расход промывочной жидкости, л/мин | 80-100 |
| Коэффициент эжекции | 0,65-0,8 |
| Длина, мм: | |
| снаряда | 7500 |
| эжектора | 490 |
| колонковой трубы | 4000 |
| шламовой трубы | 1370 |
| Масса снаряда, кг | 65 |

Перед спуском снаряда в скважину эжектор, рис. 6.6, приводят в рабочее положение. Для этого переходник 7 поворачивают влево на 90° относительно корпуса 3 и фиксируют в этом положении шпилькой 1, при этом выходные отверстия 2 корпуса перекрыты втулкой 4, что обеспечивает поступление всего потока промывочной жидкости, минуя диффузор 5, в колонковую трубу. После установки снаряда на забой под действием осевой нагрузки и крутящего момента шпилька срезается, переходник 7 ввинчивается в корпус до упора, выходные отверстия 2 корпуса и 8 переходника совмещаются, после чего снаряд начинает работать как обычный эжектор. Для ограничения углового поворота переходника и корпуса предусмотрен палец 6, перемещающийся в горизонтальной прорези корпуса. Благодаря этому, поток промывочной жидкости может изменять направление в любой момент процесса бурения.

Применение гидроударного бурения обеспечивает значительное снижение интенсивности искривлений скважин. Регулировка гидроударников позволяет изменять рабочие характеристики в широких пределах в зависимости от хода клапана.

Бурение скважин пневмоударными машинами. Пневмоударное бурение относится к ударно-вращательному способу, с продувкой забоя сжатым воздухом. По конструктивному исполнению пневмоударники делятся на клапанные и бесклапанные. Применяются при бурении разведочных скважин в породах VII – XII категории по буримости, когда использование промывочной жидкости затруднено. Наиболее рационально их использование при бурении в твёрдых необводнённых породах, в зонах многолетней мерзлоты, высокогорных и пустынных районах, в условиях поглощения промывочной жидкости и при пересечении скважин с горными выработками. При бурении в интервалах водопритоков пневмоударники снабжаются устройствами для продувки скважин, позволяющими снижать гидростатическое давление. Нижняя часть машин при этом оборудуется обратными клапанами.

Рис. 6.6. Эжектор снаряда

ГРЭС-59

Возможная глубина пневмоударного бурения зависит от параметров компрессора и величины водопритока в скважину. При использовании передвижных компрессоров с давлением 0,8 МПа и расходе $10 \text{ м}^3/\text{мин}$ обеспечивается проходка скважин на глубину 100-300 м, при давлении 2,5 МПа – 500-600 м.

В геологоразведочном бурении применяют пневмоударники типа ПН-76, ПН-93, ПН-112, ПН-132. Комплексом ПН обеспечивается бурение с одинарной колонковой трубой – ТП, с двойной колонковой трубой – ТДП и долотами ДП для сплошного забоя. Двойная колонковая труба применяется при бурении по полезному ископаемому и во всех случаях, когда бурение с одинарными трубами не обеспечивает необходимого выхода керна. Сжатый воздух поступает на забой без контакта с керном – через боковой канал в коронке. Учитывая ударный характер нагрузок, керноприёмная труба имеет верхнюю подвеску на резиновом амортизаторе.

В зависимости от назначения коронки для пневмоударного бурения имеют следующие шифры: КП – для одинарных колонковых снарядов, КДП – для двойных колонковых снарядов, КПС – для сплошного забоя. Выпускаются коронки для бурения на россыпных месторождениях, в составе комплекса КПП. Он предназначен для пневмоударного бурения колонковых разведочных скважин на россыпных месторождениях в районах распространения многолетней мерзлоты. Комплекс включает три колонковых набора КПП-161, КПП-184 и КПП-216, соответственно, для бурения скважин диаметром 161, 184 и 216 мм с отбором керна на глубину 250 м.

Бурение кольцевыми пневмоударниками ПКР СКБ «Геотехника» и ИГД СО РАН применяют по мёрзлым, трещиноватым горным породам и галечным отложениям при наличии водопроявлений. Бурение осуществляется с пневмотранспортом керна по центральному каналу пневмоударника и бурильных труб. При бурении сжатый воздух от компрессора поступает к пневмоударнику по кольцевому межтрубному зазору двойной бурильной колонны. Шлам с забоя отводится отработанным воздухом через пневмоударник вверх по центральному каналу труб. Для бурения гидрогеологических скважин применяют три типоразмера кольцевых пневмоударников: ПКР-130, ПКР-150 и ПКР-190 коронками диаметром 135/44-48, 152/60 и 192/60 мм и бурильными трубами 89, 108, 127 и 146 мм. Потребный расход воздуха для работы ПКР – 8, 10 и $16 \text{ м}^3/\text{мин}$ при давлении 0,6 МПа.

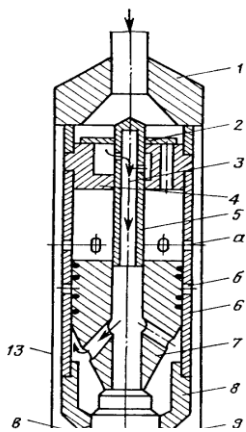
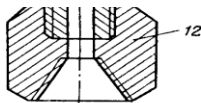


Рис. 6.7.

Пневмоударник



Принцип действия и конструкции пневмоударников различных типоразмеров идентичны и по устройству можно разделить на четыре основных узла, рис. 6.7:

- воздухораспределительное устройство, в которое входят перекидной (качающийся) клапан 2 со стержнем 3, трубка 5 и корпус клапана 4;

- поршневая группа, включающая цилиндр 6, поршень 7, втулку нижнюю 8;

- детали, передающие ударную нагрузку, представлены хвостовиком 9, втулкой шлицевой 10 и нижним переходником 12;

- корпус и шлицевой разъем включают верхний переходник 1, корпус 13 и шлицевую муфту 11.

Перед запуском пневмоударника, колонковый набор опирается на забой, шлицевой разъем смыкается и поршень находится в крайнем нижнем положении, опираясь на хвостовик. В этом случае центральный канал в поршне перекрыт. Сжатый воздух, проходя через верхнюю камеру, перекидывает правое крыло клапана и через открывающийся канал проходит по трубке клапана в нижнюю камеру. Под давлением воздуха поршень движется вверх и перекрывает выхлопные окна *a*. Движение поршня вверх будет происходить до тех пор, пока не откроются окна *б*, после чего давление в нижней

камере резко упадет. Давление в верхней камере повышается за счет движения поршня вверх по инерции и в определенный момент превысит давление в сети. В результате клапан перекидывается, закрывая доступ воздуха в нижнюю камеру. Под давлением воздуха и под действием своей массы поршень движется вниз (рабочий ход) и нанесет удар по хвостовику. Избыточная энергия удара компенсируется за счет окна *в*. После удара цикл повторяется.

Для оборудования устья скважины применяется специальная обвязка, состоящая из нагнетательной и выпускной линий. В состав нагнетательной линии входят: узел регулирования подачи (регулирующий вентиль и вентиль сброса), холодильник, влагоотделитель, приборы контроля (расходомер, манометр). Выпускная линия состоит из вентилятора (или эжектора), устанавливаемого у устья скважины, и отводного рукава из труб диаметром 250...300 мм, конец которого относится на расстояние 25...30 м от скважины в сторону, противоположенную направлению господствующих в данной местности ветров. В ряде случаев в состав выпускной линии включают герметизатор устья скважины и циклон для улавливания шлама. При наличии герметизатора бурение может вестись без вентилятора.

6.3. Бурение с гидротранспортом керна

Комплекс бурового оборудования КГК, рис.6.8, предназначен для бурения вертикальных скважин глубиной 10...300 м в породах II – IV с пропластками до VII категорий по буримости. Бурения осуществляется с транспортированием керна по двойной колонне труб. Комплексы КГК-А-150 и КГК-А-300 рассчитаны на бурение скважин до 150 и 300 м коронками начальным диаметром 93 мм и конечным - 84 мм. Комплексы КГК-Т (на базе трактора) предназначены для использования в труднодоступных условиях, КГК-В (с утепленным зданием на тракторном прицепе) – для круглогодичной эксплуатации. Комплексы КГК-АГ и КГК-АП – для бурения скважин диаметром до 220 мм.

В состав комплексов входят:

- буровая установка УРБ-2А-2ГК;

- буровой насос НБ4-320/6,3;

- система промывки с подачей в скважину промывочной жидкости и отвода её вертикального потока с керном и шламом в керноприёмное устройство;

- керноприёмное устройство, предназначенное для керна и шлама, поступающего на поверхность из скважины;
- прицеп-ёмкость с системой замкнутой циркуляции промывочной жидкости и транспортировки бурильных труб и другого инструмента;
- стеллаж для укладки бурильных труб при подъёме бурового снаряда из скважины;
- комплект бурового инструмента, включающий специальные двойные бурильные трубы, породоразрушающий и другой инструмент.

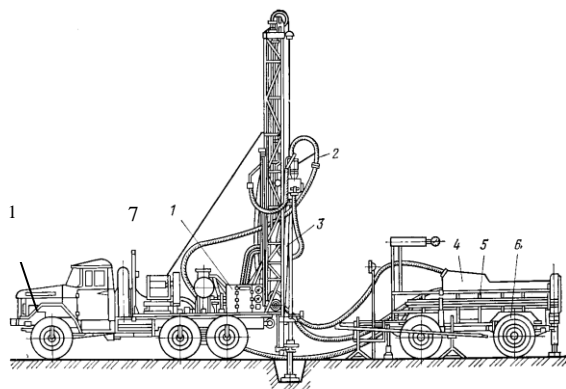


Рис. 6.8. Общий вид комплекса КГК-100:

Рис. 6.8. Общий вид комплекса КГК-100:

1 – буровая установка УРБ-2А-2ГК; 2 – система нагнетания и отвода промывочной жидкости; 3 – двойная бурильная колонна; 4 – керноприёмное устройство; 5 – стеллаж для труб; 6 – прицеп-ёмкость; 7 – буровой насос.

В зависимости от решаемых геологических задач в состав комплектов бурового инструмента (КБИ) включаются специальные буровые снаряды и технические средства, обеспечивающие их выполнение. Типовой набор инструмента содержит двойные стальные или лёгкосплавные бурильные трубы, керноприёмные трубы для различных геолого-технических условий бурения, твёрдосплавные коронки различных диаметров, снаряды для бурения шарошечными долотами, лопатные долота, соединительные переходники и вспомогательные инструменты.

Бурильная колонна, рис. 6.9, состоит из наружной и внутренней труб и их соединений; наружная включает ниппель 1, собственно трубу и муфту 2; внутренняя легкосплавная труба 4 имеет штуцеры и центрирующие рёбра 5. Торцы штуцеров представляют собой сферические поверхности и конические расточки, которые, соприкасаясь в собранной колонне, обеспечивают герметичность соединений.

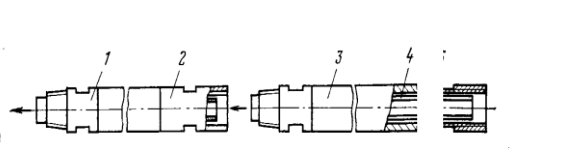


Рис. 6.9. Колонна бурильных труб комплекса КГК-100

Для предотвращения образования зазоров между штуцерами труб внутренней колонны, а также деформации при сборке бурильной колонны применяют трубные винтовые компенсаторы, рис. 6.10, выполненные в виде разъёмного корпуса 1, внутри которого по резьбе перемещается букса 2, связанная шлицами со сменными трубками 3 различной длины. Внутренние трубы, расположенные ниже компенсатора, сжимаются путём вращения трубки 3, при навёрнутом корпусе 1 на наружные трубы бурильной колонны. Компенсаторы включают в бурильную колонну через 50 – 70 м. Герметичность соединений внутренней колонны повышается также за счёт давле-

Рис. 6.10.
Компенсатор

ния на них подпружиненной трубы промывочного сальника, рис. 6.11, с усилием 70 – 140 даН. Концентричное расположение внутренних и наружных труб в колонне осуществляется с помощью центрирующих рёбер, которые расположены на штуцерах.

Керноприёмная труба состоит из корпуса и внутреннего патрубка. Корпус с одной стороны соединяется с буровой колонной, с другой – с нижней трубой бурильной колонны. Осевое перемещение патрубка ограничено центраторами в полости между верхним торцом коронки и уступом корпуса. В керноприёмной трубе имеются два типа патрубков: один с гладкой внутренней поверхностью, другой – с керноломом на внутренней поверхности.

Скважины бурят с обратной промывкой. В качестве промывочной жидкости используют техническую воду или водогипановый раствор. В процессе бурения скважины промывочная жидкость нагнетается буровым насосом из передвижной ёмкости через сальник в межтрубное пространство двойной бурильной колонны и далее к забою скважины. Затем жидкость на расстоянии 20 – 30 мм от забоя скважины захватывает керн и шлам. Последовательно проходя через центральный канал двойных труб, внутреннюю трубу сальника, керноотводящий шланг, керн поступает на поверхность. Выбуренная порода улавливается лотками керноприёмного устройства, смонтированного над передвижной ёмкостью, которая позволяет создать замкнутую систему циркуляции промывочной жидкости и исключает необходимость устройства отстойников.

Применение непрерывного транспортирования выбуренного материала позволяет бурить скважину без подъёма труб до полного износа породоразрушающего инструмента, что сокращает время проведения спуско-подъёмных операций и позволяет получать практически 100%-ный выход разбуренного материала (керн и шлама).

В качестве породоразрушающего инструмента применяют специальные твёрдосплавные коронки диаметрами 76, 84 и 93 мм одной конструктивной схемы. Они представляют собой толстостенный корпус с тремя секторами криволинейной формы, которые при вращении обеспечивают перемещение шлама от периферии к центру, рис. 6.12.

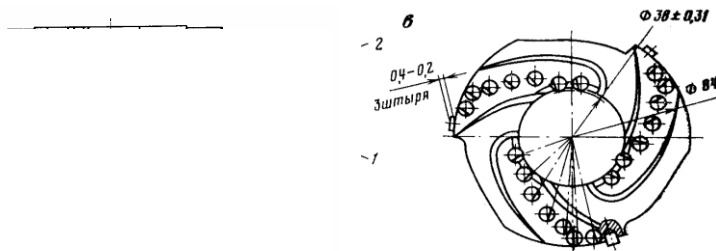


Рис. 6.12. Схема армирования твёрдосплавной коронки КГ.

Секторы коронки армированы восьмигранными резцами формы Г53 из сплава ВК8. Коронки КГ-76МС используют при бурении устойчивых пород. Ребристые коронки КГ-84МС предназначены для бурения вспучивающихся и неустойчивых пород II–IV категорий по буримости. Коронки КГ-93М применяются только для бурения в мощных толщах сыпучих отложений и пльвунов. Режимы бурения в различных по твёрдости породах приведены в табл. 6.5.

При зашламовании снаряда и коронки, подклинивании инструмента, рекомендуется уменьшить осевую нагрузку на инструмент и ограничивать механическую скорость бурения; при этом улучшается более эффективная проработка ствола скважины. Минимальной жидкости для подъёма керна любого типа (без учёта потерь рас- 120 л/ мин.

Рис. 6.11. Промывочный сальник:
1–корпус; 2–внутренняя трубка; 3– нагнетательная линия; 4 – пружина; 5 – керноотводящая линия.

кроме этих комплексов в СКБ «Геотехника» разработан комплекс КГК-500Г, предназначенный для эксплуатации в составе буровых установок 1БА-15В при бурении на воду. Комплекс вы-

полнен на базе двойной колонны труб диаметром 108 мм и предназначен для бурения скважин начальным диаметром 320 мм и глубиной 500 м. Для бурения используют твёрдосплавные коронки, лопастные и шарошечные долота.

Таблица 6.5.

Рекомендуемые режимы бурения с гидротранспортом керна.

| Горная порода | Категория пород по буримости | Частота вращения, мин ⁻¹ | Осевая нагрузка, кН | Подача очистного агента, л/мин |
|--|------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| Глины, суглинки, выветрелые породы низкой твёрдости | II – III IV | 3,7-5,4 | 3-5 | 240-300 |
| Выветрелые породы с содержанием до 10% обломочного материала | II – III IV VI - VII | 2,3-3,7 | 5-8 | 200-240 |
| Выветрелые породы кварцево-линистые | IV – V VI - VII | 3,7-5,4 | 4-6 | 200-220 |
| Окварцованные сланцы | VI - VII VIII | < 5,4 | <20 | 170-200 |

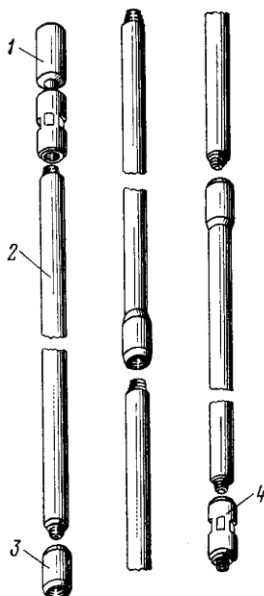
6.4. Бурение снарядами со съёмными керноприёмниками

Бурение скважин снарядами со съёмными керноприёмниками (ССК, КССК) существенно повышает производительность бурения, за счёт увеличения проходки за рейс без подъёма буровой колонны из скважины при высокой механической скорости бурения. Подъём бурового снаряда необходим только для замены породоразрушающего инструмента. Для бурения скважин применяются обычное буровое оборудование, специальные лебёдки для спуско-подъёмных операций с керноприёмником и комплекты инструмента ССК.

