Учебник и учебное пособие для подготовки сельскохозяйственных кадров массовых профессий

В.М. Беляков
Г.М. Кржижановский
В.А. Попов

УЧЕБНАЯ КНИГА МАСТЕРА ПО БУРЕНИЮ СКВАЖИН НА ВОДУ

МОСКВА «КОЛОС» 1993

Учебники и учебные пособия для подготовки сельскохозяйственных кадров массовых профессий

В.М.Беляков
Г.М.Краснощеков
В.А.Попков

УЧЕБНАЯ КНИГА МАСТЕРА ПО БУРЕНИЮ СКВАЖИН НА ВОДУ

Второе издание, переработанное и дополненное
Одобрено Ученым советом Государственного комитета СССР по профессионально-техническому образованию в качестве учебника для средних сельских профессионально-технических училищ

МОСКВА, «КОЛОС» 1983

ВВЕДЕНИЕ

Коммунистическая партия Советского Союза проводит большую работу по социальному развитию нашей страны и повышению благосостояния народа. На XXVI съезде партии на первый план была выдвинута задача улучшить снабжение населения страны продуктами питания. Для решения этой задачи разработана и одобрена майским (1982 г.) Пленумом ЦК КПСС Продовольственная программа СССР на период до 1990 года, которая является важнейшей составной частью экономической стратегии партии на нынешнее десятилетие.

Продовольственной программой предусмотрена разработка генеральной схемы развития сельскохозяйственного водоснабжения с установлением очередности строительства водопроводов, разводящих сетей и буровых скважин.

С помощью буровых скважин забирают подземные воды для водоснабжения, орошения и обводнения пастбищ. Кроме того, скважины бурят для снижения уровня подземных вод на мелиоративных системах с целью борьбы с засолением земель. При строительстве гидротехнических сооружений скважины устраивают для временного осушения котлованов. С помощью скважин понижают уровень грунтовых вод вокруг водохранилищ, где происходит подтопление окружающих территорий. Скважины необходимы для мелиоративных изысканий и контроля за гидрогеологическим состоянием сельскохозяйственных угодий.

История развития бурового дела. Прекрасные вкусовые качества подземных вод всегда привлекали человека. В питьевых целях использовали родники, ключи, а там, где вода залегала неглубоко от поверхности, производили раскопки. При более глубоком залегании устраивали колодцы и скважины.

Древние рукописи сохранили упоминание о колодцах-скважинах, сооруженных в Египте еще за 2 000 лет до н. э. В наше время эти колодцы после расчистки были использованы для питьевого водоснабжения.

В Египте для бурения применяли каменные зубила, привязанные к деревянным шестам, в Китае — к бамбуковым. Позже их подвешивали на канатах. Зубило поднимали и сбрасывали в скважину, разрушая породу.

В XII веке в Европе были сооружены первые скважины специально для водоснабжения. Во Франции одна из скважин дала воду, которая самоизливалась на поверхность в виде фонтана. Такие скважины впоследствии стали называть артезианскими, по названию местности, где впервые была сооружена фонтанирующая скважина.

Особого развития буровое дело достигло при добыче соли. Сильно насыщенные солью подземные воды с помощью скважин и простейших механизмов поднимали на поверхность и выпаривали. В России такие скважины получили название «трубы».

В XVII веке было написано первое письменное руководство по бурению скважин. В нем описан процесс бурения и оборудование для него.

Широкое развитие бурение скважин на воду получило лишь после Великой Октябрьской социалистической революции, когда все природные богатства страны перешли в руки народа.

Появились крупные специализированные организации, заводы начали производство отечественных буровых станков, оборудования, инструмента. Изменились сама технология бурения, организация буровых работ и труд буровиков. Бурить стали твердыми сплавами, дробью, алмазами. Начали применять такие способы бурения, как гидродинамический, гидроударный, вращательный с продувкой воздухом, вибрационный и др.

В настоящее время разработаны и серийно выпускаются более совершенные конструкции фильтров. Буровые установки почти полностью механизированы. Ударное бурение в значительной степени вытеснено вращательным.

Если до 1960 г. скважины на воду сооружали главным образом для водоснабжения городов и промышленных предприятий, то сейчас основное их число бурят для нужд сельского хозяйства.

Ежегодно в стране сооружают около 50 тыс. скважин.

Крупный вклад в становление и развитие бурового дела в СССР внесли советские ученые *Н. И. Кушихин, Б. И. Воздвиженский, С. А. Волков, В. С. Оводов, Н. А. Карамбиров, В. М. Гаврилко, Д. Н. Башкатов, Ф. А. Шамшев;* в разработку технологии и технических средств, организацию буровых работ и подготовку квалифицированных специалистов — *П. А. Анатольевский, И. Я. Вальдман, К. Б. Дмитриев, В. В. Дубровский, Г. П. Квашнин, Б. Б. Кудряшов, В. П. Логинов, М. В. Марков, Б. М. Ребрик, Л. М. Шуссер и др.*

Основные понятия и определения. Цилиндрическую горную выработку, искусственно созданную в земной коре, имеющую малый диаметр по сравнению с ее глубиной, называют скважиной.

Скважины на воду бурят обычно диаметром 150... 400 мм и глубиной 50...300 м, иногда диаметром до 1 200 мм, а глубиной 1 000 м и более.

Скважина состоит из устья *1* (часть скважины на поверхности земли), забоя *5* (дно скважины), стенок *2*

(боковая цилиндрическая поверхность скважины), ствола *3* (пространство, ограниченное стенками, устьем и забоем) (рис. 1).

Часть скважины, в которую поступает вода из горных пород, называется водоприемной *4*.

Скважину, пробуренную в рыхлых породах, во избежание обрушения закрепляют трубами, которые называют *обсадными*. Водоприемная часть называется фильтром. Фильтр удерживает стенки и одновременно пропускает воду в скважину.

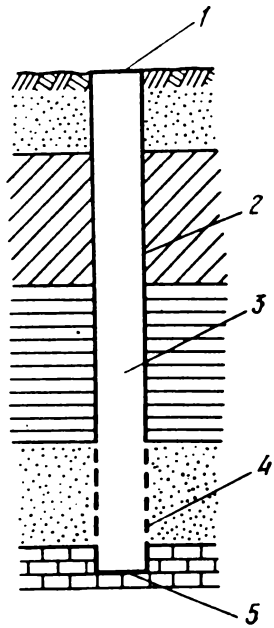


Рис. 1. Конструкция скважины:

1 — устье; *2* — стенки; *3* — ствол; *4* — рабочая часть; *5* — забой.

Бурение — последовательное разрушение горных пород на забое скважины и извлечение их на поверхность. В результате бурения забой постепенно перемещается, а глубина скважины увеличивается. Разрушают горную породу специальным породоразрушающим инструментом — долотом или буровой коронкой.

Долото разрушает горную породу по всей площади забоя, а коронка — только по кольцевому пространству его наружной части с сохранением породы внутри себя. Разрушенную породу удаляют с забоя скважины промывкой или специальным инструментом — *желонкой* (труба с клапаном в нижней части).

Скважины бурят *буровой установкой*. При сооружении скважин на воду, как правило, используют самоходные буровые установки. По назначению скважины на воду бывают разведочные, разведочно-эксплуатационные и эксплуатационные.

Разведочную скважину бурят для составления геологического разреза исследуемой местности, определения водоносности и фильтрационной способности пород, качества воды и др. После получения этих сведений скважину ликвидируют, извлекая из нее трубы и заполняя глиноцементным материалом.

Разведочно-эксплуатационная скважина выполняет все функции разведочной, но ее не ликвидируют, а передают в эксплуатацию.

Эксплуатационную скважину сооружают в хорошо разведанных районах, и служит она только для забора подземных вод, то есть эксплуатации.

Понятие о разрушении горных пород. Различные горные породы обладают и разными механическими свойствами. По механическим свойствам их разделяют на три группы: скальные, связные и сыпучие.

Скальные породы (граниты, кварциты, мрамор, базальты, конгломераты, песчаники и др.) характеризуются внутренней связью между частицами, плохой разрушаемостью. Стенки скважин в таких породах устойчивы.

Связные породы объединяют в себе все виды глин. Они пластичны, легко разбуриваются. Стенки скважины во время бурения устойчивы. В ряде случаев при длительном бурении некоторые виды глин впитывают воду и набухают, вследствие чего сечение ствола скважины может сузиться.

К сыпучим (рыхлым) породам относятся пески, гравий, галечник, дресва, то есть породы, частицы которых не имеют сцепления друг с другом. Эти породы склонны к обрушениям и создают в стволе пробки. При бурении по сыпучим породам необходимо контролировать устойчивость стенок. В сыпучих породах иногда выделяют плывунные, то есть, как правило, мелкозернистые пески, полностью насыщенные водой и обладающие большой подвижностью.

Наибольшее значение при бурении скважин имеет механическая прочность горных пород. Под механической прочностью понимают свойство горных пород выдерживать воздействие определенных внешних сил без разрушения. Она зависит от силы сцепления между частицами, слагающими горную породу, и их твердости.

В зависимости от механической прочности горные породы при бурении разрушают дроблением, истиранием, скалыванием или резанием породоразрушающим инструментом. При этом следует иметь в виду, что разрушение пород на забое в массиве отличается от разрушения образцов этой же породы на поверхности. Одновременно с разрушением горной породы происходит постепенное разрушение и самого породоразрушающего инстру-

мента. Такое воздействие пород носит название абразивности.

Специально для бурения разработана классификация горных пород по категориям, исходя из их буримости. Под буримостью понимают время (мин), требуемое на разрушение породы для углубления скважины на единицу длины (м).

Требования к буровым скважинам. Буровая скважина — сложное и дорогостоящее инженерное сооружение. Поэтому к сооружению ее предъявляют самые строгие требования. Наиболее важные из них — долговечность и надежность.

Достижение этих требований во многом зависит от качественного проведения самого бурения, то есть этапа, на котором закладываются основы успешной эксплуатации скважины.

При долговечной работе скважины снижается стоимость откачиваемой воды, экономятся средства, так как нет необходимости проводить ремонты и перебуривание скважин.

Надежность — безаварийная работа скважин — также зависит от качества буровых работ и правильного обслуживания скважин в период эксплуатации.

Скважина должна также обеспечивать получение заданного количества воды — дебита. Дебит определяют расчетом до начала бурения и закладывают в проект скважины. Поэтому буровая бригада при сооружении скважины должна соблюдать технологию ведения работ для получения проектного дебита. Для подачи заданного количества воды в скважине монтируют насос.

Конструкция скважины должна иметь минимальную металлоемкость, позволять проводить ремонтные работы и замену фильтра, предохранять возможное перетекание подземных вод по затрубному пространству и пр.

Скважины нужно располагать вблизи объекта водоснабжения с соблюдением санитарных норм. Для охраны подземных вод от возможного загрязнения вокруг скважины создают санитарную зону с двумя поясами.

Первый пояс (пояс строгого режима) заканчивается на расстоянии не менее 30 м при заборе воды из напорного водоносного горизонта и не менее 50 м из грун-

товых вод. Эту территорию ограждают, охраняют и озеленяют. На ней прокладывают канал для отвода ливневых стоков. Площадки, расположенные вблизи скважины, бетонируют или асфальтируют, сооружают навильон.

Второй пояс создают для ограничения хозяйственно-бытовой и производственной деятельности людей, которая может приводить к ухудшению качества воды, поступающей на питание водоносного горизонта. Границы второго пояса определяют расчетами.

Кроме того, к скважинам предъявляют также требования противовоздушной обороны (ПВО): на устье скважины должен быть смонтирован герметический оголовок, полностью изолирующий внутреннюю часть скважины от внешней среды.

Способы бурения скважин. Скважины на воду бурят в основном вращательным и ударным способами.

Вращательный способ бурения заключается в разрушении горных пород породоразрушающим инструментом в результате непрерывного вращения его с приложением осевой нагрузки. Разрушенную породу с забоя удаляют промывочной жидкостью.

На рисунке 2 показана принципиальная схема вращательного бурения.

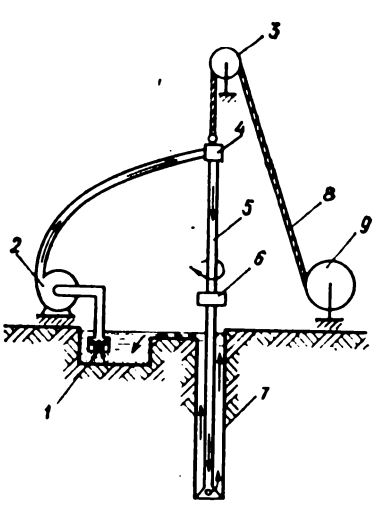


Рис. 2. Схема бурения вращательным способом. Позиции даны в тексте.