В состав комплексов входят:

- технологический инструмент: породоразрушающий инструмент (коронки, расширители), колонковые наборы, бурильные трубы;
- вспомогательный инструмент (опоры для монтажа керноприёмников, специальные ключи);
- спуско-подъёмный инструмент: овершот, трубодержатель, наголовники, вертлюг-амортизатор;
- аварийный инструмент: труборезы, труболовки, ерши канатные, фрезы различных конструкций и пика ловильная.

Бурильные трубы ССК – гладкоствольные снаружи и внутри, что обеспечивает свободное перемещение керноприёмника внутри труб и минимальный зазор между трубами и стенками скважины. Соединяют-



ся «труба в трубу» при помощи специальной трапецеидальной конусной двухупорной резьбы. Бурильные колонны ССК спускают и поднимают свечами при помощи серийных полуавтоматических элеваторов МЗ-50-80 и ЭН-20 и специальных резьбовых наголовников. Колонна на устье скважины удерживается трубодержателем рычажного типа ТР2-12,5 и свинчивается вручную гладкозахватными ключами.

Бурильные трубы КССК-76, рис. 6.13, с высаженными внутрь концами и муфто-замковым соединением со стандартной резьбой. Бурильная колонна КССК-76 спускается на полуавтоматическом элеваторе ЭК-20 без наголовников с захватом за кольцевую проточку на замке или элеватором ЭН-20 с резьбовыми наголовниками. Удержание этой колонны, свинчивание и навинчивание свечей производится трубобразователем РТ-1200 с использованием специальной подкладной и ведущей вилок.

Алмазные коронки для комплексов со съёмными керноприёмниками имеют несколько типоразмеров:

- для ССК-46: К-90 (трёхступенчатая однослойная), К-90-1 (четырёхступенчатая однослойная), К-90-2 (пятиступенчатая однослойная);
- для ССК-59: К-01, рис. 6.14а, (трёхступенчатая однослойная); К-01-1 (четырёхступенчатая однослойная), К-01-2 (пятиступенчатая однослойная), К-02 (зубчатая с импрегнированным слоем), К-08 (комбинированная четырёхступенчатая);

Рис. 6.13. Схема компоновки бурильной свечи КССК-76: 1 – муфта замковая; 2 – труба бурильная; 3 – муфта; 4 – ниппель

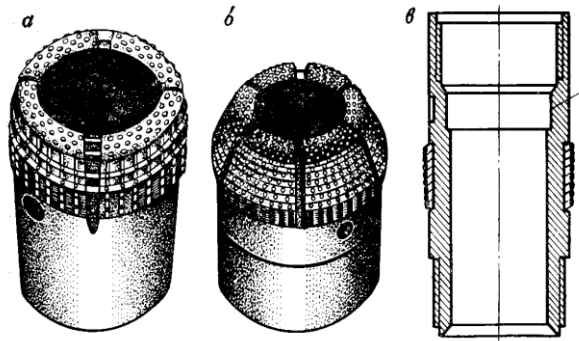


Рис.6.14. Породоразрушающий инструмент для ССК: а–алмазная коронка К-01; б–алмазная коронка 17А4; в – расширитель РСА-1 (1- расточка под стабилизатор).

- для ССК-76: КАСК-4С (четырёхступенчатая однослойная), КАСК-К (конусная однослойная), КАСК-3 (зубчатая с импрегнированным слоем), КАСК-Р (резцовая);
- для КССК-76: 17А4, рис. 6.14б, (пятиступенчатая); К-16 (четырёхступенчатая), К-30 (ступенчато-зубчатая).

Колонковый снаряд со съёмным керноприёмником, рис. 6.15, представляет разновидность двойной колонковой трубы. Основным его отличием является преобразование узла внутренней трубы с целью её извлечения без подъёма колонковой трубы.

Колонковый снаряд включает съёмный керноприёмник и детали, формирующие наружный корпус. В наружный корпус входит колонковая труба 28, к нижнему концу которой присоединяются расширитель 30 и алмазная коронка 34. Во внутренней расточке колонковой трубы установлен бронзовый центратор 29, предназначенный для стабилизации съёмного керноприёмника. К верхнему концу колонковой трубы присоединяются переходники 10 и 7, между которыми установлена опора 9 для подвески съёмного керноприёмника. Наружный корпус соединяется с колонной бурильных труб через центратор 4. В съёмный керноприёмник входят механизм блокирования, узел подвески, приёмная труба и кернорватель.

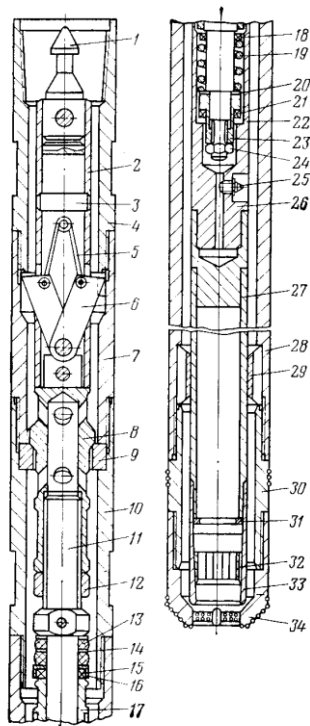


Рис.6.15. Колонковый снаряд КССК-76

Механизм блокирования состоит из головки 1, гильзы 2, штифта 3, защёлок 6, связанных с пружиной кручения 5, корпуса 8, и предохраняет съёмный керноприёмник от вытеснения из наружного корпуса в колонну бурильных труб при действии осевого усилия снизу. Это обеспечивается упором защёлок 6 в нижний торец центратора 4. Свободный ход съёмного керноприёмника до упора защёлок в нижний торец центратора устанавливается при изготовлении и составляет 2...4 мм.

Переходник подвески соединяется с приёмной трубой 27, к нижнему концу которой присоединяется кернорватель, состоящий из корпуса 33, рвательного кольца 32 и стопорного кольца 31.

В собранном колонковом снаряде съёмный керноприёмник подвешен буртиками корпуса 8 на опоре 9 таким образом, что между торцом кернорвателя и внутренней конусной поверхностью алмазной коронки остаётся линейный зазор. Его величина регулируется ввинчиванием или вывинчиванием шпинделя 11 из корпуса 8. Рекомендуемая величина зазора 2 мм. Установленный зазор фиксируется гайкой 12, которая предохраняет корпус и шпиндель от разворачивания в процессе бурения. В процессе бурения крутящий момент передаётся с наружного корпуса через выступ центратора 4 на защёлки 6, корпус 8 и шпиндель 11. Силы трения между керном и приёмной трубой достаточно для того, чтобы последняя, а также переходник подвески 26 и опора подвески 17 не вращались. Промывочная жидкость проходит в кольцевом зазоре между наружным корпусом и съёмным керноприёмником, обходя опору 9 через систему отверстий корпуса 8.

При заполнении приёмной трубы керном или произвольном заклинивании керна наружный корпус перемещается вниз относительно неподвижной приёмной трубы. При этом на резиновые манжеты 13 через упорный подшипник 15 передаётся осевое усилие, которое приводит к распиранию манжет и перекрытию межтрубного зазора. На поверхность поступает сигнал – повышенное давление на манометре насоса. Радиальная деформация манжет ограничивается свободным предельным ходом невращающихся деталей съёмного керноприёмника и подшипника 15 с кожухом 16 относительно шпинделя 11.

Наличие свободного хода – зазор между подшипником 21 и внутренним торцом переходника подвески 26 устанавливается при изготовлении и составляет 5 мм.

При заклинивании керна, которое происходит при отрыве колонкового снаряда от забоя, опора 9 тянет вверх шпindelь 11, который сжимает пружину 19, так как переходник подвески 26 и приёмная труба 27 неподвижны благодаря силе трения в паре кернорватель-кern. При этом зазор между торцом кернорвателя и алмазной коронкой полностью выбирается. Таким образом, усилие, необходимое на срыв керна, передаётся через наружный корпус, что предохраняет резьбы переходника подвески и приёмной трубы от поломок.

Извлечение съёмного керноприёмника из наружного корпуса колонкового снаряда производится овершотом (ловителем), который состоит из канатного замка 1 с канатной втулкой 2, в которую зачаливается канат лебёдки, рис. 6.16. Канатный замок соединяется с утяжилителем 3, на нижний конец которого навинчивается труба 5 с втулкой 8. Внутри трубы 5 размещён шток 6, на верхнем конце которого навинчены гайки 4, а нижний конец соединён штифтом 9 с втулкой 10, которая соединяется с корпусом овершота 16, в пазы которого вставлены на штифтах 13 и 14 лапы 15 с пружиной 12. На корпусе овершота фиксируется освобождающая труба 7 винтом 11. При нормальной циркуляции промывочной жидкости овершот опускается в колонну бурильных труб без освобождающей трубы 7 и винта 11. В транспортном положении шток 6 выдвинут из трубы 5 и подвешен на верхнем торце втулки 8 гайками 4. При внезапном торможении корпуса овершота 16 утяжилитель 3 перемещается вниз по штоку 6 и ударяет втулкой 8 по втулке 10, проталкивая овершот вниз. При входе в колонковый снаряд, рис. 6.17, лапы 5 выходят из корпуса овершота 7 и, захватив головку 1 съёмного керноприёмника, возвращаются в прежнее положение под действием пружины 3. При натяжке троса с лебёдки гильза 2 перемещается вверх относительно корпуса 8 и наружного корпуса колонкового снаряда и своими нижними скосами выводит защёлки 6 из контакта с торцом центратора 4. Съёмный керноприёмник готов к транспортировке. Техническая характеристика ССК приведена в табл. 6.6.

В случае невозможности извлечения съёмного керноприёмника по каким-либо причинам, для отцепления овершота на канат надевается освобождающая труба и сбрасывается в колонну бурильных труб. Как только освобождающая труба доходит до корпуса, внутренний конус освобождающей трубы обхватывает лапы 5 и, сжимая пружину 3, выводит их из зацепления с головкой съёмного керноприёмника.

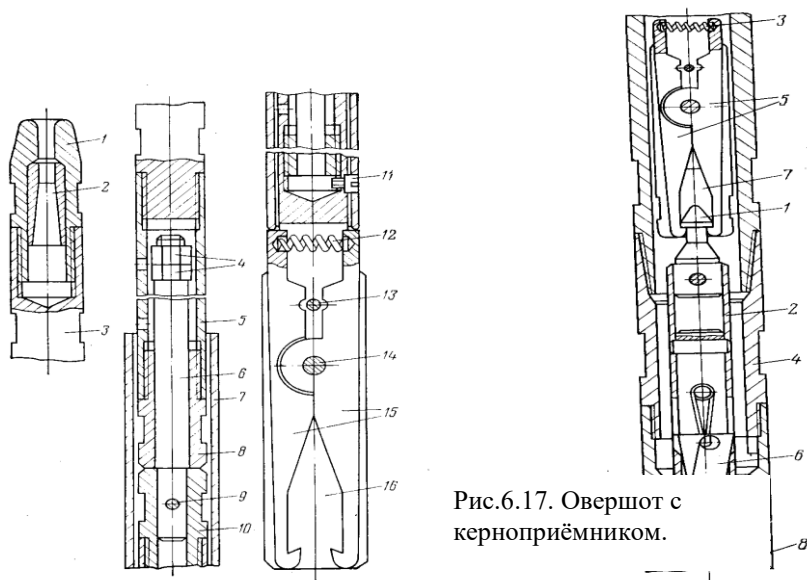


Рис.6.17. Овершот с керноприёмником.

Таблица 6.6.
Техническая характеристика снарядов со съёмными керноприёмниками

| Показатели | ССК-46 | ССК-59 | ССК-76 | КССК-76 |
|--|--|--|---|--|
| Глубина скважины, м | 1100 | 1200 | 1200 | 2000 |
| Кат-я ГП по буримости | VII - X | VII - X | VII - X | V - IX |
| Размеры коронки, мм: наружный диаметр внутренний диаметр ширина торца матрицы | 46 24 11 | 59 35,4 11,8 | 76 48 14 | 76 40 18 |
| Наружный диаметр расширителя, мм | 46,4 | 59,4 | 76,4 | 76,6 |
| Промывочная жидкость | Вода, эмульсионные жидкости | Вода, эмульсия, малоглинисты растворы | Вода, эмульсия, малоглин. раствор | Вода, эмульсии, глин. раствор |
| Режим бурения: частота вращения, макс., мин ⁻¹ предельная осевая нагрузка, кН подача промывки, л/мин | 1500 12 10-20 | 1500 16 20-30 | 1000 18 30-70 | 1000 26 30-100 |
| Бурильные трубы: наружный диаметр, мм внутр. диаметр, мм длина, м масса 1м, кг тип соединения | 43 33,4 1,5;3,0;4 ,5 4,5 | 55 45,4 1,5; 3,0; 4,5 6 | 70 60,4 1,5;3,0 ;4,5 7,7 | 70 61 4,5 8,3 |
| | Труба в трубу | | Муфто- замковое | |
| Колонковая труба: наружный диаметр трубы, мм толщина стенки, мм Керноприёмная труба: наружный диаметр, мм толщина стенки, мм длина, м масса, кг | 44 4,5 30 2,2 2,35; 3,85; 5,76 16;25,5; 35 | 56 5,5 42 2,53 2,45; 3,95; 5,45 31; 41; 55 | 73 6,5 56 2,8 2,7; 4,2 44; 66 | 73 6,5 48 3,0 6,845 110,4 |

Комплексы для бурения со съёмными керноприёмниками ССК-46, ССК-59, ССК-76 предназначены для бурения в твёрдых породах при разведке преимущественно металлических руд. Комплексы КССК-76 применяются для бурения разведочных скважин в породах средней твёрдости и твёрдых, преимущественно при разведке месторождений каменного угля.

Комплексы ССК имеют пределы эффективности по минимальным значениям глубины применения и коммерческой скорости бурения. Ниже этих значений бурение ими нерентабельно из-за повышения стоимости работ.

6.5 Направленное бурение

Направленное бурение применяется при разведке месторождений полезных ископаемых и заключается в проведении скважин по расчётным профилям с применением искусственного искривления и использования закономерностей естественного искривления.

Методом направленного бурения из одного основного ствола бурят несколько дополнительных с помощью одной буровой установки и без её перемещения. Это позволяет снизить затраты времени и средств на монтажно-демонтажные работы, сократить общий объём бурения, транспортировку бурового оборудования и инструмента, строительство подъездных путей и т. д.

Дополнительные стволы многоствольных скважин могут располагаться в одной вертикальной плоскости с искривлением в одну сторону или в различных азимутальных направлениях. Их стремятся расположить в одной вертикальной плоскости, учитывая закономерности естественного искривления скважин.

Искривлению подвержены в той или иной степени почти все скважины при любом способе бурения. В большей степени искривляются скважины вращательного бурения при работе твердосплавными коронками и шарошечными долотами. Значительно меньше искривляются скважины при ударно-канатном и ударно-вращательном бурении гидроударниками.

С очень малыми искривлениями можно бурить скважины, применяя забойные двигатели (электро-, турбобуры, винтовые двигатели без вращения колонны бурильных труб).

Для правильной оценки кондиций залежи полезного ископаемого необходим постоянный контроль за направлением скважины в процессе бурения.

Искривление скважин отрицательно сказывается и на технологии их бурения. Из-за увеличенного трения бурильной колонны о стенки скважины осложняется регулирование нагрузки на породоразрушающий инструмент. Выполнение спуско-подъёмных операций в искривлённых скважинах затрудняется, что снижает производительность бурения.

Повышенное трение изогнутой бурильной колонны в искривлённой скважине приводит к более интенсивному износу бурильных и обсадных труб. Концентрация механических напряжений в местах сильного изгиба бурильной колонны является причиной её частых обрывов, а ликвидировать аварии в таких скважинах сложно из-за эксцентричного расположения ловильного и ловимого инструментов. Значительно осложняется спуск обсадных труб в искривлённые скважины.

Таким образом, искривление скважин осложняет процесс их бурения и ухудшает качество геологической документации, снижая достоверность результатов геологоразведочных работ.

Характер искривления скважин зависит от геологических, технических или технологических причин, действующих в совокупности или раздельно.

К геологическим причинам относятся горно-геологические условия, физико-механические свойства, тектонические проявления и другие условия залегания горных пород. Эти причины приводят к неравномерному разрушению забоя скважины и смещению оси скважины в сторону наименьшего сопротивления породы разрушению. Геологические причины являются практически неустраняемыми. Скважины обычно искривляются вкрест простиранию пород. Интенсивность искривления зависит от степени неоднородности пород и от угла между направлением па-

дения пород и осью скважины, называемого углом встречи. Схемы, иллюстрирующие закономерное искривление скважин, приведены на рис. 6.18. Скважины могут искривляться вдоль плоскости контакта мягких и твёрдых пород при малом угле встрече контакта, рис 6.18 в, под действием веса инструмента в мягких породах, рис. 6.18 г, при встрече скважиной различных геологических нарушений, твёрдых включений в мягких породах, каверн, локальных зон дробления.

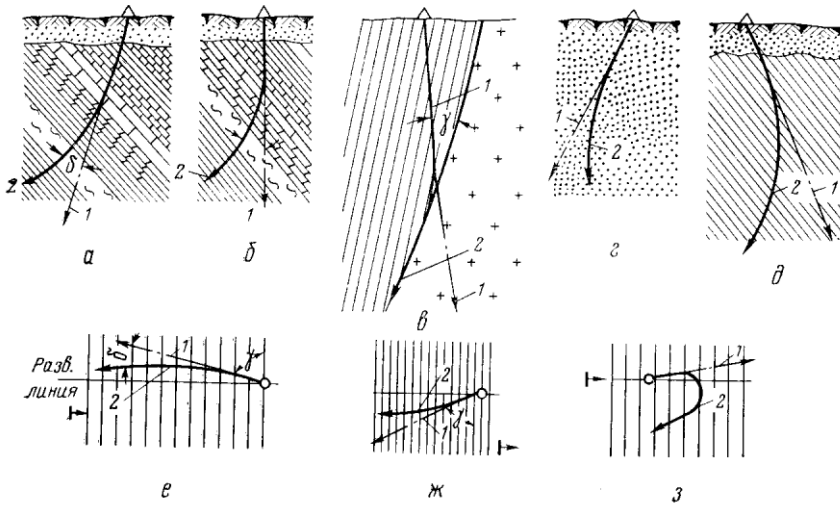


Рис. 6.18. Направление искривления скважин в различных условиях:

1 – заданное направление оси скважины; 2 – фактическое положение ствола при искривлении скважины: а, б, д – при наклонном залегании горных пород; в - при встрече крепких пород под острым углом; г – в мягких породах; е, ж, з – азимутальное искривление скважин.

При бурении наклонных скважин в плавунках и рыхлых породах стволы скважин, как правило, выкручиваются (уходят к вертикали); наклонные скважины в твёрдых и крепких породах выполаживаются (стремятся к горизонтالي). При встрече скважиной перемежающихся по твёрдости слоёв пород под острым углом скважина стремится пересечь эти слои перпендикулярно к напластованию. При встрече скважиной твёрдых пород под углом менее 15° она может отклониться по пласту породы, как по клину.

Техническими причинами являются: неправильная установка станка, потеря жёсткости крепления шпинделя, забуривание скважины без направляющей трубы, эксцентричное закрепление труб в патроне, короткий колонковый набор, переход с большого диаметра скважины на меньший или при расширении скважин, применение колонковых и бурильных труб с различными дефектами - овальностью сечения, неравномерной толщиной стенок, кривизной, эксцентричностью нарезки др. При соответствующем контроле за ведением работ технические причины устранимы.

Технологические причины оказывают влияние на искривление скважин непосредственно в процессе бурения. К ним относятся: чрезмерная осевая нагрузка при пониженной частоте вращения, неравномерная подача бурового инструмента, повышенный расход промывочной жидкости, большой зазор между колонковой трубой и стенками скважины, вибрацией породоразрушающего инструмента. Интенсивность искривления увеличивается за счёт перекоса в скважине коротких колонковых наборов или изгиба труб малой жёсткости и, наоборот, снижается при использовании жёстких длинных труб, центраторов, утяжелённых бурильных труб. Чем выше механическая скорость бурения, тем меньше интенсивность искривления скважин. Изменением технологических факторов можно влиять на интенсивность естественного искривления.

Основными признаками, указывающими на значительное искривление скважин, являются:

- 1) повышенный износ бурового инструмента, особенно бурильных труб и их замковых соединений;
- 2) затрудненное проворачивание подвешенного в скважине инструмента;
- 3) уменьшение нагрузки на крюке при спуске бурового инструмента и резкое её увеличение при подъеме;
- 4) увеличение числа аварий из-за обрывов бурильных труб;
- 5) ненормальная работа бурового оборудования – перегрузка двигателя, перегрев узлов станка, повышенное давление на буровом насосе.

Чтобы обеспечить бурение скважины в нужном направлении и пересечь полезное ископаемое в заданной точке, необходимо в процессе бурения проводить систематический контроль за положением скважины путём замеров её искривления. При отклонении скважины от проектного профиля должны приниматься технические средства искусственного искривления с целью изменения интенсивности искривления или направления оси скважины.

Методы и средства искусственного искривления скважин изложены по данным д.т.н. Ю.Т. Морозова.

Инклинометры оперативного контроля. Для одновременного замера зенитного и азимутального углов применяют инклинометры, основанные на использовании магнитной стрелки (для измерения азимутального угла) и отвеса (для зенитного угла). Автономные инклинометры делятся на две группы.

1. Одноточечные приборы, обеспечивающие за один спуск в скважину измерение одной точки её ствола (зенитного и азимута) в диапазоне зенитных углов от 2° до 178° . К ним относятся электро- механический инклинометр ИОК-42 и механические малогабаритные инклинометры МИ-30У МИ-42У. ИОК-42 представляет устройство, работающее от автономного блока электропитания. и позволяющее проводить измерения в скважинах любого направления от близких к вертикали до восстающих. МИ-30У и МИ-42У предназначены для оперативного измерения пространственного положения скважин диаметром 36 мм, 46 мм и более, пробуренных в диамагнитных средах до глубины 3500 м. С их помощью могут быть замерены углы горизонтальных и восстающих скважин. МИ-30У может использоваться для измерения скважин, пробуренных комплексами ССК-46 и больших диаметров при спуске прибора внутри колонны бурильных труб без подъёма последних из скважины.

2. Многоточечный инклинометр МТ-1 предназначен для оперативного замера углов искривления скважин диаметром 46 мм и более, глубиной до 1500 м, пробуренных в диамагнитных средах. Этот скважинный прибор позволяет определить величины измеряемых углов методом фотографирования показаний датчиков зенитного угла и азимута в одной или нескольких точках скважины, что значительно повышает оперативность контроля и достоверность о её пространственном положении и снижает затраты на измерения при искусственном искривлении, требующем несколько измерений интервала.

Инклинометры оперативного контроля опускают в наклонные скважины на тросе диаметром 3-4 мм с использованием портативных электрических лебёдок типа ЛОК-1500, а в горизонтальные и восстающие скважины с помощью бурильной колонны. Инклинометр ИОК-42 спускается в скважину на тросе (зенитный угол от 2° до 60°) или колонне бурильных труб (зенитный угол более 60°). При этом для устранения влияния стальной бурильной трубы на чувствительный элемент (датчик азимута) инклинометр должен быть удалён от бурильной колонны на 3...5 м. Это достигается использованием одной легкоплавной бурильной трубы (ЛБТ).

Техника и технология искусственного искривления. Искусственным называется преднамеренное искривление скважины с помощью технических средств или технологических приёмов.

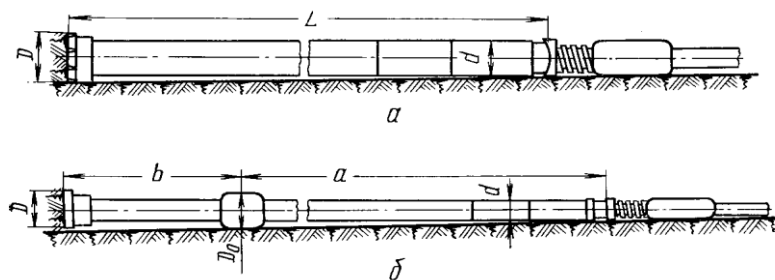


Рис. 6.19. Шарнирные отклонители:
 а – шарнирный отклонитель с опорой на коронку;
 б – шарнирный отклонитель с промежуточной опорой.

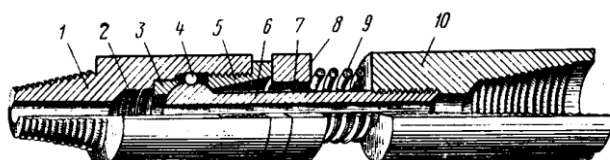
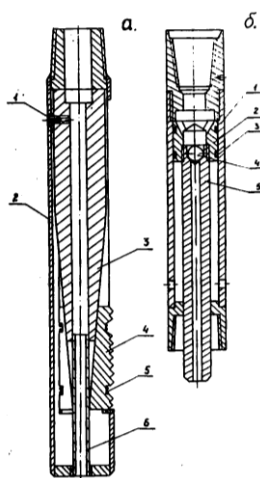


Рис. 6.20. Шарнир
 1 – корпус; 2,9 – пружина; 3 – подпятник; 4 – шарики; 5 – втулка; 6 – пята; 7 – уплотнение; 8 – упорное кольцо; 10 – переходник.

Для изменения интенсивности естественного искривления скважин применяются определённые технологические приёмы и неориентируемые технические средства, основанные на увеличении или уменьшении одного из основных факторов искривления скважин – перекоса бурового инструмента в скважине.

Увеличение интенсивности искривления достигается уменьшением длины колонкового набора или применением ступенчатых наборов, состоящих из двух коронок смежных диаметров или специальной утолщённой коронки и колонковой трубы меньшего диаметра. Жёсткое соединение таких снарядов с колонной буровых труб не позволяет в полной мере осуществить их перекос в скважине. Этот недостаток устранён в шарнирных отклонителях, рис. 6.19, которые представляют собой снаряд, который соединён с колонной буровых труб или УБТ при помощи шарнира, рис. 6.20. Шарнир позволяет осуществлять вращение отклонителя и передачу осевой нагрузки под углом. Интенсивность искривления шарнирными отклонителями зависит от диаметра породоразрушающего инструмента и расстояния до шарнира, а у отклонителей с промежуточной опорой, от её диаметра и расположения.

Уменьшение интенсивности искривления достигается увеличением длины колонковых труб, применения труб повышенной жёсткости, уменьшения перекоса снаряда путём установки центраторов, устранения на верхнюю часть колонкового набора изгиба буровых труб установкой профильных буровых труб (трёхгранного сечения) в нижней части колонны. При проектировании и бурении направленных скважин нужно иметь в виду, что гораздо легче увеличить интенсивность естест-



венного искривления, чем его уменьшить.

Искусственное искривление из следующих технологических ственного забоя или подготовка риванию ствола в новом на- отклонителя в скважине в зоне нового ствола; извлечение спе- жины.

Для забуривания дополни- ления скважины выше естест- искусственный забой, который перекрывает ствол скважины в том или ином интервале скважи- ны и является опорой (основанием) для устанавливаемого отклонителя. Перекрытия выполняются из различных материалов или в виде конструкций, которые либо заполняют скважину от есте- ственного забоя до места установки отклонителя, либо представляют собой пробку, затем создают искусственный цементный забой и забуривают новый ствол с помощью специального сна- ряда. Перекрытия подразделяются на временные (извлекаемые или разбуриваемые) и постоян- ные, которые по окончании работ не ликвидируются. Для перекрытия ствола скважины предна- значена пробка-забой типа ПЗ, рис.6.21, табл. 6.7. ПЗ состоит из собственно пробки и гидропри- вода. Пробку на колонне бурильных труб опускают в зону искривления скважины. Затем через трубы в скважину закачивают промывочную жидкость, которая перемещает шток гидропри- вода вниз, а вместе с ним конус, соединённый с расклинивающими плашками, которые сме- щаются в радиальном направлении, расклинивая корпус пробки в стволе скважины. После рас- крепления пробки гидропривод отвинчивают от неё и вместе с колонной бурильных труб извле- кают из скважины. Далее приступают к созданию цементного забоя над пробкой.

ние ствола скважины состоит операций: Установка искус- ественного забоя к забу- правлению; ориентирование искривления; забуривание циального снаряда из сква-

тельного ствола при искрив- венного забоя устанавливают

Рис. 6.21. Пробка-забой ПЗ:

(а) – пробка: 1 – винт; 2 – цилиндри- ческий корпус; 3 – распорный конус; 4 – конусные плашки; 5 – медная проволока; 6 – цилиндрический на- правляющий стержень.

(б) – гидропривод: 1 – цилиндриче- ский корпус; 2,3,4 – шариковый пор- шень; 5 – шток.

Таблица 6.7.

Техническая характеристика пробок - забоев ПЗ

| | | | |
|---------------------------|-----|------|------|
| Диаметр корпуса, мм | 44 | 57 | 73 |
| Длина в сборе, мм | 730 | 1100 | 1100 |
| Длина гидропривода, мм | 390 | 455 | 455 |
| Диаметр гидропривода, мм | 42 | 56 | 57 |
| Диаметр выхода плашек, мм | 50 | 65 | 90 |
| Масса, кг | 6 | 13,4 | 17,8 |

Перед спуском пробки в скважину конус 3 удерживается винтом 1 в верхней части корпуса, а плашки обвязываются тонкой медной проволокой 5 для предотвращения их выпадения из кор- пуса 2. К последнему в верхней части приварен переходник для соединения с гидроприводом.

Среди ориентирующих приборов и устройств, применяемых в настоящее время в геолого- разведочной практике для ориентации отклонителей в скважинах, наиболее совершенными и информативными являются приборы извлекаемого типа: «Курс», «Луч» и ОБ-13 конструкции ВИТР, УШО-15 конструкции КазИМС, ОЭ-15 конструкции ПГО «Уралгеология» и др. Они опускаются внутрь бурильной колонны на одножильном проводе только на момент ориентации отклонителя. Самоориентирующиеся устройства типа АЗОР и Кедр ЗабНИИ и ДГО-ТПИ входят в состав отклонителя и обеспечивают возможность повторной (многократной) ориентации от- клонителей в течение одного рейса, что повышает надежность ориентации.

Для задела дополнительных стволов применяют стационарные (оставляемые в скважине после искривления ствола) и съёмные (извлекаемые после этой операции) отклоняющие клинья. По конструкции различают клинья следующих типов: открытые, рис 6.22 а, и закрытые, рис. 6.22 б, не полного, рис. 6.22 в, и полного забоя, рис. 6.22 г. Клинья закрытого типа на верхнем конце имеют левую резьбу, что позволяет спускать их на любых трубах, отсоединяемых при

правом вращении. Открытые клинья при спуске присоединяются к трубам с помощью заклёпок, срезаемых под действием осевой нагрузки. Угол скоса ложки клина принимается равным от 2° до 4° .

ВИТР^{ом} разработаны клинья отклоняющие стационарные КОС, рис. 6.22, состоящие из собственно клина, раскрепляющего устройства (два распорных конуса) и установочного патрубка. Клинь через удлинитель соединяется с раскрепляющим устройством, а через установочный патрубок с ориентатором и бурильными трубами. Клинь на бурильной колонне спускают в скважину. Не доходя 0,4...0,5 м до забоя, производят ориентацию отклонителя, после чего его спускают на забой с помощью шпинделя станка, который исключает проворот снаряда.

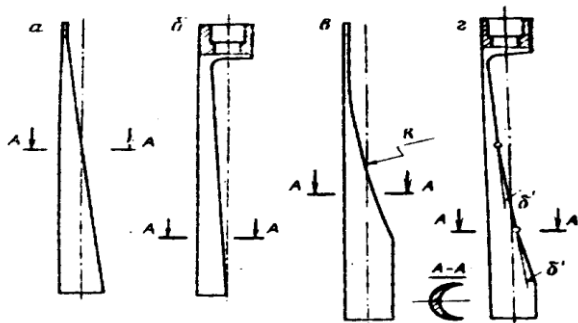


Рис. 6.22. Схемы отклоняющих клиньев

Клинь опускается на забой, и под действием осевой нагрузки срезается шпилька 4, в результате чего клинь и корпус раскрепляющего устройства смещается относительно неподвижных распорных конусов. Пластины распорного устройства деформируются и раскрепляют клинь в стволе. При увеличении осевой нагрузки до 200...300 Н срезаются заклёпки 10, и клинь освобождается от бурильной колонны, которая с установочной трубой 9 поднимается на поверхность. В скважину опускается отбурочный снаряд и производится зарезка дополнительного ствола. Отбуривание от стационарного клина по скосу ложки и ниже его на длину до 1,3 м производят набором, включающим в себя бурильную трубу диаметром 42 мм, переходник и породоразрушающий инструмент бескернового бурения.