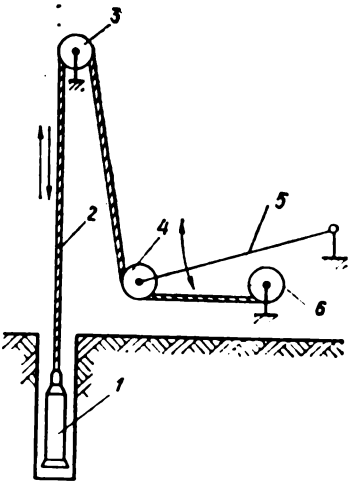


Рис. 3. Схема бурения ударным способом. Позиции даны в тексте.

Колонна бурильных труб *5* приводится во вращение вращателем (ротором) *6*. В результате вращения долота и действия осевой нагрузки, вызванной весом инструмента, порода разрушается и забой скважины постепенно углубляется, а трос *8* через ролик *3* сматывается с барабана лебедки *9*, не препятствуя продвижению колонны.

Разрушенную породу (шлам) вымывают с забоя промывочной жидкостью (чаще всего глинистым раствором), которую подают по бурильным трубам, а затем по стволу скважины *7* направляют на поверхность в отстойник *1*, где частицы разрушенной породы оседают на дно. Очищенную жидкость насосом *2* снова подают по шлангу через вертлюг-сальник *4* и бурильные трубы *5* на забой. Таким образом, промывочная жидкость непрерывно циркулирует.

Применяют также обратную циркуляцию промывочной жидкости (воды). В этом случае разрушенную породу удаляют через бурильную колонну.

Вращательное бурение делят на роторное, колонковое и шнековое.

Роторное бурение — вращение колонны ротором. При бурении скважин на воду получило наибольшее распространение. Оно позволяет достигать высоких скоростей бурения, дешево по сравнению с другими и дает возможность бурить на большую глубину. При этом способе скважины крепят одной колонной обсадных труб, что снижает металлоемкость конструкций.

При роторном способе скважины бурят самоходными установками и буровыми агрегатами (УРБ-2А, УРБ-3АМ и 1БА15В и др.).

Колонковое бурение — разрушение породы на забое не по всему поперечному сечению скважины, как при роторном, а по кольцевому пространству, оставляя внутри долота столбик (колонку) породы — керн.

Колонковое бурение применяют в основном для разведочных скважин, а при сооружении скважин на воду — редко из-за малого диаметра бурения.

При колонковом бурении используют установки СБУД-150-ЗИФ, ЗИФ-300М, ЗИФ-650М, ЗИФ-1200МР, СБА-500 и др.

Шнековое бурение отличается от вышеупомянутых процессом удаления с забоя разрушенной породы. Для ее транспортировки вверх пользуются не промывочной жидкостью, а спиральными шнеками.

Однако используют его только в мягких породах и при глубине скважин не более 50 м. Шнековое бурение необходимо применять в сочетании с другими, так как в водонасыщенных песках бурить только этим способом нельзя.

Для бурения применяют установки ЛБУ-50, УГБ-50М, УШБ-16 и др.

Ударный способ бурения — последовательное разрушение горных пород ударами долота, которое периодически поднимают над забоем и свободно сбрасывают. Породу с забоя удаляют желонкой.

На рисунке 3 представлена принципиальная схема ударного бурения.

Массивное утяжеленное долото *1* подвешивают на стальном тросе *2*, который через неподвижный ролик *3* мачты станка намотан на барабан лебедки *6*. Поднимают и сбрасывают инструмент в результате поступательно-возвратного движения оттяжного подвижного ролика *4* и балансира *5*. При движении балансира вниз долото поднимается над забоем, а при отключении балансира оно при свободном сбрасывании наносит удар по забою. По мере углубления трос с барабана лебедки сматывается, не препятствуя продвижению долота.

Долото с присоединенной к нему утяжеленной штангой можно подвешивать на канате (ударно-канатное бурение) или приводить в действие стальными массивными трубами-штангами (ударно-штанговое бурение).

Ударно-канатный способ имеет следующие недостатки: малые скорости бурения, большую металлоемкость конструкций скважин, громоздкость оборудования.

В настоящее время ударно-канатным способом бурят около 10 % от общего объема, так как его вытеснил вращательный способ.

К преимуществам относятся: возможность точного установления при бурении геологического разреза, отсутствие промывочной жидкости, получение высоких дебитов воды из скважины.

Бурят в основном передвижными буровыми установками УКС-22М и УКС-30М.

Ударно-штанговый способ бурения мало распространен, применяют его лишь при ручном ведении буровых работ.

Кроме того, неглубокие скважины на воду бурят

гидродинамическим, вибрационным и грейферным способами.

Гидродинамический способ бурения основан на разрушении пород сильной струей воды. Он может быть применен для мягких пород. Основные недостатки: необходимость использования насосов большой подачи и напора, отсутствие специальных станков, малая глубина бурения.

Гидродинамическое бурение в настоящее время применяют лишь иногда для установки фильтров, что позволяет избежать глинизации водоносного горизонта.

Ведутся разработки по созданию гидромониторного оборудования для разрушения пород более высокой прочности.

Вибрационный способ бурения основан на разрушении породы механическими колебаниями, передаваемыми породоразрушающему инструменту вибрационной машиной через бурильную колонну. Вибрационная машина может быть выполнена в виде вибратора и вибромолота.

В первом случае вибратор закрепляют сверху на трубах, которые он погружает в породы в результате нарушения связей сцепления частиц. Вибромолот погружает трубы ударами.

В буровых работах на воду вибраторы в основном используют для извлечения обсадных труб и фильтров из скважин с глубины не более чем 25 м, так как колебания их резко затухают с увеличением длины колонны.

Грейферный способ бурения — разновидность ударно-канатного способа. Породу разрушают и одновременно извлекают с помощью инструмента — грейфера, который подвешивают на тросе экскаватора и сбрасывают в скважину под действием собственной массы. Металлические зубья грейфера разрушают породу и при подъеме сжимаются, забирая ее с забоя.

Грейфером бурят редко и только при больших диаметрах и малой глубине скважин, так как этот способ бурения малопроизводителен и требует дополнительного оборудования для забивки труб.

Новые способы бурения. В настоящее время ведутся исследования по созданию новых способов бурения, к которым относятся магнитострикционный, имплозионный, ультразвуковой, эрозионный, плазменный, электроимпульсный и др.

Магнитострикторный способ основан на использовании электромагнитных колебаний для разрушения пород.

При имплозионном способе бурения в скважину подаются герметические капсулы, из которых предварительно удален воздух. Капсулы разбиваются о породы, в результате чего в водной среде создаются разрушающие импульсы.

Ультразвуковой способ основан на разрушении пород ультразвуковыми колебаниями.

При эрозионном способе бурения породу разрушают кварцевым песком или стальной дробью, подаваемых с помощью водонапорной струи.

Плазменный способ бурения основан на разрушении породы струей плазмы, нагретой до 50 000 °С.

При электроимпульсном способе бурения породы разрушаются ударной волной, создаваемой электрической искрой, проходящей в воде.

Часть I

УСТАНОВКИ, ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ БУРЕНИЯ

Глава 1

БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ УДАРНО-КАНАТНОГО БУРЕНИЯ

§ 1. Общие сведения о буровых установках

При сооружении скважин на воду используют передвижные буровые установки ударно-канатного бурения УКС-22М, УКС-22М1 (рис. 4), УКС-30М (рис. 5) и КС-24.

Буровая установка УКС-22М1 — модернизированная конструкция установки УКС-22М (усилена мачта и изменены некоторые узлы). Она предназначена для сооружения скважин глубиной до 300 м с начальным диаметром 600 мм.

Установка УКС-30М по конструкции одинакова с установкой УКС-22М1 и предназначена для бурения более глубоких (до 500 м) скважин с начальным диаметром 900 мм. Она имеет более прочную мачту и лебедки большей грузоподъемности, а также более мощный приводной двигатель (40 кВт).

Буровая установка КС-24 предназначена для бурения скважин глубиной до 200 м с начальным диаметром 600 мм. В отличие от установок УКС-22М1 и УКС-30М она оборудована мачтой, имеющей в верхней части амортизаторы, смягчающие ударные нагрузки при работе с буровым снарядом.

Установки УКС-22М1 и УКС-30М работают с приводом от электродвигателей мощностью соответственно 22 и 40 кВт, а установка КС-24 может работать с приводом как от электродвигателя мощностью 30 кВт, так и от дизеля мощностью 40 кВт, что расширяет возможности установки.

Все буровые установки ударно-канатного бурения оснащены ударным механизмом, тремя лебедками (инструментальной, желоночной и талевой) и мачтой, размещенными на общей станине.

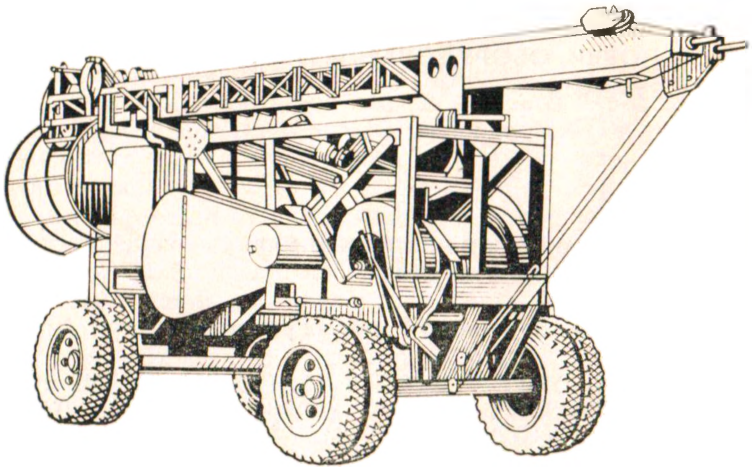


Рис. 4. Установка ударно-канатного бурения УКС-22М1.

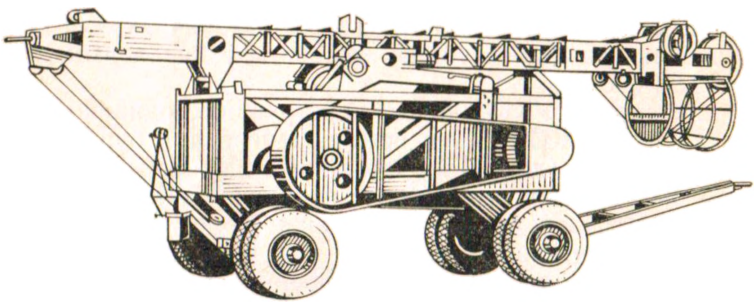


Рис. 5. Установка ударно-канатного бурения УКС-30М.

Транспортируются установки ударно-канатного бурения трактором или автомобилем со скоростью не более 20 км/ч.

§ 2. Принцип действия,основные узлы буровой установки УКС-22М1 и их назначение

Основные узлы буровой установки УКС-22М1 (см. 1 форзац, рис. 6) (главный вал *17*, ударный механизм, барабаны лебедок, мачта *8* и рычаги управления установкой *2*, *11*, *12*) смонтированы на станине *1*. Вращающиеся механизмы имеют ограждение *14*.

От электродвигателя *15* через клиноременную передачу *18* вращение передается на главный вал *6*, от которого приводятся все рабочие механизмы: через зубчатые передачи барабаны желоночной *19* и талевой *20* лебедок и ударный механизм *4*, а через цепную передачу *13* барабан инструментальной лебедки *16*. Отключаются эти передачи фрикционными муфтами, расположенными на главном валу.

С помощью ударного механизма буровой снаряд получает в скважине возвратно-поступательное движение, поднимаясь над забоем и падая на него под действием собственной массы. Буровой снаряд опускают в скважину на инструментальном канате *7*, который, огибая направляющий *3* и оттяжной *5* ролики ударного механизма и инструментальный блок *9* мачты, сматывается с инструментального барабана.

При подъеме, когда буровой снаряд свободно висит над забоем, из-за скручивания каната снаряд поворачивается на некоторый угол. В результате удар долота наносится после каждого сбрасывания по новому месту, и скважина приобретает цилиндрическую форму. По мере углубления скважины инструментальный канат сматывается с барабана, обеспечивая непрерывную работу долота на забое.