В начале рейса, когда долото находится в верхней части ложка клина и начинает врезаться в стенку скважины, осевая нагрузка не должна превышать 2...4 кН. После углубления скважины на 0,7 м и забуривания породоразрушающего инструмента в её стенку больше чем на половину своего диаметра осевая нагрузка повышается до 6...7 кН. При этом бурят на II-III скоростях бурового станка. Последующие рейсы производят с отбором керна укороченными колонковыми наборами, которые спускают на бурильной трубе диаметром 42 мм. Длина колонкового набора для каждого рейса должна составлять соответственно 0,5; 1,0 и 2,5 м, после чего применяют колонковый набор нормальной длины. Техническая характеристика КОС в табл. 6.8.

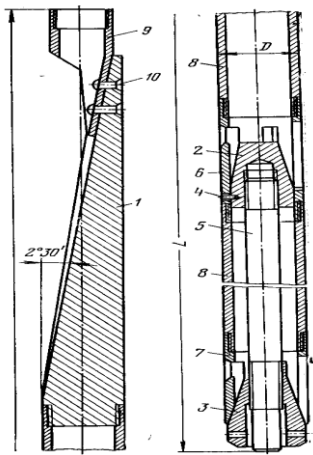


Рис. 6.23. Стационарный клин КОС: 1 – клин; 2,3 – распорные конусы; 4 – срезная шпилька; 5 – шток; 6,7 – распорные патрубки; 8 – соединительные патрубки; 9 – установочная труба; 10 – заклёпки.

Таблица 6.8.

Техническая характеристика КОС.

| | | | | | |
|--|-----|-----|-----|------|------|
| Диаметр корпуса, мм | 108 | 89 | 73 | 57 | 44 |
| Угол наклона желоба к оси, град | 4,0 | 3,5 | 2,5 | 2,5 | 1,5 |
| Длина клина в сборе, мм | 650 | 663 | 628 | 710 | 506 |
| | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| Масса, кг | 190 | 130 | 75 | 55,8 | 26,8 |
| Диаметр скважины в интервале установки клина, мм, не более | 120 | 100 | 83 | 68 | 52 |

Работы по забурке дополнительного ствола от стационарного клина считают законченными, когда в месте установки клина в ствол скважины проходит колонковый набор длиной не менее 4,5 м.

Широкое распространение имеют различные конструкции извлекаемых клиньев-отклонителей. Принципиальная схема извлекаемого клина приведена на рис.6.24. Он состоит из корпуса, в который входят труба 1, упорная втулка 2, ложка клина 3 и распорное устройство 4, отбурника, включающего породоразрушающий инструмент 5, трубу 6, шарнир 8, переходник 7, соединённый с бурильной трубой 9. Отбурник соединён с корпусом срезной шпилькой 11, распорное устройство 4 связано с ложкой клина шпонкой 12 и скреплено заклёпкой 13. Над отклонителем установлен ориентатор 10. При соединении на поверхности ориентатора и отклонителя последний разворачивается на заданный угол относительно вертикальной плоскости, а ориентатор приводится в положение, при котором обеспечивается подача сигнала. В этом положении они жёстко соединяются, чтобы сохранить взаимное положение в скважине. На расстоянии 0,5...1,0 м от забоя отклонитель останавливают и медленно поворачивают до подачи сигнала ориентатора, что свидетельствует о воспроизведении взаимного положения отклонителя и ориентатора, заданного на поверхности. Не поворачивая колонну труб, опускают буровой снаряд на забой. Усилиями гидравлической системы станка срезается заклёпка 13 и труба 1 с ложкой 3 смещается относительно распорного устройства 4 одновременно расклиниваясь в скважине. По достижении определённой нагрузки, достаточной для надёжного расклинивания отклонителя, срезается шпилька 11 и отбурник отсоединяется от корпуса.

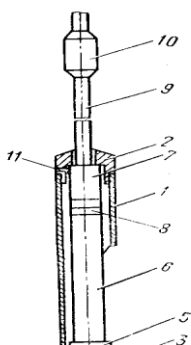


Рис. 6.24. Принципиальная схема извлекаемого клина.

Поддают промывочную жидкость, включают первую скорость вращения шпинделя и бурят при небольшой осевой нагрузке. Породо-

разрушающий инструмент смещается по ложку клина и режется в стенку скважины. После выхода породоразрушающего инструмента за пределы клина бурение ведётся на обычных режимах на глубину 0,5...1,0 м. При подъёме клина переходник 7 упирается во втулку 2 и поднимает корпус 1. Ложок клина 3 перемещается вверх и шпонкой 12 поднимает распорное устройство. Таким способом весь отклонитель извлекается из скважины. Полученная при бурении пилот-скважина имея меньший диаметр, расширяется специальными расширителями. Для сохранения полученного искривления скважины дальнейшая её углубка ведётся с применением колонковых труб небольшой длины, начиная с 0,5 м, с последовательным её увеличением после каждого рейса, пока длина трубы не достигнет установленной по технологии бурения данной скважины.

Ориентируемые отклонители служат для искривления скважин в заданном направлении. Для этого плоскость действия отклонителя принудительно совмещается с заданным направлением. Расположение плоскости действия отклонителя относительно апсидальной плоскости скважины определяется при помощи приборов – ориентаторов.

Существуют конструкции снарядов для искусственного искривления скважин, представляющие собой устройства непрерывного действия, обеспечивающие плавный набор кривизны ствола скважины. Раскрепление наружных невращающихся корпусов таких отклонителей может осуществляться в результате применения различных систем. Наиболее широко применяются пружинно-рычажные, пружинно-клиновые и гидравлические. У первых раскрепление происходит в результате выдвигания шлицевых ползунов (полуклиньев, плашек) из корпуса отклонителя при его постановке на забой. Под действием осевой нагрузки выдвигание происходит до упора в стенки скважины (ТЗ-3, СБС, ОБС, КЕДР и др.) У гидромеханических выдвигание плашек происходит под действием давления струи промывочной жидкости (ОКГ, СГМ). Последняя система исключает постановку отклонителя на забой при забурировании, что позволяет выравнивать забой.

Искусственное искривление скользящими отклонителями осуществляется в результате перекоса всего корпуса отклонителя в стволе скважины, что не обеспечивает достаточно стабильного набора кривизны (ТЗ, БНК, ОНБ, ОНД, СГМ и др.), либо регулируемого изгиба корпуса с более точным и надежным набором кривизны на 1 м искривленного ствола (СБС, ОБС, ОКГ, КЕДР и др.).

Отклоняющий снаряд непрерывного действия ТЗ-3 (Тарбаган Забайкальский конструкции ЗабНИИ), рис.6.25, предназначен для искривления скважин глубиной до 2000 м в породах V-XI категорий по буримости без отбора керна серийными алмазными и твёрдосплавными долотами. Отклонитель состоит из ротора I и статора II, рис.6.25 - *а* в рабочем положении, *б* – в транспортном.

Ротор с породоразрушающим инструментом вращается в процессе бурения, а статор служит для создания отклоняющей силы и сохранения направления её действия при бурении. Снаряд ТЗ-3 состоит из следующих узлов и деталей. 1-долото; ротор (разъёмный вал): 8-шлицевой разъём, 10-возвратная пружина, 2 и 14-подшипники, 11-блокировочный зуб; статор: 9-корпус, 12-блокировочная муфта, 3 и 5-полуклин, 4-шламозащитная трубка, 6-клин ползун, 7-катки, 13-статорная пружина, 15-подшипник.

При передаче осевой нагрузки на долото ротор отсоединяется от статора. При включении вращателя станка и последующем бурении катки 7 на ползуне 6 перекатываются по стенке скважины и удерживают статор от углового смещения, стабилизируя направление отклоняющего усилия и обеспечивая набор кривизны.

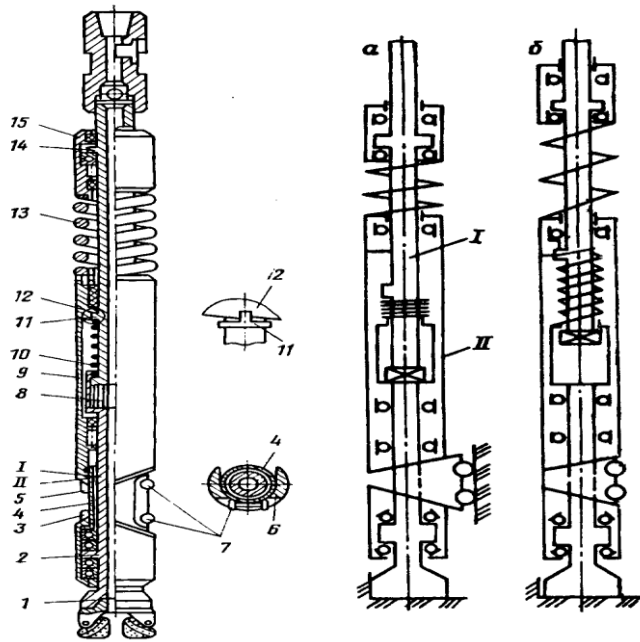


Рис. 6.25. Отклоняющий снаряд непрерывного действия ТЗ-3 и его принципиальная схема (а) и (б).

Раскрепляющие устройства отклонителей непрерывного действия. Назначение устройств – удержание статора, ориентируемого при направленном бурении по азимуту, от проворачивания (углового смещения) при условии продвижения снаряда по мере углубления параллельно оси скважины. Схемы действия раскрепляющих устройств приведены на рис. 6.26. По принципу действия (данные С.С. Сулакшина) они подразделяются на несколько типов: а - пластинчато-пружинные; б – рычажно-пружинные; в – пружинно-клиновые; г – пружинно-полуклиновые; д – пружинно-клиновые совмещённые. Их применение зависит от горно-геологических условий, свойств горных пород и конструкции скважин.

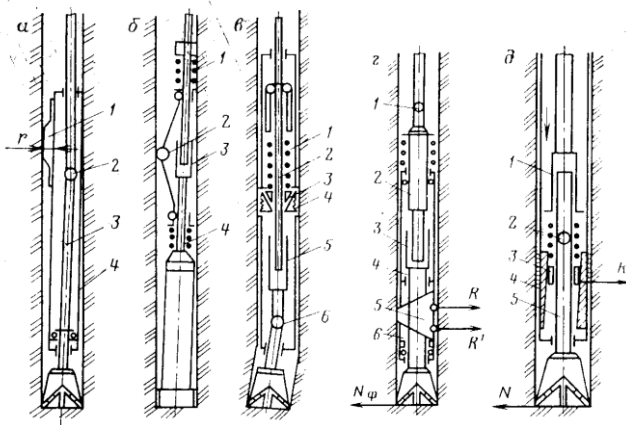


Рис.6.26. Схемы действия раскрепляющих устройств

а – с пластинчатой пружиной: 1 – пружина; 2 – шарнир; 3 – отбурочный снаряд; 4 – корпус статора; б – рычажно-пружинного типа: 1,4 – пружины; 2 – скользящий раскрепляющий элемент; 3 – телескопическое соединение; в – пружинно-клинового типа: 1 – пружина; 2 – ротор; 3 – распорный конус; 4 – скользящие распорные кулачки; 5 – телескопическое соединение; 6 – шарнир; г – пружинно-полуклинового типа; 1 – шарнир; 2 – ротор; 3 – телескопическое соединение; 4 – верхний полуклин 5 – клиновый ползун (каретка); 6 – нижний полуклин; д – пружинно-клинового совмещённого типа: 1 – телескопическое соединение; 2 – шарнир; 3 – сместитель; 4 – статор; 5 – ротор.

Классификация средств направленного бурения по данным д.т.н. Ю.Т.Морозова приведена в табл. 6.9.

Таблица 6.9.

Технические средства для направленного бурения скважин

| Наименование | Диаметры скважин, мм | | | | | |
|---|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|----|
| | 112 | 93 | 76 | 59 | 46 | 36 |
| <i>1. Отклонители</i> | | | | | | |
| Стационарные: | | | | | | |
| -неизвлекаемые | КОС | КС, КОС | КС, КОС | КС, КОС | КОС | — |
| -частично извлекаемые | — | СКО | СКО | СКО | — | — |
| -извлекаемые закрытые | КПП | КПП | КПП | КПП | — | — |
| Извлекаемые: | | | | | | |
| -клиновые однократного действия | — | СНБ-КО | СНБ-КО СНБ-АС | СО-АЭРУ СНБ-КО СНБ-АС | — | — |
| -бесклиновые скользящие непрерывного действия | ОКГ | ОБС ОКГ | ОБС,ОКГ, СГМ,ТЗ, Кедр | ОБС, СГМ, ТЗ, Кедр | ОБС, ТЗ | — |
| <i>2. Алмазный ПРИ:</i> | | | | | | |
| -коронки углошечные | — | — | 12А3 13ИЗ | 12А3 13ИЗ | 12А3 13ИЗ | — |
| -долота бескерновые | — | — | АДН, ДАНБ | АДН, ДАНБ | АДН, ДАНБ | — |
| -калибраторы алмазные | КАНБ | КАНБ | КАНБ | КАНБ | КАНБ | — |
| <i>3. Приборы и устройства ориентирующие</i> | | | | | | |
| -извлекаемые проводные | КУРС-С-18, ОБ-13 | КУРС-18, ОБ-13, УШО-15 | КУРС-18, ОБ-13, УШО-15 | КУРС-18, ОБ-13, УШО-15 | ОБ-13 | — |
| -погружные самоориентирующиеся | С | АЗОР, ОП, ДОГ-1, С | АЗОР, ОП, ДОГ-1, С | 15 АЗОР, С | — | — |
| <i>4. Инклинометры оперативного контроля:</i> | | | | | | |
| -одноточечные | ИОК- | ИОК- | ИОК- | ИОК- | ИОК- | — |

| | | | | | | |
|--|------------------|---------------|---------------|---------------|------------------|-----------|
| | 42, МИ- 42 | 42, МИ- 42 | 42, МИ- 42 | 42, МИ- 30 | 42, МИ- 30 | МИ- 30 |
| -многоточечные (фотографиче- ские) | МТ- 1-42 | МТ-1- 42 | МТ-1- 42 | МТ-1- 42 | МТ-1- 42 | |
| 5. <i>Керноориен- таторы</i> | | АКО-93 | АКО-76 | АКО-59 | | |

6.6. Бурение в осложнённых условиях

Бурение с обратной промывкой применяется при бурении скважин большого диаметра 150...1500 мм глубиной 200...300 м в мягких и рыхлых горных породах. Бурение выполняется при непрерывном отсосе промывочной жидкости из бурильных труб с помощью эрлифта, центробежного или водоструйного насосов. Устье скважины не герметизируется и постоянно соединено каналом с отстойником, откуда вода самотёком поступает в скважину. Промывочная жидкость с разрушенной породой из забоя скважины поступает по бурильным трубам через сальник-вертлюг в отстойник. Для предупреждения обрушения стенок скважины необходимо поддерживать в стволе избыточное давление не менее 0,03 МПа за счёт постоянства уровня промывочной жидкости на 3 м выше статического. Сальник-вертлюг должен иметь сечение проходного отверстия равное отверстию в бурильных трубах. Применяются обычные или фланцевые бурильные трубы большого диаметра. При этом способе достигается высокая производительность бурения, исключается потребность крепления стенок скважины обсадными трубами или глинистым раствором, обеспечивается доступность устройства гравийных обсыпок фильтровой зоны.

Бурение скважин с продувкой воздухом и газожидкостными смесями применяется в безводных регионах, в многолетне-мёрзлых горных породах, в разрезах с дебитом водоносных пластов до 3 л/с и в породах, поглощающих промывочную жидкость. Применение пневмоударников эффективно при бурении валунно-галечных четвертичных отложений при небольших водопритоках в скважину, в горных породах VI-IX категорий по буримости до глубин 300...400 м. Буровая установка оснащается дополнительным оборудованием- передвижной компрессорной установкой типа ДК-9, герметизатором устья скважины, холодильным агрегатом при бурении в вечной мерзлоте, вентилятором отсоса пыли.