Установка имеет три частоты вращения главного вала, а следовательно, и разное число ударов бурового снаряда по забою. Частоту вращения главного вала изменяют сменой шкивов на валу электродвигателя. Ход бурового снаряда регулируют перестановкой пальцев в кривошипах ударного механизма. В процессе бурения на забое скважины скапливается шлам, снижающий эффективность ударов долота. В этом случае прекращают углубку скважины, поднимают буровой снаряд на поверхность, а в скважину на желоночном канате *6* опускают желонку для очистки забоя от шлама.

При бурении неустойчивых пород скважину закрепляют обсадными трубами, которые опускают на талевом канате с помощью талевой лебедки *20*. Эта же лебедка служит и для извлечения из скважины обсадных труб. В верхней части мачты смонтированы три талевых блока *10*, что позволяет применять с целью увеличения грузоподъемности лебедки талевую оснастку.

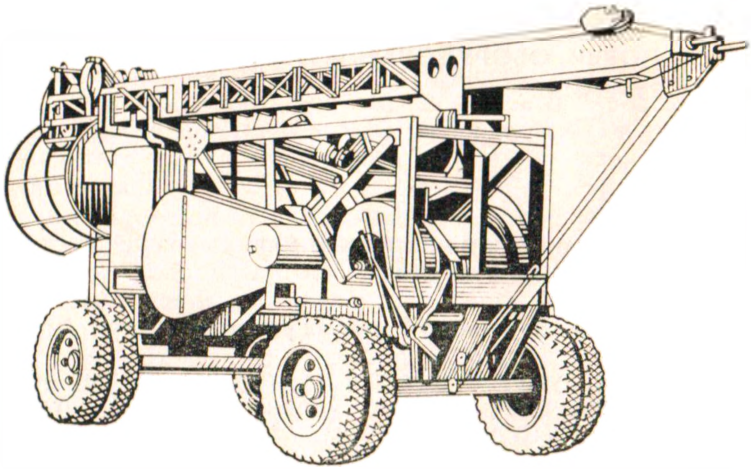


Рис. 4. Установка ударно-канатного бурения УКС-22М1.

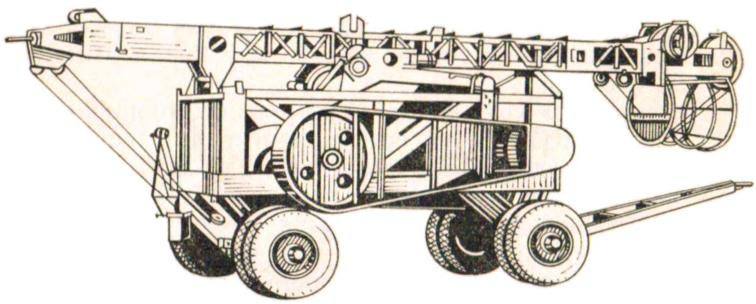


Рис. 5. Установка ударно-канатного бурения УКС-30М.

Транспортируются установки ударно-канатного бурения трактором или автомобилем со скоростью не более 20 км/ч.

§ 2. Принцип действия,основные узлы буровой установки УКС-22М1 и их назначение

Основные узлы буровой установки УКС-22М1 (см. 1 форзац, рис. 6) (главный вал *17*, ударный механизм, барабаны лебедок, мачта *8* и рычаги управления установкой *2*, *11*, *12*) смонтированы на станине *1*. Вращающиеся механизмы имеют ограждение *14*.

От электродвигателя *15* через клиноременную передачу *18* вращение передается на главный вал *6*, от которого приводятся все рабочие механизмы: через зубчатые передачи барабаны желоночной *19* и талевой *20* лебедок и ударный механизм *4*, а через цепную передачу *13* барабан инструментальной лебедки *16*. Отключаются эти передачи фрикционными муфтами, расположенными на главном валу.

С помощью ударного механизма буровой снаряд получает в скважине возвратно-поступательное движение, поднимаясь над забоем и падая на него под действием собственной массы. Буровой снаряд опускают в скважину на инструментальном канате *7*, который, огибая направляющий *3* и оттяжной *5* ролики ударного механизма и инструментальный блок *9* мачты, сматывается с инструментального барабана.

При подъеме, когда буровой снаряд свободно висит над забоем, из-за скручивания каната снаряд поворачивается на некоторый угол. В результате удар долота наносится после каждого сбрасывания по новому месту, и скважина приобретает цилиндрическую форму. По мере углубления скважины инструментальный канат сматывается с барабана, обеспечивая непрерывную работу долота на забое.

Установка имеет три частоты вращения главного вала, а следовательно, и разное число ударов бурового снаряда по забою. Частоту вращения главного вала изменяют сменой шкивов на валу электродвигателя. Ход бурового снаряда регулируют перестановкой пальцев в кривошипах ударного механизма. В процессе бурения на забое скважины скапливается шлам, снижающий эффективность ударов долота. В этом случае прекращают углубку скважины, поднимают буровой снаряд на поверхность, а в скважину на желоночном канате *6* опускают желонку для очистки забоя от шлама.

При бурении неустойчивых пород скважину закрепляют обсадными трубами, которые опускают на талевом канате с помощью талевой лебедки *20*. Эта же лебедка служит и для извлечения из скважины обсадных труб. В верхней части мачты смонтированы три талевых блока *10*, что позволяет применять с целью увеличения грузоподъемности лебедки талевую оснастку.

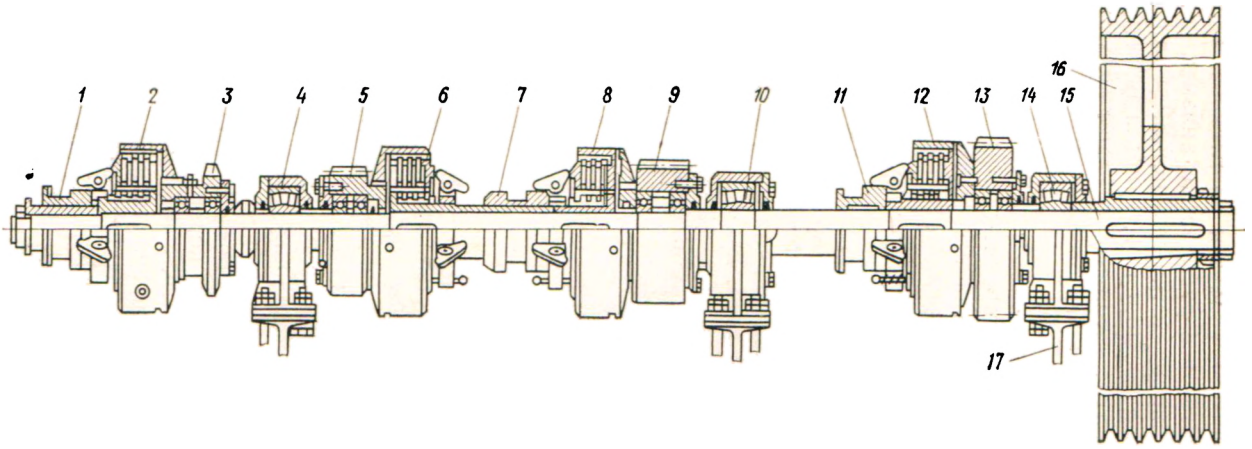


Рис. 7. Главный вал установки УКС-22М1. Позиции даны в тексте.

Станина установки состоит из рамы, поворотного и неповоротного колесных ходов. Рама выполнена из балок двутаврового сечения и швеллеров. В нижней части она имеет кронштейны для установки колесных ходов, а в верхней — боковые фермы для установки оттяжной рамы ударного механизма и соединения с мачтой. На раме крепится ограждение установки.

Главный вал (рис. 7) — распределительный орган установки. Через него вращение от электродвигателя передается всем рабочим механизмам установки.

Главный вал *15* с приводным шкивом *16* вращается на трех роликовых радиально-сферических подшипниках *4*, *10*, *14*, установленных на раме *17* установки. На валу расположены три шестерни и звездочка, каждая со своей фрикционной муфтой. Шестерня *5* с фрикционной муфтой *2* служит для привода талевого барабана, шестерня *9* с фрикционной муфтой *6* — желоночного, а шестерня *13* с фрикционной муфтой *8* — ударного механизма. С помощью фрикционной муфты *12* и звездочки *3* включается инструментальный барабан. Корпуса фрикционных муфт посажены на главный вал на шарикоподшипниках.

Отключаются и включаются фрикционные муфты при помощи передвигающихся на валу специальных муфт, связанных с рычагами управления. Из них две крайние *1* и *11* — односторонние, служащие для включения фрикционных муфт желоночного и инструментального барабанов, а средняя *7* — двусторонняя поочередно включает ударный механизм и талевый барабан.

При выключении фрикционных муфт (рис. 8) главный вал свободно вращается в своих опорах. Ведущая часть каждой фрикционной муфты состоит из основного диска *3* со шлицами, закрепленного на главном валу шпонкой. На втулку основного диска последовательно посажены фрик-

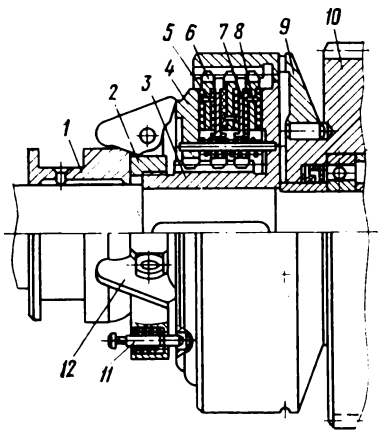


Рис. 8. Конструкция фрикционной муфты. Позиции даны в тексте.

ционные кольца *5*, диски *6* с наружными зубьями и диски *7* с внутренними зубьями (шлицами). Для сжатия фрикционных дисков имеется нажимной диск *4*. На резьбовом конце основного диска навернута регулировочная гайка *2* с тремя шарнирно-закрепленными на ней кулачками включения *12*. В корпусе *9* муфты имеются внутренние шлицы, в которые входят диски *6*. В результате давления кулачков *12* на нажимной диск муфта включается. Корпус муфты и насаженная на него шестерня *10* начинают вращаться вместе с главным валом.

Для более быстрого размыкания дисков сцепления при выключении внутри корпуса муфты установлено шесть отжимных пружин *8*. Конструкция всех четырех фрикционных муфт одинакова.

Для регулировки сцепления дисков муфты служит стопор *11*.

Ударный механизм (рис. 9), преобразующий вращательное движение главного вала в возвратно-поступательное движение бурового снаряда, состоит из ударного вала *2* с шестерней, находящейся в постоянном зацеплении с шестерней главного вала, оттяжной рамы *4*, шатунов *6* и кривошипов *1*. С помощью кривошипов и шатунов вращательное движение ударного вала преобразуется в качательное движение оттяжной рамы с установленным на ней оттяжным роликом *5*. При этом инструментальный канат *3*, огибающий оттяжной ролик, при качательном движении рамы будет поднимать буровой снаряд над забоем и сбрасывать его. При движении оттяжной рамы вниз канат через оттяжной ролик передает усилия на пружины амортизатора *7*, которые обеспечивают плавный, без рывков, подъем бурового снаряда.

При обратном движении оттяжной рамы снаряд свободно падает на забой скважины.

Инструментальная лебедка (рис. 10) служит для спуска и подъема бурового снаряда и регулирования его положения на забое во время бурения.