При бурении с использованием газожидкостных смесей применяется специальный передвижной модуль с дополнительным оборудованием. Оборудование смонтировано на двухосном прицепе ГКБ-817 и состоит из компрессорной станции ПП-1,5М1, дозирочного насоса НБ1-25/16, смесителя, ёмкости для приготовления состава ПАВ, обвязки с КИП, герметизатора устья скважины и циклонного пеногасителя. При работе создаётся замкнутый контур: жидкость поступает из ёмкости в дозирочный насос, смеситель, затем в виде пены нагнетается в скважину и из скважины через герметизатор устья в пеногаситель и далее в ёмкость.

Этот способ не эффективен при бурении часто переслаивающихся водоносных пластов и водонасыщенных песков мощностью более 5 м. Возможность бурения ограничена глубиной 400 м.

Бурение при поглощении промывочной жидкости и обрушении стенок скважин в рыхлых и твёрдых сильнотрещиноватых горных породах устанавливают интенсивность поглощения.

Различают умеренное поглощение, когда выход промывочной жидкости меньше её подачи; значительное, когда промывка не выходит из скважины и её уровень находится в стволе ниже устья; сильное или катастрофическое – при быстром поглощении раствора в скважине. В этих случаях для устранения поглощения и обрушений горных пород применяют специальные глинистые растворы, характеристики которых приведены ниже.

7. Промывочные агенты при бурении скважин

Промывка (продувка) скважин – важнейший фактор процесса бурения, определяющий скорость проходки и возможность успешного доведения скважины до проектной глубины. В процессе бурения происходит разрушение горных пород забоя скважины, что ведёт к образованию большого количества шлама и нагреву породоразрушающего инструмента. Скапливающиеся частицы породы будут препятствовать вращению бурового снаряда, что может быть причиной аварии. Нагрев породоразрушающего инструмента также может привести к аварии (графитизация алмазов и прижог коронки).

Очистку скважины от шлама и охлаждение породоразрушающего инструмента осуществляют гидравлическим или пневматическим способом с помощью очистного агента (жидкого или газообразного) находящегося в непрерывной и принудительной циркуляции.

В процессе бурения в скважину закачивают с помощью насоса промывочную жидкость (очистной агент), которая, доходя до забоя и затем изливаясь через устье скважины, охлаждает буровую коронку и выносит на поверхность частицы выбуренной породы. Также промывочная жидкость в скважине создаёт гидростатическое давление на её стенки, способствуя повышению устойчивости горных пород, а при промывке глинистым раствором путём образования глинистой корки на стенках скважины. В случае применения гидроударника (пнеумоударника) или турбобура очистной агент передаёт энергию от бурового насоса (компрессора) к забойному двигателю.

Существует четыре схемы циркуляции промывочной жидкости: с выходом очистного агента на поверхность (прямая, обратная и комбинированная промывка) и призабойная (местная) промывка.

При прямой промывке (рис.7.1, а) очистной агент закачивается на забой скважины через буровой снаряд, а поднимается на поверхность по кольцевому зазору между колонной бурильных труб и стенками скважины. Этот способ легко осуществим и получил наибольшее распространение.

При обратной промывке (рис.7.1, б) очистной агент закачивается в скважину по кольцевому зазору между колонной бурильных труб и стенками скважины и поднимается на поверхность внутри бурового снаряда. Этот способ применяется при бурении по неустойчивым породам. Обратная промывка предотвращает размыв керна, поскольку струя промывочной жидкости не имеет на него непосредственного воздействия. Разновидность обратной промывки – промывка при бурении с гидротранспортом керна, когда промывочная жидкость подаётся через зазор между наружной и внутренней колоннами бурильных труб. Основной недостаток обратной промывки –

невозможность обеспечения нормального процесса бурения при наличии в разрезе поглощающих горизонтов, в которых теряется полностью или частично промывочная жидкость. Этот способ требует герметизации устья скважины.

С целью повышения выхода керна применяется комбинированная промывка (рис. 7.1, г), когда движение промывочной жидкости над колонковой трубой осуществляется по схеме прямой промывки, а ниже с помощью специальных устройств по схеме обратной промывки.

Призабойная (местная) циркуляция (рис.7.1, в) может осуществляться подземными водами или подливаемой в скважину промывочной жидкостью

Различают замкнутую и незамкнутую циркуляцию. По замкнутой схеме промывочная жидкость после выхода из скважины на поверхность очищается от шлама и после восстановления своих свойств подаётся насосом в скважину.

Правильный выбор очистного агента и способа удаления разрушенной породы определяет успешное бурение и его экономичность. Очистной агент выбирают не только для каждой скважины, но и для бурения различных интервалов в одной скважине. Промывочные жидкости должны обладать следующими свойствами: минимально возможным удельным весом и кинематической вязкостью; высокой водоотдачей; минимальным содержанием твёрдой фазы; отсутствием песка и выбуренных частиц породы; высокой смазывающей способностью; хорошими охлаждающими свойствами; диспергирующим воздействием на частицы твёрдой фазы, для предупреждения сальникообразования; отсутствием коррозионного влияния и вредного воздействия на окружающую среду, недра и здоровье человека. Промывочная жидкость должна обладать удерживающей способностью по отношению к выбуренным частицам породы. Истинная жидкость не будет удерживать эти частицы, они будут оседать на забой скважины, на дно ёмкости, в которой хранится жидкость. Истинная жидкость не обладает способностью к коркообразованию, она будет полностью проходить через стенки скважины в пласт.

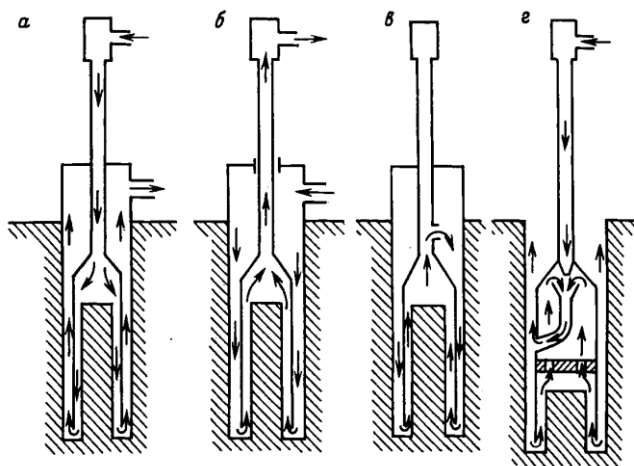


Рис. 7.1. Схемы циркуляции промывочной жидкости.

Промывочные жидкости относятся к дисперсным системам, состоящие из мелких частиц, взвешенных в жидкости. Эти частицы должны обладать достаточно малыми размерами, чтобы их содержание в жидкости не препятствовало работе буровых насосов и другого оборудования. Дисперсные системы состоят из дисперсной фазы и дисперсионной среды, в которой находятся взвешенные частицы. Дисперсионная среда у промывочных жидкостей представляет собой жидкость. Частицы дисперсной фазы в промывочных жидкостях могут быть различными. Если частицы твёрдые, то система называется суспензией. Если частицы жидкие (не растворяющиеся в дисперсионной среде, например масла в воде), тогда система называется эмульсией. Если это частицы газа (пузырьки), то систему именуют пеной или аэрированной жидкостью. Состав дисперсной фазы промывочных жидкостей, которые уже в исходном виде представляют собой дисперсные системы, в процессе бурения изменяется. Это изменение происходит за счёт увеличения

количества компонентов и активного физико-химического воздействия поступающих в жидкость частиц с дисперсионной средой. Поэтому для регулирования и улучшения параметров, особенно при бурении в сложных условиях, в промывочную жидкость добавляют химические реагенты:

1. Реагенты-стабилизаторы и пептизаторы: углещелочной реагент (УЩР), сульфит-спиртовая барда (ССБ), конденсированная сульфит-спиртовая барда (КССБ), карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), кальцинированная сода;

2. Реагенты-структурообразователи: кальцинированная сода, каустическая сода, известь, жидкое стекло, хлористый натрий, цемент, алебастр;

3. Реагенты-понижители вязкости: УЩР, окислённый лигнин, полифенол лесохимический (ПФЛХ) и др.

Для контроля качества промывочных жидкостей применяется ряд технологических параметров: плотность, вязкость, статическое напряжение сдвига, водоотдача и толщина фильтрационной корки, содержание песка, концентрация водородных ионов. В зависимости от геологических условий бурения в качестве очистного агента применяют разнообразные по составу и качеству промывочные жидкости и газообразные агенты: сжатый воздух, пены, выхлопные газы, азот и др.

Основные типы промывочных агентов и условия их применения:

1. *Техническая вода* (пресная, морская, рассолы) применяется в устойчивых породах, при вскрытии водоносных горизонтов, при использовании алмазного породоразрушающего инструмента, забойных двигателей.

2. *Глинистые растворы* применяются в трещиноватых, рыхлых, сыпучих, плавучих и других слабоустойчивых породах для предотвращения обвалов, а также в трещиноватых скальных породах для борьбы с потерей циркуляции. Раствор представляет собой взвесь диспергированной глины в воде, которая является основной дисперсионной средой. Требования к качеству воды обусловлены составом глинистого раствора и условиями его применения. Возможно использование морской воды и пластовых вод. Для приготовления пресных качественных глинистых растворов используют воду с общей жёсткостью до $(3-4)^{10^{-3}}$ моль/л. При большей жёсткости воду необходимо смягчить. Свойства глинистых растворов во многом определяются свойствами исходных глин: *набухаемость, пластинчатость, гидрофильность, ионный обмен и способность диспергировать* в воде на мельчайшие частицы. Размеры частиц природных глин меньше 0,01мм. Более крупные зёрна, которые могут присутствовать в них, - посторонняя примесь.

Наибольшее влияние на свойства глинистых растворов оказывает коллоидная фракция с размером частиц меньше 1мкм. Чем меньше размеры частиц, тем больше их качественное влияние на свойства глинистых растворов. В бентонитовых глинах содержание коллоидных фракций значительно больше, чем в каолиновых и может достигать 40%. Средний эффективный диаметр частиц бентонита 0,02-1мкм, каолина 0,1-1мкм. Коллоидальные свойства растворов определяются и формой частиц. Глина имеет полиминеральный состав (содержит несколько глинистых минералов), поэтому получает название по наименованию преобладающего минерала. Исключение составляют бентонитовые глины, основным минерал которых – монтмориллонит. К основным породообразующим минералам глинистых пород, используемых для растворов, относятся минералы групп монтмориллонита, гидрослюд (иллит), палыгорскита и каолинита. Глины используются в комковом (размер комка не более 150-200мм) или порошковом виде.

Глинопорошки готовят на специальных заводах механическим и физико-химическим способами. При механическом способе измельчение исходной глины до заданной тонкости помола ведётся по схеме: дробление-сушка-помол. Как правило глинопорошки готовят из высококачественных бентонитовых глин. Физико-химический способ позволяет получать глинопорошки из менее качественных глин по схеме: приготовление суспензии из исходного сырья-выведение из неё неактивной части-удаление жидкой фазы. Возможны три варианта применения порошкообразных глин: как коллоидной добавки к промывочному раствору, содержащему неглинистую твёрдую фазу; как добавки к глинистому раствору, приготовленному из местных низкокачествен-

венных глин, для увеличения в нём коллоидной фракции; как единственной твёрдой фазы раствора, если в районе работ близко нет пригодных глин, а доставка затруднена. В качестве промывочной жидкости наибольшее распространение получили глинистые растворы. Их можно разделить на две группы: нормальные и специальные.

К нормальным относятся растворы, не обработанные реагентами. Глинистые растворы, обработанные реагентами с целью направленного регулирования их свойств, применительно к конкретным геологическим условиям, объединяются в специальные. Они получают название либо по наименованию основного активного компонента (ингибированные растворы – хлоркальциевые, известковые, калиевые, алюминатные, ферросульфатные, силикатные, полимерные), либо по технологическому назначению (утяжелённые, растворы с противоморозными добавками и т.д.), либо по виду дисперсной системы (эмульсионные, аэрированные).

Ингибированные глинистые растворы применяются при бурении неустойчивых, самодиспергирующихся пород (глин, глинистых сланцев, аргиллитов, алевролитов). Цель ингибирования (процесс измельчения частиц твёрдой фазы) – снижение гидрофильности твёрдой фазы и способности её к пептизации (физико-химическое диспергирование). Техника ингибирования заключается в обработке путём введения защитных коллоидов, коагулирующих агентов, регуляторов рН, понизителей вязкости. К утяжелённым глинистым растворам относятся растворы с повышенной плотностью (до 2,2 г/см³ и более), содержащие тонкодиспергированные утяжелители (инертный порошкообразный материал изготовленный из тяжёлых минералов барита, гематита и т.д.) Эти растворы применяют в неустойчивых горных породах, а также для создания противодействия на высоконапорные пласты, предупреждения выбросов жидкости и газа.

Малоглинистые растворы применяют в относительно устойчивых породах с пластовыми давлениями, близкими к гидростатическим.

Когда содержание частиц минералов из выбуренных пород существенно влияет на свойства промывочной жидкости, они называются естественными. Естественный глинистый раствор получается при проходке мощных отложений глинистых пород с промывкой водой.

При бурении толщ неустойчивых глинистых и глинистокарбонатных пород, склонных образованию сальников на бурильных трубах, применяются эмульсионные глинистые растворы. Это концентраты эмульсолов, нефть, дизельное топливо, масла и другие нефтепродукты. В эмульсионный можно перевести любой глинистый раствор, в том числе и ингибированный. Такие растворы, сохраняя исходные свойства, приобретают качества эмульсионных растворов. Добавка нефти в глинистый раствор приводит к улучшению его общего качества, снижению водоотдачи, повышению коагуляционной устойчивости. Порода, слагающая стенки и забой скважины, гидрофобизируется, на ней и бурильном инструменте образуются смазочные плёнки, препятствующие агрегированию частиц выбуренной породы и прихватам бурового снаряда. Этим растворам присущи все прочие эффекты, вызываемые ПАВ. Эмульсионные глинистые растворы широко применяют при бурении в соляных толщах и солесодержащих породах. В этих случаях в растворе поддерживают одинаковую минерализацию с пластовой солью.

Аэрированные глинистые растворы применяют для борьбы с поглощениями, имеют пониженную плотность. Для аэрации используют качественные глинистые растворы с низким содержанием твёрдой фазы. Аэрируются практически все промывочные жидкости. При степени аэрации более сорока аэрированные жидкости, в том числе и глинистые растворы, переходят в пены.

3. *Естественные безглинистые растворы* (карбонатные, сульфатные и т.д.) – стабилизированные жидкости, твёрдая фаза которых представлена частицами выбуренных неглинистых пород (карбонатов, сульфатов, алевролитов, аргиллитов), которые насыщают воду содержащую поверхностно-активные вещества. Такие растворы маловязкие, сохраняют подвижность при большом содержании твёрдой фазы. Применяются, когда необходимо использовать структурированные промывочные жидкости с более высокой плотностью.

4. *Меловые растворы*. В них основной компонент твёрдой фазы – мел. Обладают небольшой вязкостью при значительной плотности. По назначению делятся на:

- растворы для нормальных геологических условий плотностью 1,2-1,26 г/см³ с обычной обработкой защитным коллоидом;
- растворы для бурения в обсыпавшихся аргиллитах и глинистых сланцах – кальциевые, высококальциевые и силикатно-меловые (содержание жидкого стекла 10%);
- растворы для бурения в ангидридах и мелах – эмульсионные меловые и известковые;
- растворы для вскрытия высоконапорных горизонтов плотностью до 1,6 г/см³;
- растворы для бурения в поглощающих горизонтах – глинисто-меловые (до 50% твёрдой фазы глина), обладают повышенной вязкостью.

5. *Сапропелевые растворы* – смесь сапропеля (1-10%) с водой. Пригодны для бурения в неосложнённых условиях. При концентрации твёрдой фазы до 1% сапропелевые растворы ведут себя как ньютоновские жидкости. По мере нарастания её концентрации растворы обнаруживают аномалию вязкости. В зависимости от концентрации и вида сапропеля технологические свойства колеблются в широких пределах (плотность от 1,01 до 1,3г/см³). Растворы делятся на ингибированные, эмульсионные, высокоминерализованные. Сапропелевые растворы имеют ряд преимуществ: экономится дефицитная высококачественная глина; уменьшается загрязнение продуктивных пластов и окружающей среды; снижается абразивный износ бурильного инструмента; не требуются смазывающие добавки; улучшаются условия проведения геофизических исследований в скважине.

6. *Солевые растворы* применяются в многолетнемёрзлых породах и при бурении легкорастворимых минеральных солей для предотвращения размыва стенок скважины и сохранения керна. При этом для промывки используют насыщенный раствор той соли, на которую бурят. Раствор получают растворением в пресной технической воде поваренной, каменной и других солей.

7. *Буровые растворы на нефтяной основе.* К ним относятся гидрофобно-эмульсионные и известково-битумные (ИБР) растворы. Они используются при бурении в соленосных и неустойчивых глиносодержащих породах, легко переходящих в промывочную жидкость, в многолетнемёрзлых породах, а также при борьбе с поглощениями. Преимущества гидрофобных эмульсий – повышенная вязкость, пониженная плотность, нейтральное отношение к солям, возможность регулирования вязкости в широких пределах, но обязательно должны содержать ПАВ-стабилизатор для агрегативной устойчивости. ИБР применяются для вскрытия продуктивных горизонтов с сохранением естественной проницаемости и для бурения в особо неустойчивых глинистых соленосных отложениях. В этих растворах дисперсионная среда представлена дизельным топливом, а дисперсная фаза – тонко размолотым окисленным битумом. Растворы на нефтяной основе пожароопасны, относительно дороги, усложняют вспомогательные операции и СПО, разрушают резиновые шланги и сальники, но при этом способствуют обеспечению устойчивости проходимых пород, уменьшают износ бурильного инструмента, снижают затраты мощности на вращение колонны бурильных труб и не замерзают в зимнее время.

8. *Пены.* В них дисперсной фазой является газ, а дисперсной средой является жидкость, содержащая пенообразователи. Применяется на геолого-разведочных работах в регионах с неблагоприятными условиями, в районах распространения многолетнемёрзлых пород (в раствор вводят до 10% CaCl₂ или NaCl), в условиях ограниченного водоснабжения.

9. *Эмульсионные растворы* – система состоящая из двух (или нескольких) взаимно нерастворимых жидких фаз (состояний), одна из которых диспергирована (рассеяна) в другой. Бывают 1 типа (растворы на водной основе или типа масло в воде) – эмульсионные безглинистые и эмульсионные глинистые растворы (ЭГР), а также 2 типа (растворы на углеводородной основе (РУО) или типа вода в масле) – безводные РУО (в составе до 5% воды) и обращённые (инвертные) эмульсионные растворы (в составе до 30-60% воды). Для придания эмульсии устойчивости применяют специальные реагенты – эмульгаторы. Эмульсионные растворы, обладая высокоэффективным смазывающим действием, широко применяются при высокоскоростном алмазном бурении с целью гашения вибрации и снижения мощности на вращение бурильной колонны. Используются в слабоустойчивых глинистых и соленосных отложениях, при вскрытии продуктивных горизонтов.

10. *Полимерные промывочные жидкости (ППЖ)*, представляют собой растворы водорастворимых полимеров: гипана, К-4, К-9, ПАА (полиакриламид), КМЦ и другие. ППЖ образуют прочные изолирующие плёнки на стенках скважины и поверхности бурильных труб, снижающие коэффициент трения, уменьшают гидравлические сопротивления при малых зазорах между бурильными трубами и стенками скважины, особенно при бурении комплексами ССК и КССК. Они позволяют применять форсированные режимы при алмазном бурении, сохраняют устойчивость стенок скважины при проходке сложных геологических разрезов.

11. Самораспадающиеся вяжущие водные растворы. Применяются при бурении на воду взамен глинистого раствора для вскрытия водоносных пластов. Примером таких растворов является крахмальный раствор, закрепляющий стенки скважин, закупоривающий поры, но по истечении некоторого времени распадающийся, благодаря чему устраняется закупорка водоносных горизонтов. Изготавливают раствор с таким содержанием крахмала, чтобы его вяжущие свойства сохранились на определённое время, необходимое для вскрытия водоносного пласта, спуска эксплуатационной колонны и установки фильтра.

12. Аэрированные растворы – насыщены воздухом или газом буровые растворы, применяются для борьбы с поглощением промывочной жидкости. Эти растворы обладают пониженной плотностью и повышенной очистной и несущей способностью.

13. Сжатый воздух как промывочный агент применяется при бурении в сухих устойчивых, а также многолетнемёрзлых породах, в районах, где затруднено обеспечение промывочной жидкостью, реже в водонасыщенных и неустойчивых породах, а также в целях борьбы с потерями циркуляции. Воздух сжимается в компрессорных установках. Применение сжатого воздуха позволяет за счёт резкого снижения давления на породы забоя скважины, улучшения очистки и выноса выбуренной породы повысить механическую скорость бурения.

Приготовление бурового раствора осуществляется непосредственно на буровой или централизованно (с доставкой автотранспортом в специальных емкостях) с использованием: глиномешалок, насосов, отстойников и т.д. Глиномешалки бывают механические и гидравлические. Механические глиномешалки делятся: по характеру действия – прерывное (цикловое) и непрерывное; по конструктивному исполнению – лопастные, роторные, шаровые; по расположению валов – с горизонтальным и вертикальным расположением. Лопастные глиномешалки делятся по числу валов на одновальные и двухвальные. Механические глиномешалки используются для приготовления глинистых растворов как, из комовых, так и порошковых глин. Привод глиномешалок осуществляется от индивидуальных двигателей или через трансмиссию.

При замкнутой циркуляции промывочного агента необходима постоянная очистка его от шлама в очистной системе. Для этого используют следующую технологическую цепочку: скважина – газовый сепаратор – блок грубой очистки от шлама (вибросита) – дегазатор – блок тонкой очистки от шлама (пескоотделители, сепаратор) – блок регулирования содержания и состава твёрдой фазы (центрифуга, гидроциклонный глиноотделитель). Ступени дегазации при отсутствии газа в промывочной жидкости исключаются; при использовании неутяжелённой жидкости не применяются сепараторы, глиноотделители и центрифуги; при очистке утяжелённой промывочной жидкости исключают гидроциклонные шламоотделители (песко- и илоотделители). В идеале очистка должна обеспечить удаление из промывочной жидкости вредных механических примесей размером более 1 мкм.

8. Ликвидация аварий в скважинах

Аварии при бурении скважин могут возникать по геологическим, техническим и технологическим причинам объективного и субъективного характера. Значительную роль в их возникновении играет человеческий фактор. Аварию в скважине легче предупредить, чем ликвидировать. Успешная ликвидация аварий зависит от быстроты и хорошо продуманного способа ловильных работ. Возникшую аварию ликвидируют различным ловильным и аварийным инструментом.

Конструкция и размеры ловильного инструмента и приспособлений, рис. 8.1, для ликвидации аварий, определяется формой и размерами оставленного в скважине бурового оборудования.

Для ликвидации аварии принимают следующие меры:

1. Установить точную глубину, на которой произошла авария, определить вид аварии, составить план её ликвидации, подобрать соответствующий аварийный инструмент.

2. Если авария простая (обрыв бурильных труб, прихват снаряда и др.), приступить к её ликвидации, если сложная и её характер неизвестен – в известность должен быть поставлен ответственный руководитель работ.

3. Если положение оставшегося в скважине бурового снаряда неясно, опустить печать, рис. 8.2, которую изготавливают из корончатого кольца, деревянной пробки и воска или гудрона. Иногда вместо воска деревянную пробку смазывают солидолом или мылом.

При обрыве бурильных труб ликвидация аварий заключается в их подъёме. Для ловли бурильных труб применяют ловильные метчики, рис.8.3, и колокола, рис. 8.4, с направляющей трубой, в зависимости от формы верхнего конца аварийной трубы. Ввинчивание метчика или навинчивание колокола на конец бурильных труб, оставленных в скважине, производят обычным способом. После этого, если буровой снаряд не зашламован, производят подъём колонны бурильных труб.

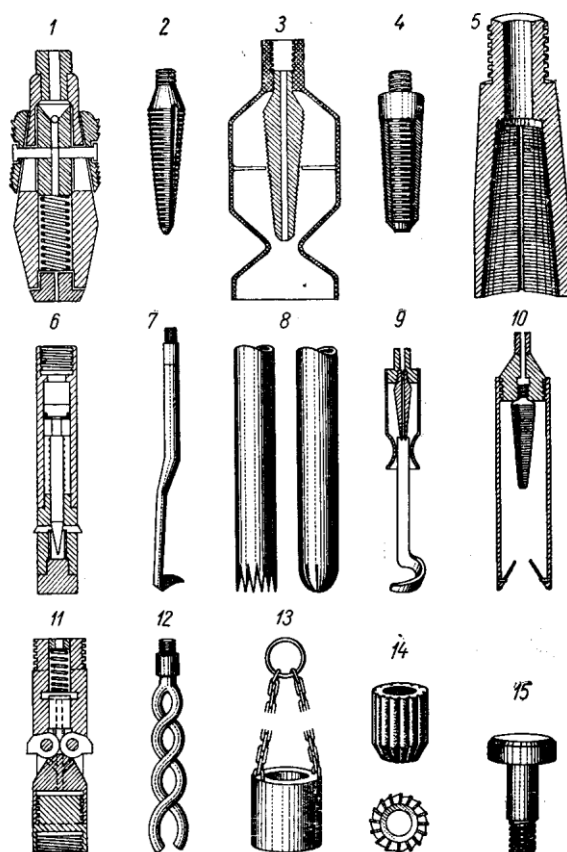


Рис. 8.1. Аварийный инструмент колонкового бурения

1 – гидравлическая труболетка; 2 – метчик для штанг; 3 – метчик с направляющим кожухом; 4 – метчик для труб; 5 – ловильный колокол для штанг; 6 – гидравлический труборез; 7 – отводной крючок; 8 – “паук” для ловли мелких предметов; 9 – отводной крючок с метчиком; 10 – колонковая труба с метчиком; 11 – гидравлический расширитель; 12 – штопор для ловли каната; 13 – ударная баба; 14 – фрезер для труб; 15 – пробка ударная.

В тех случаях, когда верхний конец бурильной трубы, оставленной в скважине, отклонился от центра скважины, применяют отводной крючок. Иногда для этой цели изгибают бурильную трубу, на которой навинчен колокол или метчик.

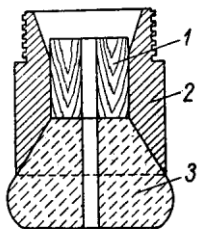


Рис. 8.2. Схема устройства печати:
1 – пробка; 2 – корончатое кольцо;
3 – воск (свинец).

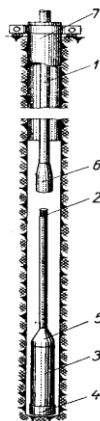


Рис. 8.4. Ловля бурильной
трубы колоколом:
1 – бурильные трубы; 2 – ниппель
для штанг; 3 – колонковая труба; 4 –
коронка; 5 – переходник с бурильных
труб на колонковую; 6 – ловильный
колокол; 7 – обсадная труба.

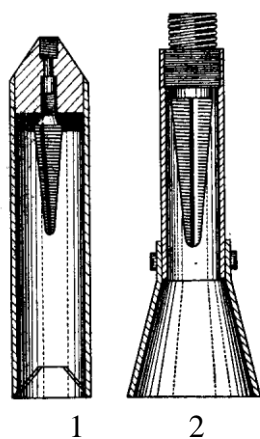


Рис.8.3. Метчики с направляющим кожухом:
1 – с колонковой трубой;
2 – с конусом.

При ликвидации обрыва бурильных труб в связи с прихватом бурового снаряда на забое, необходимо при помощи метчика или колокола соединить колонну бурильных труб, после чего включить насос и дать интенсивную промывку. При этом следует расхаживать инструмент при помощи бурового станка, стараясь провернуть снаряд. При большой глубине скважины следует применять забойный вибратор или надеть на бурильные трубы ударную бабу, навернуть ударную пробку и выбивать инструмент ударами бабы. После того как инструмент сдвинется с места, подъём бурового инструмента можно продолжать лебёдкой бурового станка.

В тех случаях, когда прихват бурового снаряда произошёл вследствие оседания шлама или обвала породы из стенок скважины и мероприятия, описанные выше, не привели к освобождению снаряда, следует опустить в скважину до глубины завала обсадные трубы следующего меньшего диаметра. Для размыва завала на верхний конец обсадных труб навинчивают вертлюг-сальник и производят сильную промывку скважины, медленно опуская колонну обсадных труб, рис. 8.5. После размыва завала колонну обсадных труб извлекают из скважины и продолжают ликвидацию аварии способом, описанным выше.

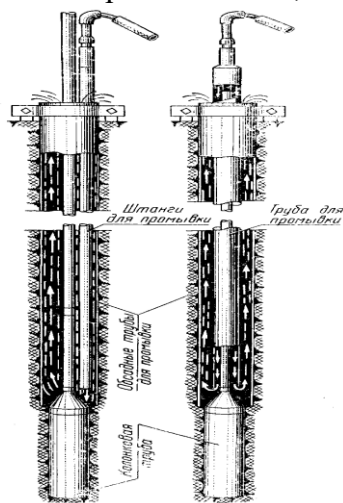


Рис. 8.5. Схема промывки зашламованного снаряда при помощи обсадных труб и штанг

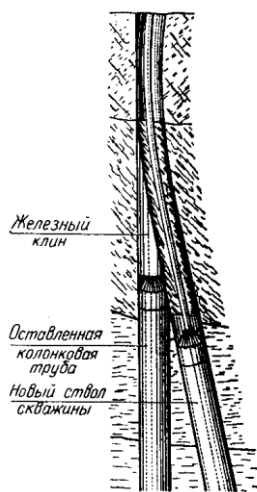


Рис. 8.6. Схема отклонения скважины при помощи клина

При ликвидации прихватов бурового снаряда часто положительные результаты даёт применение нефтяной ванны. Для этого через штанги закачивается нефть или смесь моторного масла и дизельного топлива в таком количестве, чтобы высота столба нефти или смеси была не менее 15 – 20 метров (над местом прихвата). Закачка нефтяной смеси должна производиться в один приём. Через каждые два часа рекомендуется добавлять в скважину применяемую смесь. Общая длительность нефтяной ванны 10 – 15 часов. По истечении этого срока нужно «расходиться» прихваченный буровой инструмент и произвести его подъём. При прихвате снаряда шламом карбонатных пород – в скважину закачивают 60% раствор соляной кислоты. Также применим элек-

трический способ, основанный на использовании явления электроосмоса: к колонне бурильных труб подводят отрицательный полюс, а к породам, слагающим стенки скважины – положительный; при пропускании постоянного тока произойдет электроосмотическое водоотжатие, благодаря чему силы сцепления труб с породами значительно уменьшаются, что и облегчит подъем бурового снаряда.

Если описанные выше способы ликвидации прихвата снаряда не дают положительного результата, следует развернуть колонну бурильных труб при помощи левого снаряда.

При наличии противоаварийного переходника следует произвести отсоединение колонны бурильных труб от колонкового снаряда, а дальнейшую ликвидацию аварии производить одним из следующих способов:

1. Опустить на бурильных трубах забойный вибратор с соответствующим на конце ловильным инструментом. После соединения ловильного инструмента с прихваченным колонковым снарядом произвести затяжку инструмента, затем вращением (при работе вибратора) освободить прихваченный буровой снаряд.

2. Опустить внутрь колонковой трубы почти до забоя бурильные трубы с навинченным ниппелем на конце. Затем произвести интенсивную промывку, поднять бурильные трубы и опустить в скважину самоосвобождающуюся труболовку. При помощи труболовки произвести натяжку и извлечение колонковой трубы. В случае необходимости можно применить выколачивание ударной бабой. Если это не даст положительного результата, следует разбурить колонковую трубу победитовой коронкой или специальной фрезой.

Если внутри прихваченной колонковой трубы остался керн, то перед её подъемом следует принять меры к его извлечению. Для этого в скважину нужно опустить колонковую трубу следующего (меньшего) диаметра с коронкой, армированной твердыми сплавами, или со специальным приспособлением – “пауком”.

Если ликвидировать аварию не удастся, а забой и призабойное пространство скважины оказались заполнены металлическими предметами (вследствие обрыва и поломки ловильных инструментов), то забой скважины заливают цементным раствором или заполняют скважину над прихваченным инструментом глиной и при помощи клина искривляют скважину, рис. 8.6.

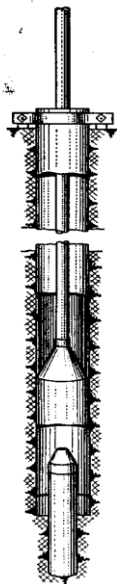


Рис. 8.7. Обуривание колонково диаметра

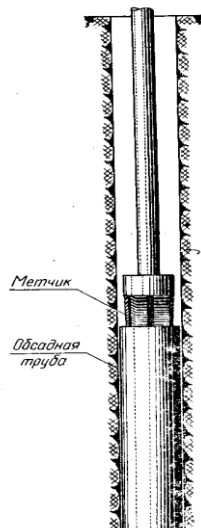


Рис. 8.8. Ловля обсадных труб метчиком большего диаметра

Если буровая скважина обсажена трубами и по геолого-техническим условиям представляется возможным поднять эту колонну обсадных труб, то целесообразно производить расширение скважины после подъема обсадных труб коронкой большего диаметра по сравнению с ос-

тавленной на забое. Затем нужно опустить колонковую трубу большего диаметра и большей длины, чем прихваченная, и обуривать последнюю тонкостенной коронкой глубже прежнего забоя скважины. После чего произвести заклинку или затирку прихваченной колонковой трубы и извлечь её, рис. 8.7.