Вал *2* барабана лебедки свободно вращается в двух радиально-сферических подшипниках *6* и *9*, корпуса *5* и *8* которых находятся на раме установки. На левом конце вала при помощи клиновых шпонок *3* закреплена звездочка *1* цепного привода барабана. Барабан *11* с тормозным шкивом *7*, установленный на шпонках на ва-

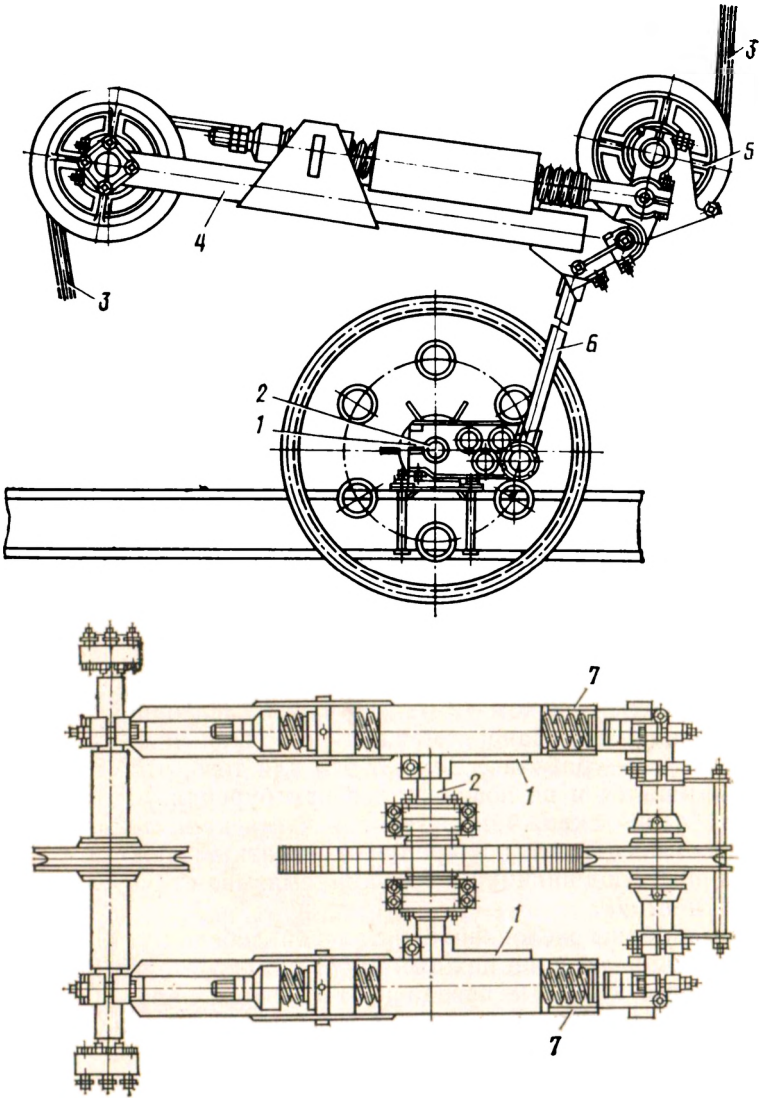


Рис. 9. Ударный механизм установки УКС-22М1. Позиции даны в тексте.

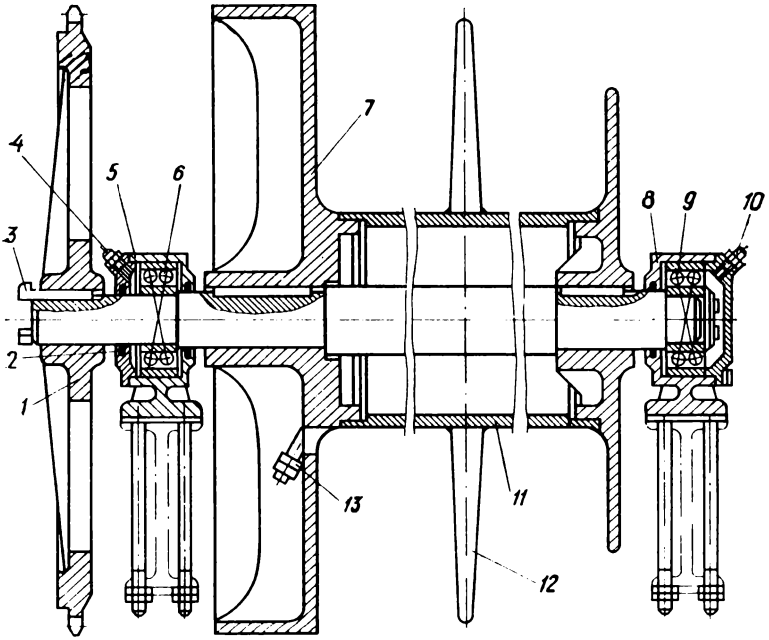


Рис. 10. Инструментальная лебедка. Позиции даны в тексте.

лу, разделен диском *12* на две части. На одной части (большей) барабана помещена резервная часть каната, на второй — рабочая. Делают это для того, чтобы канат не сминался и не повреждался при бурении. По мере углубления скважины резервная часть каната сматывается. Конец каната закрепляют канатным зажимом *13*. Опорные подшипники барабана смазывают через масленки *4* и *10*.

Барабаны желоночной и талевой лебедок установлены на одной оси, но каждый имеет самостоятельный привод через зубчатые передачи от главного вала. С помощью барабана желоночной лебедки опускают и поднимают желонку при чистке скважины от шлама. Талевая лебедка служит для спуска и подъема обсадных труб.

Конструкция желоночного и талевого барабанов аналогична инструментальному, только талевый барабан не имеет делительного диска.

Тормоза всех трех барабанов — ленточные, с фрикционными накладками.

Мачта установки (см. рис. 6) — телескопическая, состоит из нижнего и верхнего звеньев. С помощью мачты осуществляют все спуско-подъемные операции как при бурении, так и при ликвидации аварий в пределах ее грузоподъемности. С рамой мачта соединена шарнирно. В рабочем положении она опирается на два винтовых домкрата, разгружающих шарнирное соединение.

Установленная мачта раскрепляется трубчатыми растяжками, а для большей устойчивости — дополнительно четырьмя канатными растяжками, концы которых крепят к специальным якорям, установленным в грунте. Для осмотра и обслуживания верхних блоков мачты верхнее звено оборудовано рабочей площадкой с ограждениями.

Монтаж и демонтаж мачты проводят при помощи механизма подъема, расположенного на неповоротной оси колесного хода рамы установки.

Механизм подъема мачты состоит из червячного редуктора, барабана и системы неподвижных роликов. На конце червяка редуктора установлено зубчатое колесо, находящееся в зацеплении с шестерней желоночного барабана. При включении желоночного барабана вращение передается на барабан редуктора. Подъемный канат наматывается и мачта поднимается в вертикальное положение с последующим выдвижением верхнего звена из нижнего. При транспортировке мачта укладывается в горизонтальное положение, причем верхнее звено входит в нижнее.

Рычаги управления (рис. 11) для удобства и безопасности работы бурового мастера расположены в левом переднем углу буровой установки.

Управление фрикционными муфтами ударного механизма и талевого барабана осуществляется одним рычагом *3*, а фрикционными муфтами инструментального и желоночного барабанов — рычагом *6* посредством вилки *2* с сухарями *1*.

Тормозами барабанов управляют с помощью рычагов *4*, *5*, *7*. Тормозное устройство представляет собой стальную ленту *8* с прикрепленной к ней фрикционной прокладкой. Лента, огибая тормозную шайбу барабана, набегающим концом жестко крепится к раме. Сбегающий конец через регулировочный болт *9* с ушком шар-

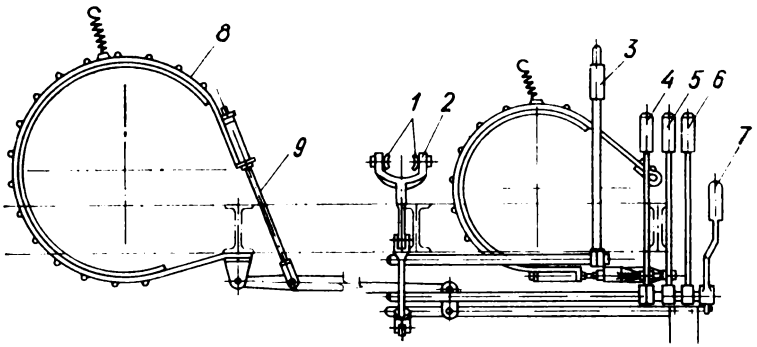


Рис. 11. Рычаги управления установкой. Позиции даны в тексте.

нирно соединен с кривошипом, который через систему рычагов связан с рычагом управления.

На опорной раме около рычагов управления смонтирован кнопочный пускатель электродвигателя.

Для работы в ночное время установка оборудована системой освещения.

§ 3. Эксплуатация установок ударно-канатного бурения и уход за ними

Буровая бригада, обслуживающая установку ударно-канатного бурения, должна хорошо знать ее устройство, приемы работы, а также правила по уходу, которые подробно изложены в прилагаемой к каждой установке инструкции. От умелого и внимательного ухода во многом зависит бесперебойная работа установки и срок ее службы.

Буровой мастер обязан выявлять все дефекты в работе установки и принимать меры к их устранению. Несвоевременное устранение дефектов приводит к перебоям в работе и поломке отдельных деталей и узлов. Если дефекты устранить силами буровой бригады невозможно, работу прекращают и сообщают об этом механику.

Нельзя работать с пробуксовывающими фрикционными муфтами, с неотрегулированными тормозными лентами, при заедании направляющего ролика промежуточного вала ударного механизма, при чрезмерном

нагреве подшипников, а также при повреждениях тяг рычагов управления.

Диски сцепления муфт проскальзывают при износе фрикционных накладок, а также при попадании в муфту масла или влаги. Если причина пробуксовывания муфты — износ накладок, то ее регулируют. Для этого на регулировочной гайке *2* муфты (см. рис. 8) оттягивают стопор *11* и вращают гайку вправо, приближая кулачки к нажимному диску. Регулировку муфты заканчивают, когда втулка, поднимающая кулачки, упрется при включенной муфте в регулировочную гайку без пробуксовки дисков. По окончании регулировки стопор вводят в новое гнездо.

При попадании на фрикционные диски масла необходимо разобрать муфту и промыть ее бензином или керосином и после сборки вновь отрегулировать с помощью регулировочной гайки. При износе фрикционных колец их заменяют новыми.

Длину тормозных лент регулируют периодически по мере износа фрикционных накладок. Регулирование проводят с помощью болта с ушком и гайки, находящихся на сбегающем конце ленты. Длина тормозных лент должна быть такой, чтобы в расторможенном состоянии они не касались тормозных ободов барабанов. Если тормозные ленты перетянуты, то при выключенном тормозе они трутся о тормозной обод и нагреваются. При замасливании тормозных лент барабан может не затормаживаться при нажатии на рычаг, даже если правильно отрегулирована длина ленты. В этом случае тормозную ленту промывают бензином или керосином и просушивают.

Заедание направляющего ролика ударного механизма приводит к неправильной навивке инструментального каната на барабан. Чтобы ролик не заедало, промежуточный вал, на котором он установлен, очищают и протирают, а затем на вал наносят густую смазку и прогоняют несколько раз по нему ролик.

Подшипники и их уплотнения (сальники) осматривают периодически, не допуская, чтобы через сальники из корпусов подшипников выдавливалась смазка. При недостаточном количестве смазки подшипники нагреваются и износ их увеличивается. Нагрев подшипников свыше 50 °С недопустим (температуру нагрева определяют на ощупь рукой). Необходимо периодически ос-

1. Карта смазки буровой установки УКС-22М1

Место смазки	Позиция на рисунке 12	Число точек смазки	Смазка	Способ и режим смазки
Поворотная ось	*1*	1	УСс*, ГОСТ 4366—76	Шприцевать перед перевозкой
Подшипники:				Шприцевать:
электродвигателя	*2*	2	УСс, ГОСТ 4366—76	1 раз в шесть месяцев
вала барабана инструментальной лебедки	*3*	2	УСс, ГОСТ 4366—76	1 раз в неделю
ударного вала	*4*	2	УСс, ГОСТ 4366—76	то же
главного вала	*5*	7	УСс, ГОСТ 4366—76	» »
вала барабана желоночной лебедки вала барабана	*9*	2	УСс, ГОСТ 4366—76	» »
талевой лебедки	*10*	2	УСс, ГОСТ 4366—76	» »
скатов	*14*	4	УСс, ГОСТ 4366—76	перед перевозкой 1 раз в месяц
червяка механизма подъема мачты	*15*	1	Индустриальная 45-В	
оттяжной рамы	*19*	4	УСс, ГОСТ 4366—76	1 раз в смену
Муфты включения на главном валу	*6*	3	УСс, ГОСТ 4366—76	Смазывать с помощью ручной масленки 2 раза в смену
Шестерни привода:				Смазывать с помощью ручной масленки в течение смены:
барабана желоночной лебедки	*7*	1	УСсА, ГОСТ 3333—80	2 раза
барабана талевой лебедки	*12*	1	УСсА, ГОСТ 3333—80	1 раз
ударного вала	*13*	1	УСсА, ГОСТ 3333—80	3 раза
Шарнирные соединения механизмов управления	*8*	—	Полугудрон	Смазывать с помощью ручной масленки 1 раз в смену
Звездочка цепного привода барабана инструментальной лебедки	*11*		УСсА, ГОСТ 3333—80	Смазывать с помощью ручной масленки 2 раза в смену
Втулки:				Шприцевать:
червячного вала механизма подъема мачты	*16*	2	УСс, ГОСТ 4366—76	1 раз в месяц
штоков амортизаторов ударного механизма	*20*	4	УСс, ГОСТ 4366—76	2 раза в смену
оси и направляющего ролика ударного механизма	*21*	4	УСс, ГОСТ 4366—76	1 раз в смену
Головки шатунов ударного механизма	*17...18*	4	УСс, ГОСТ 4366—76	2 раза в смену
Талевые блоки мачты	*22*	3	УСс, ГОСТ 4366—76	Шприцевать 1 раз в неделю
Головные блоки мачты	*23*	2	УСс, ГОСТ 4366—76	То же

* Заменитель — УС-2 ГОСТ 1033—79.

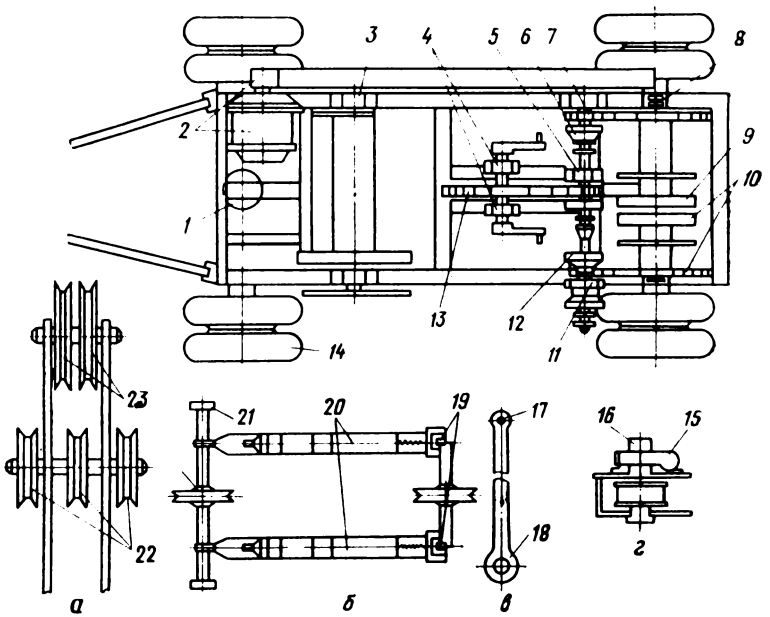


Рис. 12. Схема смазки буровой установки УКС-22М1:
а — головные ролики мачты; *б* — оттяжная рама; *в* — верхняя головка шатуна; *г* — механизм подъема мачты.

матривать, очищать от грязи и своевременно смазывать цепные и зубчатые передачи.

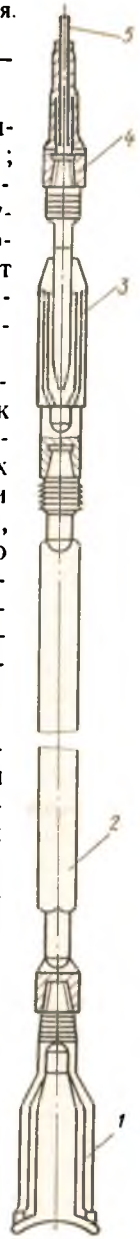
На рисунке 12 показаны места смазки, а в таблице 1 приведена карта смазки буровой установки УКС-22М1.

После доставки буровой установки на хранение на складе ее очищают от грязи, проверяют исправность механизмов, обрабатывают антикоррозионной смазкой и пополняют смазку в соответствии с картой смазки. Канаты сматывают с барабанов, очищают их от грязи стальными щетками, а при обратном направлении на барабан смазывают специальной канатной мазью.

§ 4. Инструмент для ударно-канатного бурения

Буровой инструмент и приспособления, применяемые при ударно-канатном бурении: рабочий инструмент — долота, желонки и буровые стаканы, ударные штанги с переходниками, раздвижные штанги, канатные замки;

Рис. 13. Буровой снаряд для ударно-канатного бурения. Позиции даны в тексте.



инструмент для сборки буровых снарядов (инструментальные ключи, трещотки затяжные); инструмент и приспособления для работы с обсадными трубами (башмаки забивные, хомуты для труб, снаряды забивные и забивные головки); аварийный (ловильный) инструмент (ерш однорогий и двурогий, ловитель с плашками, канаторезка, пауки, раздвижная штанга ловильная и др.).

Из рабочего инструмента собирают буровые снаряды для разрушения породы. Как правило, буровой снаряд (рис. 13) для ударно-канатного бурения в крепких устойчивых породах состоит из долота *1*, ударной штанги *2*, раздвижной штанги *3* и канатного замка *4*, в котором закреплен конец инструментального каната *5*. Разрушенную породу затем извлекают с помощью желонки, опускаемой на забой скважины на желоночном канате. Плывуны и мягкие породы бурят желонками, а мягкие вязкие глины и суглинки с включениями гальки — буровыми стаканами.

Отдельные рабочие инструменты соединяют в буровой снаряд с помощью конической резьбы. Каждому размеру рабочего инструмента соответствует своя типовая коническая резьба.

На всех рабочих ловильных инструментах ниже соединительной конической резьбы, на так называемой шейке выточены кольцевые канавки для захвата инструмента при его извлечении из скважины при ликвидации аварий. Размер шейки рабочего инструмента бывает 112, 140, 165, 188 и 220 мм

Рабочий инструмент. Для разрушения породы на забое и обработки стенок скважин служат долота (рис. 14). При ударно-канатном бурении они состоят из лопасти *2*, шейки *3* и резьбового конуса *4*. В нижней части лопасти долота находится лезвие *1*. В зависимо-

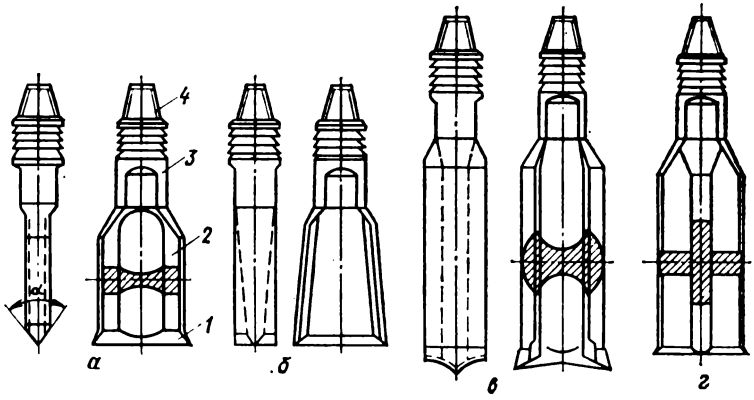


Рис. 14. Буровые долота. Позиции даны в тексте.

сти от твердости буримых пород лезвие долота имеет различный угол приострения α. Для бурения в мягких породах он равен 70...80°, в породах средней твердости 90...110°, твердых породах и валунно-галечниковых отложениях 110...130°. Лезвие долота закаливают. На шейке долота предусмотрены плоскости для захвата ключами при свинчивании, а также кольцевые канавки для захвата долота при ловильных работах.

Долото выбирают в зависимости от буримых пород. В настоящее время при ударно-канатном бурении применяют: плоские (в мягких породах; рис. 14, *а*), двутавровые (в породах средней твердости и в вязких; рис. 14, *б*), округляющие (в твердых породах и валунно-галечниковых отложениях; рис. 14, *в*), крестовые (в трещиноватых породах и валунно-галечниковых отложениях; рис. 14, *г*) долота. В отличие от плоских долот двутавровые лучше обрабатывают стенки скважин. Лезвия плоских и двутавровых долот можно заправлять в кузнице.

Округляющее долото оборудовано лезвием с боковыми режущими гранями, которые обеспечивают хорошую обработку стенок скважины и препятствуют износу долота при трении о стенки скважин. Округляющие долота наиболее тяжелые.

Изготовляют долота из высококачественной инструментальной стали У7, У8, У7А и У8А диаметром 148, 198, 248, 345, 395, 445, 495, 595 и 695 мм, двутавровые

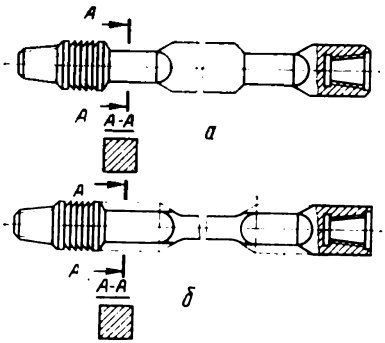


Рис. 15. Штанги ударные:
а — гладкоствольные; *б* — с высаженными концами.

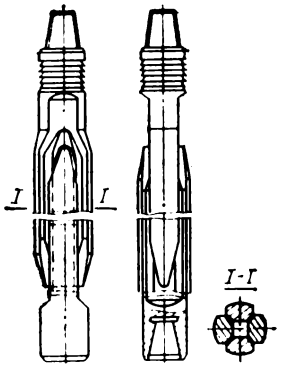


Рис. 16. Штанга раздвижная.

долота, кроме того, диаметром 795 и 850 мм. Длина долот в зависимости от диаметра изменяется в пределах 650...1 500 мм, а их масса — от 42 до 1 400 кг.

Для увеличения массы бурового снаряда, а также предупреждения искривления скважин применяют ударные штанги. Ударные штанги бывают гладкоствольные длиной 2, 4 и 6 м (рис. 15, *а*) и с высаженными концами (рис. 15, *б*) длиной 4 и 6 м. Последние позволяют сохранять необходимую длину бурового снаряда, когда не требуется значительного увеличения его массы в отличие от гладкоствольных штанг. Масса гладкоствольных ударных штанг в зависимости от их диаметра и длины колеблется в пределах от 303 до 1 290 кг, а ударных штанг с высаженными концами — от 183 до 910 кг.

Раздвижная штанга (рис. 16) служит для отрыва снаряда от забоя при бурении в вязких и трещиноватых породах. Она представляет собой два замкнутых звена, скользящих одно в другом. При натяжении каната верхнее звено наносит удар по нижнему, облегчая отрыв снаряда от забоя. Устанавливают раздвижную штангу над ударной. Другим концом она соединяется с канатным замком. Ход звеньев раздвижной штанги составляет 250 мм.

Канатный замок соединяет буровой снаряд с канатом. Наиболее часто применяют самовращающийся замок (рис. 17), состоящий из корпуса *3*, внутри которого

находятся шайба *1* и втулка *2* с закрепленным в
рабочим канатом. Втулка свободно вращается в корпу
замка. При ударе долота о забой канат разгружается
закручивается, поворачивая втулку замка. При отры
снаряда от забоя канат под действием нагрузки раск
чивается, поворачивая вместе с канатным замком в
буровой снаряд по часовой стрелке. Таким образом, п
ле каждого подъема он поворачивается на некотор
угол, чем достигается равномерная разработка заб
скважины.

Желонками (рис. 18) очищают скважины от шла
а также бурят в мягких рыхлых породах. Желон
представляет собой трубку, в нижней части которой
ходится режущий башмак с клапаном, а в верхней
вилка с конической резьбой или ушком для соединения с желоночным канатом. Желонки, имеющие в верхней

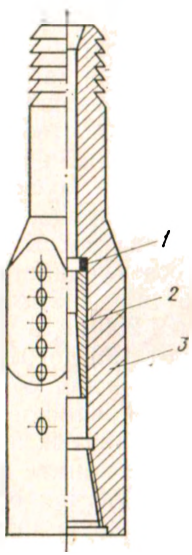


Рис. 17. Замок канатный самовращающийся. Позиции даны в тексте.

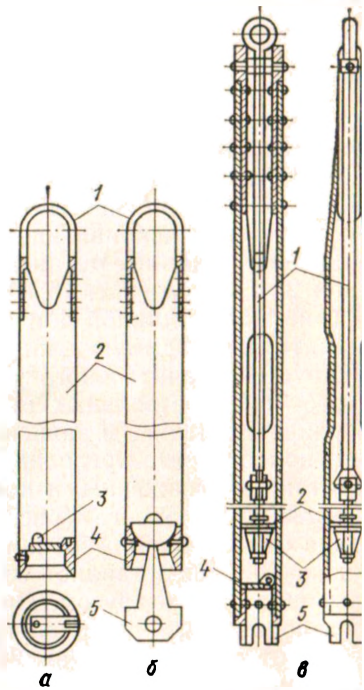


Рис. 18. Желонки:

а — с плоским одностворчатым клапаном; с полусферическим клапаном: *1* — дужка; труба; *3* — клапан; *4* — башмак; *5* — полу рический клапан с копьем; *в* — поршне *1* — шток; *2* — манжета поршня; *3* — порш *4* — клапан; *5* — башмак.