Если при прихвате снаряда обрыв бурильных труб произошёл ниже башмака обсадных труб и верхний конец оставшихся в скважине труб отклонился в сторону, то для ликвидации аварии необходимо опустить ловильный метчик или колокол (лучше с юбкой) на изогнутой бурильной трубе или с отводным крюком.

Когда обсадные трубы развернулись по резьбе и буровой снаряд не проходит в скважину, необходимо поднять верхнюю часть колонны обсадных труб труболовкой или метчиком, собрать вновь верхнюю часть колонны, опустить с направляющим деревянным концом на нижнюю часть и осторожно наверх. Если это не удаётся, то нижнюю часть колонны обсадных труб поднимают до устья, а затем ими вновь обсаживают скважину, рис. 8.8, 8.9, 8.10. Для извлечения из скважины оставленных колонковых и обсадных труб служат гидравлические самоосвобождающиеся труболовки, рис. 8.11. В отличие от метчика труболовки позволяют захватывать извлекаемую трубу в любом месте по её длине.

Принцип действия труболовки: при подаче промывочной жидкости по колонне бурильных труб создаётся давление на поршень, который перемещает плашки по пазам конической поверхности расширяющегося книзу клина до соприкосновения с внутренней поверхностью трубы, в результате чего происходит захват трубы.

При снятии давления и опускании снаряда на 200 – 300 мм плашки освобождаются пружиной и возвращаются в исходное положение, после чего труболовка может быть извлечена из скважины. Вращение труболовки в скважине недопустимо.

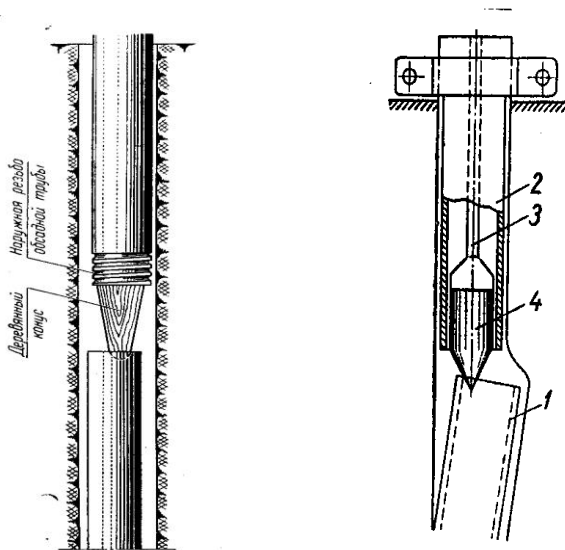


Рис. 8.9. Конусное направление для соединения обсадных труб:
1 – нижняя часть колонны; 2 – верхняя висячая часть колонны; 3 – бурильные трубы (штанги); 4 – конусное направление

Рис. 8.10. Соединение обсадных труб при помощи деревянного конуса.

Для разрезания прихваченных в скважине обсадных (или колонковых) труб с целью последующего их извлечения отдельными частями, применяют гидравлический труборез, рис. 8.12, который спускают в скважину на бурильных трубах и заводят в разрезаемую трубу. Затем включают насос, при появлении промывочной жидкости на устье скважины циркуляцию её прекращают, сбрасывают шарик через бурильные трубы и снова включают насос.

Под давлением промывочной жидкости поршень опускается. Давление поршня через шток передаётся резцам, которые выдвигаются из корпуса. Резание трубы производится при малой частоте вращения трубореза и давлении жидкости около 1 Мпа. После отрезания трубы и снятия давления жидкости шток-поршень возвращается пружинкой в исходное положение, резцы входят внутрь корпуса, и труборез может быть свободно поднят из скважины.

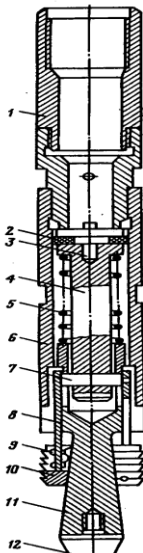


Рис. 8.11. Гидравлическая самоосвобождающаяся труболовка:
1 – переходник; 2 – поршень; 3 – пята; 4 – шток; 5 – пружина; 6 – цилиндр; 7 – палец; 8 – тяга; 9 – заклёпки; 10 – плашки; 11 – конус; 12 – головка конуса.

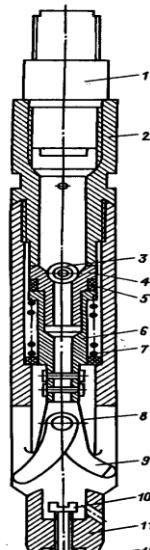


Рис. 8.12. Гидравлический труборез:
1 – бурильная труба; 2 – переходник; 3 – цар; 4 – пята; 5 – резиновое уплотнительное кольцо; 6 – поршень со штоком; 7 – пружина; 8 – ось резцов; 9 – резцы; 10 – юлт; 11 – корпус; 12 – гайка.

При попадании в скважину металлических предметов подъём их производится “пауком”, представляющего собой отрезок колонковой трубы с длинными тонкими зубьями на конце, загибающимися внутрь при упоре в забой с вращением, или колонковой трубой с предвари-

тельным тампонированием глиной упавших предметов. В некоторых случаях приходится их цементировать и разбуривать. Металлические предметы (кроме немагнитных) извлекают целиком или по частям с помощью магнитного фрезера.

Для разбуривания осколков или других металлических предметов, которые невозможно извлечь на поверхность, типа ФК, рис. 8.13.

Набор для ликвидации аварии: фрезерная коронка, переходник и шлакскважину на бурильных трубах производят с вращением. Разбуривание ведётся и осевой нагрузке 300 – 500 на забое предмета скважину необходимо промыть.

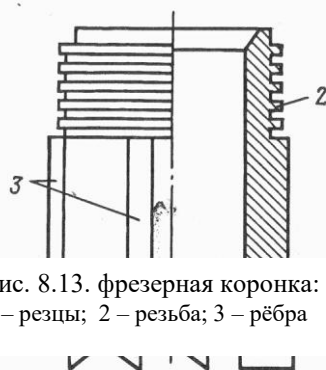


Рис. 8.13. фрезерная коронка:
1 – резцы; 2 – резьба; 3 – рёбра

тавленных на забое алмазных коронковых предметов, которые невозможно предназначена фрезерная коронка

аварии собирают в следующем сороткая колонковая труба (500 – мовая труба. Набор спускают в бах. Перед забоем, за 15 – 20 см, ем и подачей промывочной жидкопри минимальной частоте вращения даН. После разрушения оставшегося

Для извлечения из скважины обломков матриц алмазных коронок, а также других кусков металла без предварительного их разбуривания и измельчения предназначены ловушки секторов матриц типа ЛСМ, рис. 8.14. Ловушку спускают в скважину на бурильных трубах. При подходе к забою включают вращение снаряда с подачей промывочной жидкости, которая омывает забой скважины и поднимает частицы металла или матрицы. При изменении направления восходящего потока промывочной жидкости и уменьшения его скорости при встрече с косым срезом корпуса

ловушки частицы металла и матрицы (до 20...30мм) попадают в карман ловушки. Очистка забоя ведётся при минимальной частоте вращения, нагрузке на коронку 300...400 дан, расходе промывочной жидкости 70...120 л/мин, время работы ловушки на забое 10...15 мин.

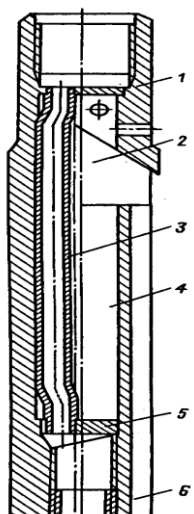


Рис. 8.14. ловушка секторов матриц:
1— корпус; 2—окно; 3— внутренняя трубка; 4— металл-сборник (ловушка); 5— эксцентричная перегородка; 6 — рёбра корпуса; 7 — коронка.

Разрушение колонкового набора (с керном) или его частей, оставшихся в скважине, если их невозможно извлечь ловильным инструментом, ведётся фрезами с центратором типа ФН, рис. 8. 15. Их спускают в скважину на бурильных трубах. За 15...20 см до забоя спуск производят с вращением снаряда и подачей промывочной жидкости. Разбуривание колонкового набора ведут при минимальной частоте вращения, осевой нагрузке 200...400 даН и расходе промывочной жидкости 20...50 л/мин.

Для подъёма оставшихся на забое коронок и расширителей в случае, если в них находится керн, применяется метчик - коронка типа МК, рис. 16. Метчик - коронку, соединённую с колонковой трубой, спускают в скважину на бурильных трубах и разбуривают керн внутри оставленной в скважине коронки (расширителя). По ходу разбуривания керна метчик входит внутрь коронки и захватывает её.

При работе соблюдают следующий режим: вращение на первой скорости бурового станка, нагрузка 250 – 300 даН, расход промывочной жидкости 20 – 30 л/мин. Если в скважину попал оборванный трос, его извлекают различными штопорами, рис. 8.17, которые опускают в скважину к месту обрыва троса. Лёгкими поворотами штопора трос наматывается, после чего его поднимают.

Во избежание травматизма при ликвидации аварий необходимо особо тщательно выполнять правила техники безопасности. О каждой произошедшей аварии составляется акт, в котором выявляются её причины и последствия.

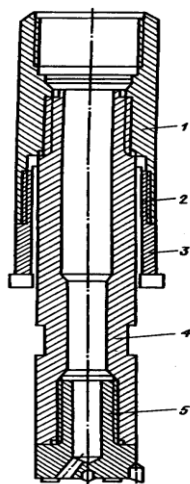


Рис. 8.15. Фреза с центратором:
1 — переходник; 2 — муфта; 3 — фрезерная коронка; 4 — труба; 5 — центратор с коронкой

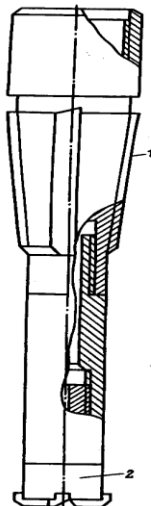
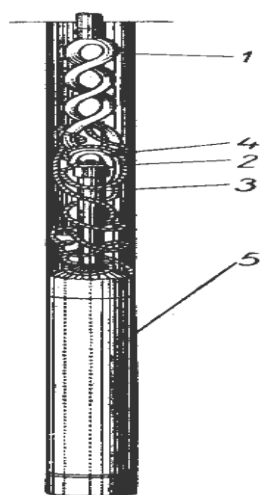


Рис. 8.16. Метчик — коронка
1—конусная фреза; 2 - центратор с коронкой

Рис. 8.17. Схема



ловли каната
штопором:

1 – штопор; 2 – канат; 3 – бурильная труба; 4 – вертлюг; 5 – колонковая труба.

Для предупреждения и быстрой ликвидации таких частых аварий, как прихваты колонкового снаряда целесообразно применять противоаварийный разъединитель ПЗР-Б. Устройство ПЗР-Б показано на рис. 8.18

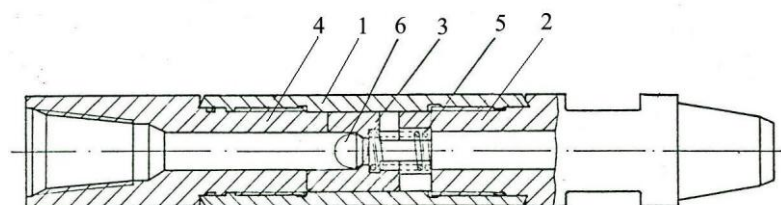


Рис. 8.18. Противоаварийный забойный разъединитель ПЗР-Б

1-корпус; 2- ниппель замка с шлицевым наконечником; 3- втулка разъединительная; 4- муфта замка с храповым наконечником; 5- пружина; 6- шариковый клапан.

В аварийной ситуации для отсоединения буровой колонны от прихваченного в скважине снаряда отсоединяют сальник и в бурильную колонну бросают стальной шарик, 6. При достижении разъединительной втулки ПЗР-Б, шарик перекроет отверстие для прохода промывочной жидкости. При включённом насосе напором промывочной жидкости шарик утопит подпружиненную разъединительную втулку, 3 и разомкнёт храповое соединение, передающее крутящий момент при бурении. В разомкнутом положении под давлением промывки при вращении бурильной колонны муфта замка с левой соединительной резьбой отвернётся и отсоединит бурильную колонну. Затем, как правило, колонковая труба фрезеруется, высвобождая скважину. Эффективность ПЗР-Б возрастает с увеличением глубины скважины. Устройство ПЗР-Б запатентовано Бродовым Г.С.. Патент № 0151582, Кл. E 21 В 17/06, Германия.

9. Организация труда на буровых работах

Бурение скважин представляет циклически повторяющийся производственный процесс, в который входят:

1. организация вспомогательных производств, обслуживающих буровые работы, и подготовка к бурению;

2. производство собственно бурения скважин;

3. ликвидация буровых скважин.

Форма организации труда – бригадная. Состав буровой бригады – 8 человек, руководитель бригады – старший буровой мастер. Состав буровой вахты (смены) – 2 человека: бурильщик 4 разряда и помощник бурильщика 3 разряда.

Количество буровых бригад в партии определяется из расчёта максимально полного использования всего бурового оборудования по времени и правильной технологии буровых работ. Для этого необходимо организовать непрерывную работу станка в течение суток, а также в течение всего производственного цикла без перерывов.

Основной задачей организации буровых работ является снижение их себестоимости, повышение производительности труда, обеспечение заданного процента выхода керна, проведение необходимых видов каротажа и исследований в скважинах.

Производительность труда оценивается показателями:

- механическая скорость бурения, которая определяется количеством метров, пройденных за 1 час чистого бурения, без учёта времени, затраченного на проведение вспомогательных операций;

- техническая скорость бурения, учитывающая затраты времени на чистое бурение и на проведение вспомогательных работ (СПО, крепление скважины и т.д.);

- коммерческая скорость бурения, которая определяется количеством метров, пройденных одним станком в течение одного календарного месяца (1ст.-мес.), с учётом производительного (чистое бурение) и непроизводительного времени (вспомогательные операции при бурении, монтажно-демонтажные работы, перевозка буровой в пределах участка);

- парковая скорость бурения, которая определяется общим количеством метров, пройденной данной организацией, делённых на общее количество станков, имеющих распоряжение данной организации, т.е. в работе, в ремонте и в резерве на складах.

Как видно только механическая скорость бурения зависит от природных и технических факторов, а на все три остальных показателя влияет третий фактор - организация работ.

Организация ремонта бурового оборудования. Правильная эксплуатация, своевременный ремонт механизмов, занятых на геологоразведочных работах – основное условие, обеспечивающие их бесперебойную работу. Это особенно актуально в связи с отдалённостью от населённых пунктов и ремонтных баз от места проведения работ. Основной организационной формой ремонта оборудования является система планово-предупредительных ремонтов (ППР), которая предусматривает следующие виды ремонта:

- межремонтное техническое обслуживание (ТО) – возлагается на обслуживающий персонал по систематическому уходу за оборудованием, устран

- малый текущий ремонт (М) – проводится силами определяемые графиком ремонтов (обычно 2 – 3 смены) и меной или ремонтом отдельных быстроизнашивающихся

- средний текущий ремонт (С) – включает весь частичную разборку всех узлов, их проверку и ремонт ил дится силами ремонтных мастерских геологоразведочной

- капитальный ремонт (К) – проводится специализ воссоздания первоначальной производительности механи

Ремонтный цикл оборудования – период его эксплуата до другого, для нового оборудования – период его экс монта. Чередование ремонтов в определённой последов межутки времени составляет структуру ремонтного цикл оборудования и его конструктивных особенностей.

Приёмка буровой вышки и оборудования – производится после монтажа комиссией в составе: главный инженер партии, главный механик, инженер по технике безопасности и старший буровой мастер. После чего составляется акт о готовности к бурению. Правильность заложения

скважины и угла наклона (если скважина наклонная) проверяет старший геолог или участковый геолог партии. В некоторых случаях все агрегаты подвергаются испытанию под нагрузкой. На предполагаемую проходку скважины составляется геолого-технический наряд (ГТН). Перед началом бурения старший буровой мастер проводит инструктаж бригады по вопросам технологии и режима работы в данных конкретных условиях, а также по вопросам техники безопасности и охраны труда.