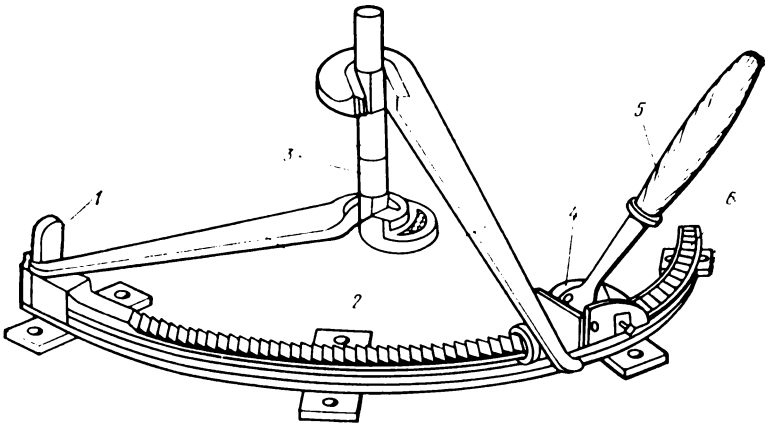


Рис. 19. Трещотка затяжная:

1 — упор; *2* — инструментальные ключи; *3* — бурильный замок; *4* — подвижной башмак с собачкой; *5* — натяжной рычаг; *6* — зубчатая рейка.

части вилку с конической резьбой, могут быть утяжелены короткой ударной штангой. Чаще пользуются желонками с одностворчатым плоским клапаном, а в песках и плывунах желонкой с полусферическим клапаном и коньем и поршневой. При работе с желонкой ее приподнимают над забоем с помощью желоночной лебедки станка и свободно сбрасывают. При ударе ее о забой порода через клапан заходит внутрь желонки, а при подъеме клапан закрывается и удерживает породу внутри желонки.

Буровой стакан — это желонка без клапана с прорезанными двумя продольными вырезами (окнами), равными половине длины стакана, через которые буровой стакан очищается от породы. Применяют буровые стаканы для бурения в мягких породах (глины, суглинки с включениями мелкой гальки и др.). Буровые стаканы позволяют в процессе углубки скважины отбирать образцы породы.

Переходниками резьбовыми соединяют отдельные рабочие инструменты с различной соединительной резьбой. Для свинчивания и развинчивания отдельных звеньев бурового снаряда применяют инструментальные ключи и затяжные трещотки (рис. 19).

Инструмент и приспособления для работы с обсадными трубами. Для предохранения нижнего конца об-

садных труб от смятия, а также для выравнивания стенок скважины при их забивании служат башмаки забивные — толстостенное кольцо с резьбой для соединения с обсадной трубой в верхней части. Лезвие башмака закаливают.

Хомуты (рис. 20) удерживают колонну обсадных труб на весу при спуске или подъеме их из скважины, а также при наращивании колонны обсадных труб.

Головки забивные предохраняют верхний конец обсадных труб от смятия при забивке их снарядом. Многоступенчатые забивные головки применяют при соединении обсадных труб сваркой, а резьбовые — для обсадных труб муфтового соединения. В этом случае резьбовую забивную головку ввинчивают в муфту обсадной трубы.

Снаряд забивной (рис. 21) служит для забивки колонны обсадных труб. Колонну обсадных труб забивают, нанося удары забивным патроном по забивной головке. Нижняя часть забивного патрона является направляющей. Масса забивного патрона достигает 1 000 кг.

Аварийный (ловильный) инструмент. С помощью аварийного инструмента ликвидируют аварии, возникающие в скважине. Ловильный снаряд собирают на ме-

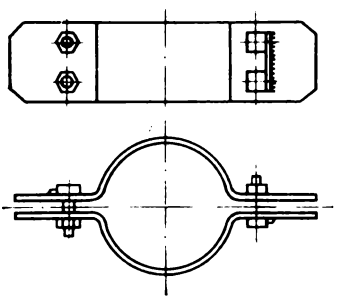


Рис. 20. Хомут для обсадных труб.

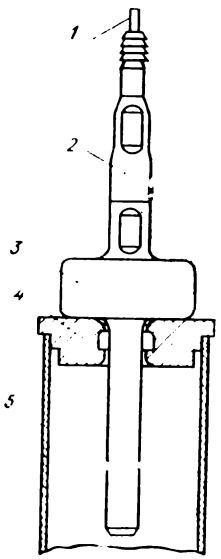


Рис. 21. Снаряд забивной в собранном виде:

1 — инструментальный канат; *2* — инструментальные ключи; *3* — патрон забивной; *4* — головка забивная; *5* — обсадная труба.

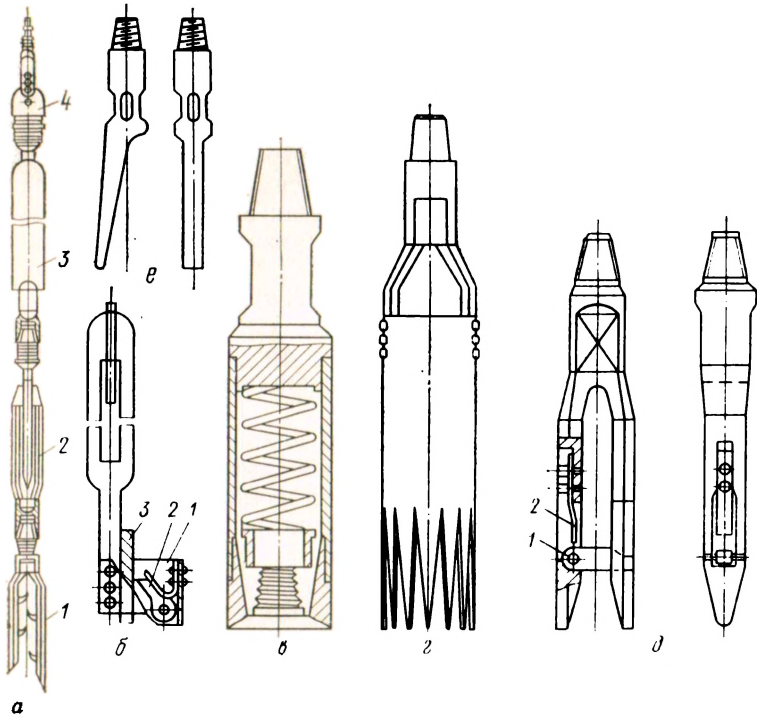


Рис. 22. Ловильный инструмент для ударно-канатного бурения. Позиции даны в тексте.

сте под руководством бурового мастера в зависимости от аварии (поломка рабочего инструмента, обрыв каната, падение в скважину посторонних предметов и т. д.). Снаряд (рис. 22, *а*) состоит из ловильного инструмента *1*, ловильной раздвижной штанги *2* с ходом звеньев 500... ...600 мм, укороченной ударной штанги *3* и канатного замка *4*. В качестве ловильного инструмента применяют однорогие и двурогие ерши, ловители с плашками, пауки, ловильные вилки, боковые долота, канаторезки и др.

Оставшийся в скважине буровой снаряд ловят за оборванный конец каната однорогим или двурогим ершом (рис. 22, *а*). Двурогий ерш применяют, когда оборвавшийся канат располагается в скважине в виде спирали. Этим же ершом можно извлечь желонку, если она несильно прихвачена.

При сильном прихвате бурового снаряда в скважине,

когда натяжение каната может привести к его обрыву, канат обрезают с помощью канаторезки (рис. 22, *б*). Канаторезку спускают в скважину на отдельном канате *3* в комплекте с раздвижной штангой до канатного замка таким образом, чтобы канат прихваченного бурового снаряда был пропущен внутрь обоймы *1* канаторезки. При сильных ударах, наносимых с помощью раздвижной штанги снизу вверх, резак *2* перерезает канат, который вместе с канаторезкой извлекают на поверхность.

Ловитель с плашками (рис. 22, *в*) ловит и извлекает из скважины буровой снаряд за канатный замок или резьбовые головки. При ловле в трубах большого диаметра на башмак ловителя навинчивают направляющую воронку.

Паук (рис. 22, *г*) — труба, в нижней части которой нарезаны длинные зубья (350...400 мм) с концами, слегка отогнутыми внутрь,— служит для извлечения из скважины мелких предметов. Верхняя часть паука оборудована вилкой с конусной резьбой.

Паук применяют, только когда мелкие предметы находятся на твердом забое, то есть на твердых породах.

Ловильная вилка (рис. 22, *д*) служит для извлечения из скважины желонки за дужку. Защелка *1* пропускает дужку желонки, а затем при подъеме ловильной вилки подхватывает ее за дужку, а пружина *2* удерживает ее в закрытом состоянии.

Боковое долото (рис. 22, *е*) разрушает обвалившуюся породу вокруг прихваченного бурового снаряда и выправляет его. Лезвие бокового долота имеет в сечении дугообразную форму. Спускают его в скважину с ударной и раздвижной штангами.

§ 5. Стальные канаты

Стальные канаты изготавливают свивкой отдельных стальных проволок в пряди, а затем прядей вокруг центрального сердечника (рис. 23).

На буровых установках обычно используют стальные канаты из оцинкованной канатной проволоки типа ТК с точечным касанием отдельных проволок между слоями прядей, свитые из шести прядей. Пряди свивают вокруг одного центрального пенькового сердечника, который пропитан густым смазочным материалом, смазывающим

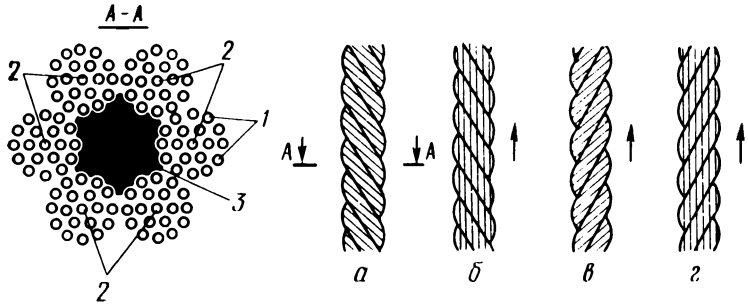


Рис. 23. Стальные канаты:

а — с односторонней левой свивкой; *б* — с крестовой левой свивкой; *в* — с односторонней правой свивкой; *г* — с крестовой правой свивкой; *1* — проволоки; *2* — пряди; *3* — органический сердечник.

в процессе работы проволоки каната. Одновременно пеньковый сердечник придает гибкость канату и более равномерно передает нагрузки на пряди. В прядях может быть 19 или 37 проволок. Чем больше число проволок в прядях и чем меньше их диаметр, тем выше гибкость каната. В буровых установках на воду применяют канаты диаметром 13, 15,5, 17,5, 19,5, 21,5, 24 и 26 мм.

По типу свивки различают канаты односторонней и крестовой свивки. В канатах односторонней свивки (рис. 23, *а*, *в*) проволоки в прядях и сами пряди в канате свиты в одном направлении. В канатах крестовой свивки (рис. 23, *б*, *г*) направление проволок в прядях противоположно направлению прядей. При этом направление свивки канатов может быть правым, когда линия свивки прядей направлена вправо, и левым, когда она направлена влево.

Канаты односторонней свивки раскручиваются под нагрузкой, а после снятия ее скручиваются. Поэтому ими пользуются как инструментальными. Направление свивки каната должно быть левым, тогда буровой снаряд после удара долота о забой будет поворачиваться вправо, предотвращая самопроизвольное развинчивание инструмента.

Канаты крестовой свивки под нагрузкой почти не раскручиваются, их используют в качестве талевых и желоночных.

Для нормальной эксплуатации и увеличения срока

службы проволочные стальные канаты нужно смазывать не реже 2...4 раз в неделю мазутом или машинным маслом так, чтобы смазка протекала через всю толщину каната и хорошо пропитывала пеньковый сердечник.

При работе следует избегать резких нагрузок на канат, а также перегибов его, так как это может привести к обрыву отдельных проволок и прядей. Пригодность каната для дальнейшего использования определяется степенью его износа и обрывом отдельных проволок в прядях.

Контрольные вопросы. 1. Основные узлы установок ударно-канатного бурения и их назначение. 2. Как осуществляется привод основных узлов установок ударно-канатного бурения? 3. Чем отличаются установки УКС-22М1 и УКС-30М одна от другой? 4. Для каких целей служит главный вал установки УКС-22М1? 5. Как работает ударный механизм? 6. Как отрегулировать фрикционную муфту? 7. Как поднимают мачту в рабочее положение? 8. Для чего служат лебедки установки ударно-канатного бурения? 9. Из чего состоит буровой снаряд для ударно-канатного бурения? 10. Назовите типы буровых долот и область их применения. 11. Для чего нужна и как работает раздвижная штанга? 12. Зачем нижний конец обсадных труб оборудуют забивным башмаком? 13. Как ликвидируют обрыв каната в скважине? 14. Какой аварийный инструмент применяют для подъема мелких предметов с забоя скважины? 15. Какого типа канаты используют в качестве инструментальных, желоночных и талевых? 16. Как различают между собой стальные канаты?

Глава 2

БУРОВЫЕ РОТОРНЫЕ УСТАНОВКИ

§ 1. Общие сведения. Техническая характеристика установок

При сооружении разведочных и эксплуатационных скважин на воду широко применяют роторные буровые установки, в которых буровой снаряд вращается специальным механизмом — ротором через ведущую трубу квадратного или шестигранного сечения. Подают буровой снаряд на забой скважины с помощью тормозной системы лебедки. Осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент создается массой бурового снаряда. В роторных буровых установках, предназначенных для бурения неглубоких скважин, когда масса бурового снаряда недостаточна для создания требуемой нагрузки на породоразрушающий инструмент, устанавливают меха-

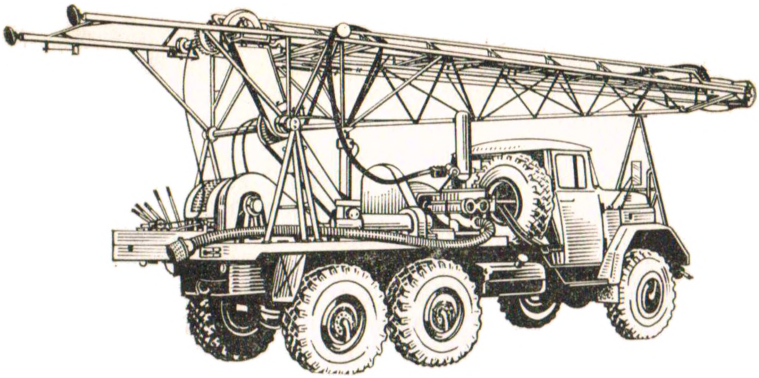


Рис. 24. Буровая установка УРБ-2,5Л.

низм подачи бурового снаряда для дополнительной нагрузки.

Скважины на воду в основном сооружают самоходными буровыми роторными установками, которые имеют весь комплекс оборудования (силовой привод, ротор, лебедку, коробку передач, буровой насос, мачту с кронблоком, глиномешалку и др.), необходимого для сооружения скважин. Механизмы самоходных установок монтируют на шасси автомобилей повышенной проходимости.

Недостаток самоходных установок — отсутствие надежных укрытий при работе в осенне-зимний период.

В настоящее время широко используют самоходные роторные установки УРБ-3ЛМ, УРБ-2Л, УРБ-2,5А, УРБ-2Л-2, УБВ-600 и буровые агрегаты 1БЛ15В и 2БЛ15Н.

Буровые роторные установки УРБ-3ЛМ, УРБ-2А предназначены для бурения геофизических и структурно-картировочных скважин вращательным способом с промывкой. Широко используют их и для сооружения скважин на воду глубиной до 100...300 м. В настоящее время выпускают установку УРБ-2,5А (рис. 24), предназначенную для замены установки УРБ-2А.

Установка УРБ-2А-2 позволяет сооружать скважины глубиной до 30 м шнековым способом. Она снабжена перемещающимся по мачте вращателем с гидроприводом, который используется также для свинчивания и развинчивания бурильных труб. Управление установкой УРБ-2Л-2 полностью гидрофицировано.

Буровой агрегат 2БА15Н предназначен для бурения вращательным способом с прямой промывкой скважин на нефть и газ, а также может быть использован для бурения глубоких скважин при водоснабжении.

В отличие от этих установок буровая установка УБВ-600 и буровой агрегат 1БА15В специально предназначены для бурения скважин на воду. Они оснащены всем необходимым оборудованием для сооружения скважин на воду.

Установка УБВ-600, предназначенная для бурения глубоких (до 600 м) скважин на воду с начальным диаметром 500 мм, состоит из двух блоков — бурового и насосного. Каждый из этих блоков смонтирован на шасси автомобиля КрАЗ-257, двигатели которых используются для привода механизма бурового и насосного блоков. Двигатель автомобиля, на котором смонтирован насосный блок, кроме того, может быть использован в качестве аварийного для привода механизмов бурового блока. Насосный блок включает в себя два буровых насоса 9МГр-61, компрессор производительностью 5,3 м³/мин и генератор мощностью 30 кВт.

Буровые агрегаты 1БА15В и 2БА15Н являются разновидностями комплекса самоходных буровых, куда, кроме них, входят буровой агрегат 1БА15К для бурения скажин с обратной и прямой промывкой и ремонтный агрегат РА15 для ремонта скважин. Все эти агрегаты по конструкции имеют много общего.

§ 2. Установка УРБ-3АМ

Самоходная буровая роторная установка разведочного бурения УРБ-3АМ предназначена для бескернового бурения скважин вращательным способом с промывкой на глубину до 300 м.

Основные механизмы установки (см. 2 форзац, рис. 25): приводной двигатель *2*, коробка передач *9*, лебедка *10*, ротор *11*, контрпривод *4*, генератор *19* с электрощитом *18*, мачта *5* с кронблоком *6* и гидродомкраты подъема мачты *3* смонтированы на шасси *1* автомобиля МАЗ-500А. Буровой насос *7* и глиномешалку, входящие в комплект установки, перевозят отдельно вместе с буровым инструментом, а при работе размещают их около установки. Для монтажа бурового насоса и глиномешалки используют специальное приспособление, установ-

ленное на мачте, — стрелу с подвешенной на ней талью грузоподъемной силой 20 кН. Установка оснащается буровым насосом 11ГрИ с максимальной подачей 6,5 л/с и максимальным давлением 6,3 МПа.

Привод механизмов установки осуществляют от отдельного приводного двигателя — четырехтактного дизеля марки Д-54А мощностью 40 кВт или СМД-14Б мощностью 45 кВт.

Управление установкой сконцентрировано у поста бурильщика с левой по ходу автомобиля стороны, где расположены рычаг *12* тормоза и рычаг *13* управления фрикционной муфтой лебедки, рычаг *15* включения привода ротора и лебедки, рычаг *14* управления фрикционом приводного двигателя, рычаг *16* переключения передач, рычаг *17* включения бурового насоса, а также рычаг *20* включения генератора. Здесь же находится управление гидравлическими домкратами подъема мачты.

При транспортировке буровой установки мачта укладывается на переднюю стойку *21*.

Для облегчения работы буровой бригады, а также для сокращения времени на спуско-подъемные операции при работе с бурильными трубами *8* диаметром 60,3 мм установка оборудована приспособлением, с помощью которого свинчивают и развинчивают трубы. При работе в ночное время включается система освещения из пяти фар, размещенных на мачте. Питание они получают от генератора мощностью 8 кВт. От него же питается и электродвигатель привода глиномешалки.

Кинематическая схема установки УРБ-3АМ показана на рисунке 26.

Приводной двигатель *4* установлен на платформе автомобиля. Вращение от него через карданный вал *24* и коробку передач *22* передается всем механизмам установки. Непосредственно от вала *3* приводного двигателя вращение через клиноременную передачу *1* получает генератор *25*. Включают генератор муфтой *1*.

От коробки передач вращение через звездочку привода ротора *11* и цепную передачу *12* поступает на вал *13* барабана *16* лебедки, а через карданный вал *14* — на ротор *15*. Включают ротор и лебедку раздельно кулачковой муфтой *10*, расположенной на ведомом валу *9* коробки передач. Управляют лебедкой с помощью фрикционной муфты *18* и тормоза *17*. От ведущего вала *21* коробки вращение получает также масляный насос *19* гидросистемы установки, включаемый муфтой *20*.

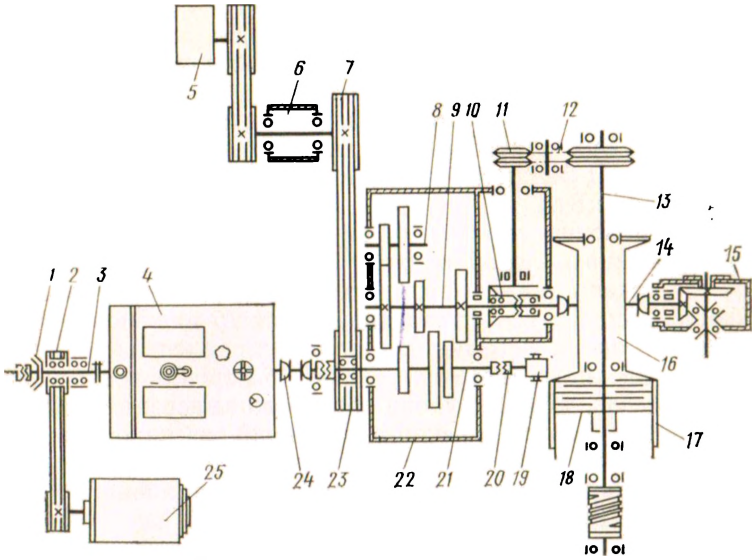


Рис. 26. Кинематическая схема установки УРБ-3АМ. Позиции даны в тексте.

На ведущем валу коробки свободно установлен шкив *23* привода бурового насоса *5*, вращение от которого через шкив *23* передается на вал контрпривода *6*, а затем через клиноременную передачу — буровому насосу.

Частоту вращения ротора и лебедки изменяют перемещением и поочередным сцеплением шестерен ведущего и ведомого валов коробки передач. Обратное вращение ротора осуществляют при включении шестерен промежуточного вала *8*.

Коробка передач (рис. 27) предназначена для передачи вращения лебедке, ротору и масляному насосу гидросистемы, а также для изменения направления и частоты вращения лебедки и ротора.

В корпусе *21* коробки на подшипниках расположены ведущий *1*, ведомый *19*, промежуточный *3* валы, а также вал *12* привода ротора и вал *11* привода лебедки. На ведущем валу на шлицах установлены подвижная шестерня *2* и блок-шестерня *6*, перемещаемые по валу вилками *4* и *5*. Поочередным сцеплением этих шестерен с шестернями *16*, *17* и *22*, неподвижно закрепленными на

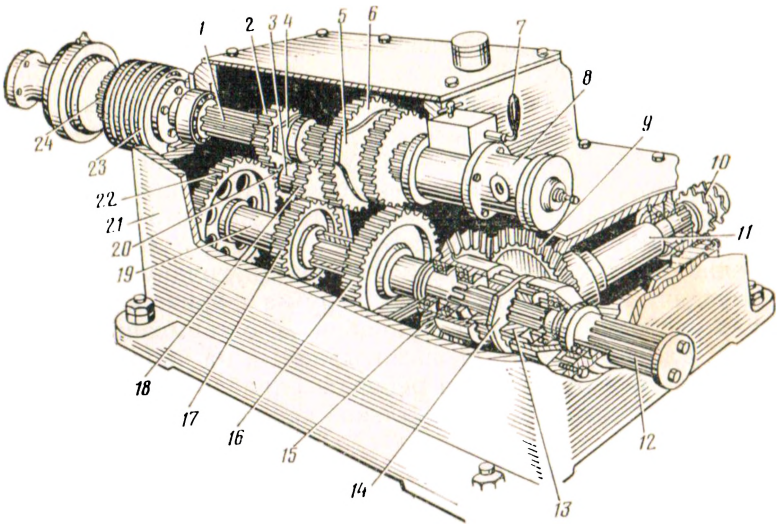


Рис. 27. Коробка передач установки УРБ-3АМ. Позиции даны в тексте.

ведомом валу, получают три частоты вращения ведомого вала. Обратное вращение осуществляют сцеплением шестерни *2* ведущего вала с шестерней *18* обратного хода промежуточного вала. В этом случае вращение от ведущего вала через шестерню *2* передается на промежуточный вал, а через шестерню *20* этого вала на ведомый вал.

Через конические шестерни *9* и *15* вращение получает вал *11* привода лебедки, на котором укреплены две звездочки *10* цепной передачи.

Включают ротор и лебедку зубчатой муфтой *13*, перемещаемой вилкой *14* по шлицам ведомого вала. При перемещении муфты влево включают вал привода лебедки, вправо — вал привода ротора.

Шкив *23* привода бурового насоса, расположенный на ведущем валу коробки, включают зубчатой муфтой *24*. На корпусе коробки установлен масляный насос *8* гидравлической системы, получающий вращение от ведущего вала и включаемый рычагом *7*.