График буровых работ – составляется для планирования последовательности бурения скважин. Никогда не следует планировать одновременный ввод в эксплуатацию сразу большого числа станков, так как в этом случае возникнет затруднение с транспортом, монтажными работами, формированием буровых бригад и т.д. Например, при организации работ шестью станками рационально планировать постепенный ввод их в эксплуатацию в течение 0,5- 1 месяца. Следует стремиться к тому, чтобы одновременное число перевозок было минимальным, что обеспечит ритмичную работу транспорта и монтажных бригад. Скважины, расположенные в болотистых местах, рационально бурить зимой. Бурение скважин, расположенных в пересечённой местности, затрудняющей подъезд к буровым вышкам зимой, следует планировать на лето. При работе большого числа станков капитальные ремонты следует планировать равномерно на весь период работ, что обеспечит ритмичную работу механических мастерских. Средние текущие ремонты удобнее всего приурочить к периоду перевозок оборудования с точки на точку. В соответствии с графиком работы и планом перевозок вышек составляются схемы электроснабжения, водоснабжения и размещаются понизительные трансформаторные подстанции. И насосные станции.

Выбор оборудования и расчет необходимого количества станков. При выборе типа буровых станков, насосов и вида приводов определяющее значение имеют проектная глубина, крепость пород и проектируемая технология. При относительно однообразных технических показателях бурения рекомендуется выбор одного типа бурового агрегата. Однотипность станков, насосов, энергетического оборудования значительно облегчает эксплуатацию оборудования, организацию ремонтных работ, взаимозаменяемость запасных частей и способствует специализации работников буровых бригад. Следует учитывать, что любое оборудование не может работать без перерыва круглый год, так как оно должно проходить все виды ремонтов и профилактики. Также необходимо иметь укомплектованный резерв для быстрой замены рабочего станка в случае поломки или аварии. Расчёт необходимого количества станков рассчитывают по формуле:

$$N = Q/q \cdot t \cdot k,$$

где N – количество необходимых станков; Q – объём работ в м; q – производительность на ст.-мес (коммерческая скорость); t – продолжительность работ по календарному времени; k – коэффициент использования имеющегося парка станков, принимается равным 0,6 – 0,85.

Организация водоснабжения. Основной задачей организации труда в этой области является обеспечение бесперебойной подачи воды и растворов. В зависимости от количества одновременно работающих на участке буровых установок, удалённости участка от источников водоснабжения, транспортных и климатических условий обеспечение водой может быть организовано несколькими способами: строительство водопроводов, доставка воды транспортными средствами, бурение скважин для водоснабжения, расположение точек бурения у естественных источников, растапливание снега и льда, использование эжекторных насосов в бурящейся скважине для создания призабойной циркуляции промывочной жидкости. Для водопровода используют легкосплавные трубы и гибкие шланги. Наиболее распространена следующая схема устройства водопровода с подачей воды из открытого источника: водозабор - насосная - водопроводная сеть - резервуар на буровой. В горных районах практикуется строить водосборники на отметках выше расположения точек заложения скважин. Вода из водоисточника закачивается в водосборник и из него по системе водопроводных труб самотёком поступает на буровые. При высоких статических уровнях грунтовых вод экономично бурение мелких скважин или отдельной скважины для водоснабжения с отбором воды насосом буровой установки, погружным электрическим насосом или эрлифтом. Для уменьшения расхода воды, особенно в пустынных и горных районах, в каче-

стве очистного агента при бурении скважин следует использовать аэрированные промывочные жидкости, а также сжатый воздух.

Организация снабжения глинистым раствором. Организация глиноснабжения предусматривает решение следующих вопросов: 1- выбор источников снабжения глиной (местная или привозная) и 2- выбор системы приготовления глинистого раствора, т.е. организация центральной глинистой станции или установка отдельных глиномешалок на скважинах. Вопрос об организации глиноснабжения решают, исходя из качества и условий добычи глин, имеющихся в районе работ, и экономической целесообразности. Для определения пригодности местных глин отбирают их образцы, готовят растворы одинаковой условной вязкости ($t=20$ с по СПВ-5) и определяют другие показатели. На основе анализа выбирают наиболее подходящую глину. Особое внимание уделяют содержанию песка, поскольку остальные свойства растворов могут быть изменены химической обработкой. Привозная глина оправдывает транспортные расходы, если она отличается высоким качеством.

Организация процесса цементирования скважин. Для приготовления цементных растворов служат специальные цементно-смесительные машины и агрегаты которые расставляют и обвязывают с устьем скважины в соответствии с ранее разработанной схемой и в соответствии с утверждённым планом под руководством инженера тампонажной службы. Перед цементованием обвязка должна быть опрессована на давление, в 1,5 раза превышающее максимальное ожидаемое давление в процессе цементирования. Качество цементирования оценивают с помощью геофизических методов, а также испытанием обсадных колонн на герметичность. Колонна считается герметичной, если созданное в ней давление понижается за 30 минут не более чем на 0,5 Мпа или уровень жидкости повышается за 8 часов не более чем на 1 – 2 метра в зависимости от диаметра колонны и глубины снижения уровня.

Организация энергоснабжения буровых работ. Одним из основных факторов, влияющих на производительность, является бесперебойная подача электроэнергии. Малейшие перебои в энергоснабжении вызывают простои, а на буровых работах нередко и аварии. На геологоразведочных работах применяется два источника энергии: 1- получение электроэнергии от высоковольтных линий электропередач (ЛЭП) и 2- использование передвижных дизельных электростанций (ДЭС).

Если буровые работы обеспечиваются электроэнергией от ЛЭП, выбор источника электроэнергии сводится к сравнению стоимости строительства высоковольтной линии электропередач от пункта примыкания к ЛЭП до участка работ и содержания трансформаторного хозяйства со стоимостью сооружения и эксплуатации стационарных и передвижных электростанций.

Электроснабжение от единой дизельной электростанции на базе партии организуется в случае её значительного удаления от ЛЭП. При этом следует учитывать стоимость топлива, протяжённость магистральных линий, заработную плату обслуживающего персонала и др.

Электроснабжение от центральной электростанции приемлемо при детальной разведке месторождения и ограниченном разбросе потребителей (максимум 1,5 км).

Затраты на электроснабжение от передвижной электростанции являются наиболее высокими. Применение передвижных электростанций экономически оправдано при значительном удалении геологоразведочных работ от центральных энергоисточников., при рассредоточенном размещении объектов и невысоких нагрузках (до 300 кВт).

Преимущество электропривода заключается в его простоте, высокой надёжности, удобстве эксплуатации, возможности индивидуального привода рабочих механизмов и допустимости ощутимой перегрузки электродвигателей (в 1,3 – 2 раза выше номинального значения). Это обстоятельство позволяет выбирать для привода буровых станков электродвигатели, мощность которых в 1,5 – 2 раза меньше мощности применяемых на этом же оборудовании двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Недостатком электропривода является отсутствие автономности оборудования.

При работе в отдалённых труднодоступных районах, а также при бурении одиночных скважин применяют автономный привод механизмов от двигателей внутреннего сгорания. Ди-

зельный двигатель в приводе бурового оборудования отличается большой надёжностью и долговечностью, сравнительно прост и экономичен.

10. Прогназирование буровых работ

В основу решения задачи определения перспектив освоения колонкового термомеханического способа бурения был положен анализ геологического строения недр РФ из смежных регионов стран СНГ с целью построения перманентного геологического разреза по важнейшим геологическим структурам. На основе тектонической карты масштаба 1:17000000, рис 9.1. выделено 64 тектонические структуры, в которых по данным различных источников (региональные разрезы, опорные скважины) составлено и обобщено 92 схематических разреза на глубину до 1км. Состав горных пород в геологических разрезах по структурным элементам приведен в табл. 9.1 .

На тектонической карте представлены:

- области распространения основных групп горных пород: кристаллических (интрузивных и метаморфических), эффузивных, осадочных (песчано-глинистых и карбонатных);
- тектонические структуры и регионы с обозначением пород, составляющих 60-70% в геологических разрезах до глубины 1км;
- области залегания кристаллического фундамента вблизи кристаллических щитов, в пределах синеклиз, антеклиз, плит и поднятий на глубинах 0.2-0.5км от дневной поверхности.

Соответственно тектоническим структурам на карте представлены:

- области распространения основных групп горных пород: кристаллических (интрузивных и метаморфических), эффузивных, осадочных (песчано-глинистых и карбонатных);
- тектонические структуры и регионы с обозначением пород, составляющих 60-70% в геологических разрезах до глубины 1км;
- области залегания кристаллического фундамента вблизи кристаллических щитов, в пределах синеклиз, антеклиз, плит и поднятий на глубинах 0.2-0.5км от дневной поверхности.

Данные геологического строения позволяют определить области возможного применения любого способа бурения горных пород. Например, в районе Тунгусской синеклизы (рис. 9.1, элемент 14), геологический разрез которой до глубины 1км представлен, в основном, эффузивными и, частично (20%), осадочными породами, где целесообразно применение ТМ- способа бурения по всему разрезу.

На основе полученных данных практически для каждого региона или крупного месторождения можно выбрать и обосновать целесообразность применения конкретного способа бурения, установить состав и физико-механические свойства слагающих пород, определить необходимый тип породоразрушающего инструмента по интервалам глубин и даже наметить перспективу развития и экономическую эффективность геологоразведочной техники. Так, для алмазного бурения ранжирование регионов по геолого-техническим условиям на глубину до 1км дает возможность выявить техническую и технологическую концепцию перспективного планирования буровых работ.

Рекомендательный библиографический список

1. *Ангелопуло О.К., Подгонов В.М., Авахов В.Э.* Буровые растворы для осложнённых условий. М.: Недра, 1988.
2. *Башкатов Д.Н., Сулакишин С.С., Драхлис С.Л., Квашин Г.П.* Справочник по бурению скважин на воду. М., Недра, 1979.
3. *Башкатов Д.Н., Панков А.В., Коломиец А.М.* Прогрессивная технология бурения гидрогеологических скважин. М., Недра, 1992.
4. *Бродов Г.С.* Гидролифт съёмного керноприёмника. Патент на изобретение № 0152602, Кл. Е 21 В, Германия, 1981.
5. *Бродов Г.С.* Основы термомеханического колонкового бурения. СПб., ВИТР, 2001. 55 с.
6. *Бродов Г.С., Шелковников И.Г., Егоров Э.К.* Технологические измерения и автоматизация процесса бурения. СПб., ВИТР, 2004. 105 с.
7. *Бродов Г.С.* Бурение и оборудование скважин на воду - практическое руководство, проектирование и расчёт. СПб., «Копи Холл», 2006. 156 с.
8. *Бродов Г.С., Заколдаев Ю.А., Самоварова С.Н.* Геолого-техническое предпосылки районирования нетрадиционных способов бурения. «Методика и техника разведки» -№6 (144). 1995., с.104-108.
9. *Бродов Г.С., Васильев Н.И.* Основы проектирования бурового оборудования и инструмента: Учебное пособие. СПГГИ(ТУ). СПб, 2008.
10. *Буровой инструмент для геологоразведочных скважин.* Справочник / Корнилов Н.И., Бухарев Н.Н., Киселёв А.Т. и др. М., Недра, 1990.
11. *Быков И.Ю., Дмитриев В.Д.* Бурение скважин на воду в северных районах. Л., Недра, 1981.
12. *Васильев В. В., Каулин В.А.* Критерии выбора технических средств отбора керна при геологоразведочном бурении. – В кн.: Исследование и разработка технологии алмазного бурения геологоразведочных скважин. М., ВПО «Союзгеотехника», 1982.
13. *Гаврилко В.М., Алексеев В.С.* Фильтры буровых скважин. М., Недра, 1985.
14. *Горшков Л.К., Мендебаев Т.Н.* Разведочное бурение с гидроизвлечением керноприёмника. СПб., Недра, 1994. 160 с.
15. *Григорьев В.В.* Бурение со съёмными керноприёмниками. М., недра, 1986. 197 с.
16. *Гульянц Г.М., Блощицын В.А.* Особенности технологии бурения и крепления скважин на минеральные воды. М., Недра, 1980. 248 с.
17. *Закон Российской Федерации о недрах (в редакции от 02.01.2000 №20-ФЗ),* М., Роскомнедра, ВИЭМС, 2000.
18. *Инструктивные указания по алмазному бурению геологоразведочных скважин на твёрдые полезные ископаемые / Васильев В.И., Блинов Г.А., Пономарёв П.П. и др.* Л., ВИТР, 1983.
19. *Калинин А.Г., Ошкордин О.В., Питерский В.М., Соловьев Н.В.* Разведочное бурение: Учеб. для вузов. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000. 748 с.
20. *Калинин А.Г., Левицкий А.З.* Технология бурения разведочных скважин на жидкие и газообразные полезные ископаемые. М., Недра, 1998.
21. *Кардыш В.Г., Киселёв А.Т., Меламед Ю.А.* Новые технические средства для бурения геологоразведочных скважин. Л., НПО «Геотехника», 1989.
22. *Кипко Э.Я., Полозов Ю.А., Лушикова О.Ю. и др.* Тампонаж обводнённых горных пород. Справочник. М., Недра, 1987.
23. *Козловский Е.А.* Оптимизация процесса разведочного бурения. М., Недра, 1975.
24. *Костин Ю.С.* Современные методы направленного бурения скважин. М., Недра, 1981, 153 с.

25. Литвиненко В.С., Калинин А.Г. Основы бурения нефтяных и газовых скважин. Учебное пособие. М., ЦентрЛитНефтегаз, 2009.
26. Любимов Н.И. Классификация горных пород и рациональное применение буровой техники. М., Недра, 1977. 239 с.
27. Морозов Ю.Т. Бурение направленных и многоствольных скважин малого диаметра. Л., Недра, 1976., с. 215.
28. Морозов Ю.Т. Методика и техника направленного бурения скважин на твёрдые полезные ископаемые. Л., Недра, 1987, 221 с.
29. ОСТ 41-05-229-83. Фильтры для скважин, пробуренных на воду. Номенклатура показателей. М., ВСЕГИНГЕО, 1983.
30. Пономарёв П.П. Алмазное бурение трещиноватых пород. Л., 1985.
31. Ребрик Б.М. Бурение инженерно-геологических скважин. Справочник. М., Недра, 1990. 336 с.
32. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. М., Недра, 1978, 390 с.
33. Романенко В.А., Вольницкая Э.М. Восстановление производительности водозаборных скважин. Л., Недра, 1985.
34. Романенко В.А. Подготовка водозаборных скважин к эксплуатации. Л., Недра, 1990.
35. Руденко А.П. Тампонирующее и крепление скважин при алмазном бурении. л., Недра, 1978. 176 с.
36. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.4.027-95.
37. Сулакшин С.С. Направленное бурение. М., Недра, 1987, 271 с.
38. Спивак А.И., Попов А.Н. Разрушение горных пород при бурении скважин. М., Недра, 1994.
39. Справочник инженера по бурению геологоразведочных скважин. Под общей ред. Козловского Е.А. 1 и 2 том. М., Недра, 1984. 512 и 437 с.
40. Справочное руководство гидрогеолога. 3-е изд., перераб. и доп. Т.2. В.М. Максимов, В.А. Кирюхин, Б.В. Боревский и др. Под ред. В.М. Максимова. Л., Недра, 1979. 296 с.
41. Справочник по инженерной геологии. Под редакцией Ф.П. Саваренского. М. Л., Госгортопгеоиздат, 1939. 340 с.
42. Справочник по бурению скважин на воду. Под редакцией Башкатова Д.Н. с участием Сулакшина С.С., Драхлаиса С.Л., Квашнина Г.П. М., Недра, 1979. 560 с.
43. Справочник по бурению геологоразведочных скважин. Под общей ред. Козловского Е.А. СПб., ВИТР, 2000. 712 с.
44. Терминологический словарь по бурению скважин / под редакцией Голикова С. И., Калинина А.Г. М.: ООО «Геоинформарк», 2005.
45. Строительные нормы и правила СНиП 2.06.05-87.
46. Фёдоров В.С. Проектирование режимов бурения. Учебное пособие. М., Гостоптехиздат, 1958. 214 с.
47. Шамшев Ф.А., Тараканов С.Н., Кудряшов Б.Б. и др. Техника и технология разведочного бурения. Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М., Недра, 1983, 565 с.
48. Шрейнер Л.А. Механические и абразивные свойства горных пород. М., Углетехиздат, 1958. 201 с.
49. Этштейн Е.Ф. Основы технологии бурения разведочных скважин на уголь. М., Углетехиздат, 1953. 204 с.
50. Яковлев А.М., Николаев Н.И. Очистные агенты и оперативное тампонирующее скважин. Учебное пособие. Л., ЛГИ, 1990.