Корпус коробки передач одновременно является масляной ванной для смазки разбрызгиванием всех деталей,

находящихся внутри нее. Масло заливается через заливочное отверстие, а уровень его контролируется щупом.

Лебедка (рис. 28) служит для спуско-подъемных операций с бурильными и обсадными трубами, а также для выполнения вспомогательных работ (поднятие и подтаскивание тяжестей). Лебедка установки — однобарабанная с двухдисковой фрикционной муфтой включения барабана и одноленточным тормозом с максимальной грузоподъемной силой 28 кН. Вращение валу *3* лебедки передается от коробки передач через двухрядную цепную передачу и звездочку *15*. На валу на шарикоподшипниках свободно вращается барабан *17* с тормозным шкивом. Талевый канат *14*, наматываемый на барабан, пропускается в отверстие в реборде барабана, а один его виток укладывают в специальной канавке и крепят планкой *16*.

Барабан приводится во вращение при помощи двухдисковой муфты, вмонтированной в тормозной шкив барабана. Включают муфту перемещением бугеля *4* конусной втулки *5* внутрь муфты. При этом нажимные рычаги *6*, установленные на осях в заднем диске *13* муфты, накатываясь роликами на конусную часть втулки, упираются в выступ гайки переднего диска *7* муфты, который сжимает промежуточный *9* и задний *13* диски, а вместе с ними и средние диски *12* с наклепанными на них фрикционными накладками. Средние диски связаны с тормозным шкивом барабана через венцовую шестерню *8*, запрессованную в тормозном шкиве, а задний диск неподвижно закреплен на валу барабана. Поэтому при сжатии средних дисков вращение от вала барабана через диски фрикционной муфты передается на барабан и происходит наматывание на него талевого каната. Силу сцепления дисков регулируют специальной гайкой переднего диска. При нормальной работе фрикционной муфты усилие на рычаге включения не превышает 250... ...300 Н. Облегчают расцепление дисков муфты при ее выключении три пружины *18*, отжимающие передний диск от заднего.

Лебедка оснащена ленточным тормозом с фрикционными накладками *10*. Тормозом удерживают на весу колонну бурильных (или обсадных) труб, а также достигают плавной подачи бурового снаряда на забой скважины по мере ее углубления. Для удобства управления рычаг *1* тормоза вынесен ближе к посту бурильщика. С тор-

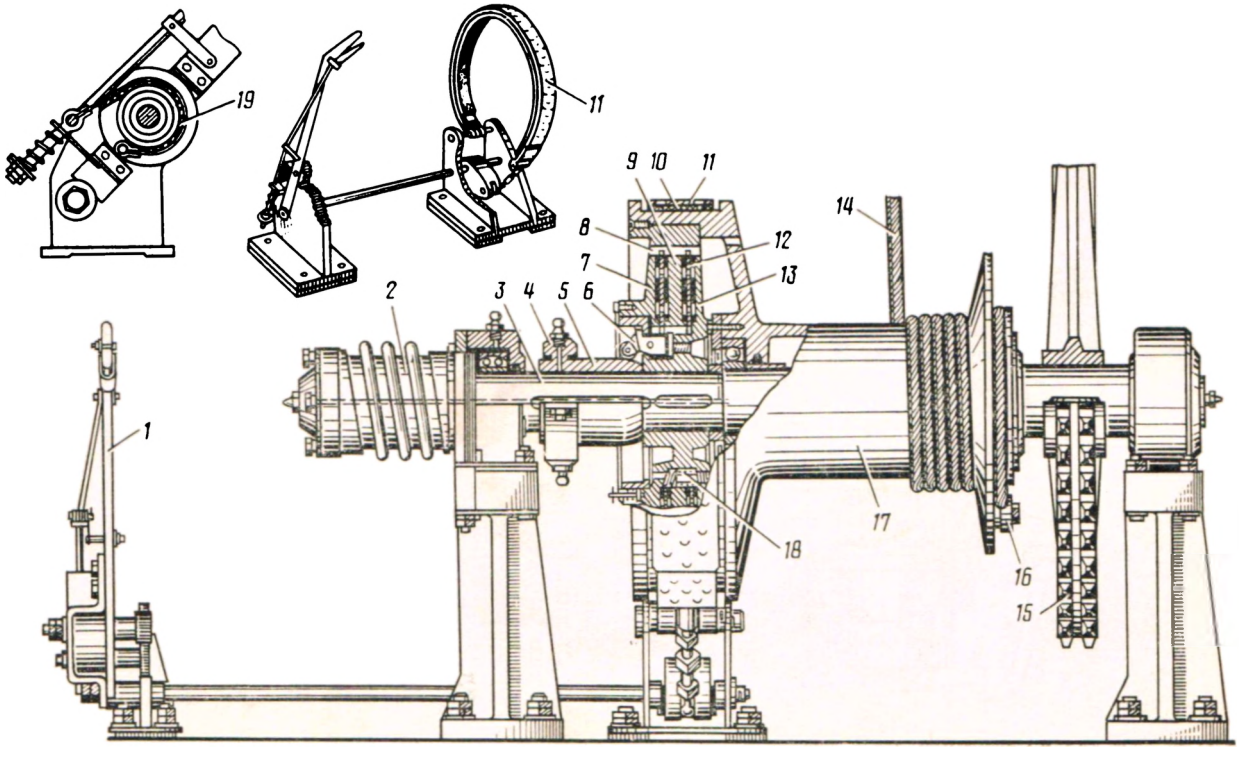


Рис. 28. Лебедка установки УРБ-3АМ. Позиции даны в тексте.

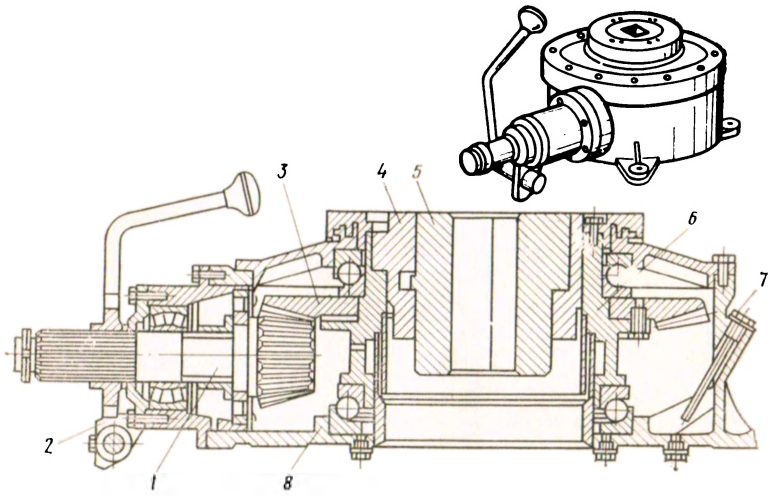


Рис. 29. Ротор установки УРБ-3АМ. Позиции даны в тексте.

мозной лентой *11* барабана он связан системой тяг, позволяющих регулировать натяжение ленты по мере ее износа. В свободном состоянии тормозная лента должна допускать свободное вращение барабана лебедки вручную, а в заторможенном — надежную его остановку.

Положение тормозного рычага лебедки фиксируют специальным ленточным тормозом *19*, смонтированным на рычаге тормоза, который позволяет закреплять тормозной рычаг в любом положении.

На левом конце вала лебедки расположена безопасная катушка *2* для поднятия и подтаскивания тяжестей при выполнении вспомогательных работ.

Ротор (рис. 29) передает вращение буровому снаряду, а также удерживает на весу колонну бурильных (обсадных) труб при спуско-подъемных операциях и при наращивании бурового снаряда. Ротор состоит из литого корпуса *8*, в котором на двух одинаковых радиально-упорных подшипниках установлен стол *6* ротора с прикрепленной к нему конической венцовой шестерней *3*. Вращение от коробки передач карданным валом через приводной вал-шестерню *1* и венцовую шестерню передается на стол ротора. Стол ротора имеет внутреннее отверстие, через которое пропускают долото, бурильные и обсадные трубы. В это отверстие при бурении устанав-

ливают большой *4* и малый *5* съемные вкладыши. Малый вкладыш имеет внутреннее отверстие квадратного сечения, через которое пропускают ведущую трубу. С помощью вкладышей вращение от стола ротора передается на ведущую трубу и через колонну бурильных труб породоразрушающему инструменту. Одновременно ведущая труба, а вместе с ней и буровой снаряд могут свободно опускаться вниз. Специальное устройство предохраняет вкладыши от произвольного выскакивания из гнезда во время бурения. При спуске в скважину обсадных труб вкладыши вынимают, и если диаметр обсадных труб превышает проходное отверстие ротора (250 мм), его снимают с рамы установки.

Вращающиеся части ротора смазывают разбрызгиванием масла, заливаемого в корпус. Уровень масла контролируют щупом через контрольную пробку *7*. Чтобы промывочная жидкость не попадала в корпус, в верхней части его устроен кольцевой замок из выступов, входящих в кольцевые пазы стола ротора.

Контрпривод — промежуточное звено между ведущим валом коробки передач и валом бурового насоса, устанавливаемого при бурении на земле. Вал контрпривода вращается на двух шарикоподшипниках, установленных на опоре. На одном конце вала находится шкив, получающий вращение от ведущего вала коробки передач, на другом — шкив, передающий с помощью клиноременной передачи вращение на буровой насос. Опора вала контрпривода крепится болтами к раме установки и может перемещаться по ней, регулируя натяжение ремней.

Мачта установки служит для спуска-подъема бурильных и обсадных труб, а также для размещения около нее в вертикальном положении бурильных труб при подъеме бурового снаряда. Высота мачты до оси кронблока 16 м, а максимальная грузоподъемность 10 т.

Она состоит из двух верхних и одной нижней секций. Рама установки, мачта и ее секции между собой связаны шарнирно. При транспортировке мачту укладывают на стойки рамы горизонтально, а верхние секции разъединяют и располагают вдоль нижней. Поднимают и опускают мачту телескопическими гидравлическими домкратами.

В рабочем положении мачта опирается на две ноги, оснащенные винтовыми домкратами, которые разгружают рессоры и колеса автомобиля. Мачту крепят допол-

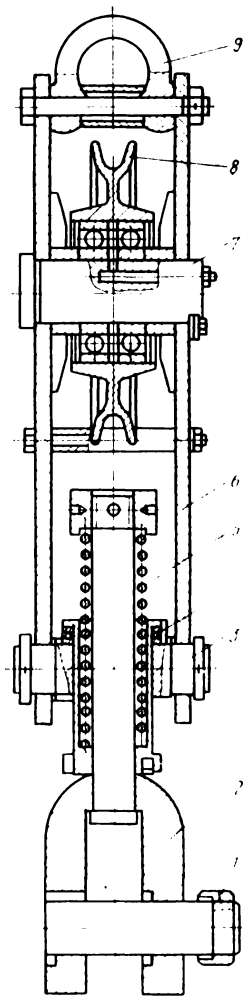


Рис. 30. Талевый блок установки УРБ-3АМ:
1 — запорный палец; *2* — серьга; *3* — траверса; *4* — подшипник; *5* — пружина; *6* — щеки; *7* — ось блока; *8* — блок; *9* — ушко.

нительно двумя ярусами канатных растяжек. На верху мачты имеется двухроликовый кронблок, который вместе с талевым канатом, наматываемым на барабан лебедки, и талевым блоком, закрепленным на конце талевого каната, составляют талевую систему.

С помощью талевой системы осуществляют спуско-подъемные операции и поддерживают колонны бурильных и обсадных труб на весу. Талевая система позволяет также опускать и поднимать колонны труб, вес которых значительно превышает грузоподъемную силу лебедки.

В установке УРБ-3АМ применен одностроликовый талевый блок (рис. 30) с серьгой. На серьге установлена пружина, приподнимающая бурильную трубу (свечу) над столом ротора при ее отвинчивании от колонны бурильных труб. Упорный шарикоподшипник, расположенный на траверсе, обеспечивает легкое вращение серьги.

Мачта снабжена специальными направляющими, по которым перемещается траверса вертлюга-сальника. Траверса имеет два ролика, один из которых сделан откидным для того, чтобы можно было легко завести траверсу в направляющие. Направляющие мачты и траверса препятствуют раскачиванию и проворачиванию корпуса вертлюга-сальника вместе с ведущей трубой при бурении. Вертлюг-сальник (рис. 31) предназначен для подвода нагнетаемой буровым насосом промывочной жидкости из невращающегося шланга во вращающуюся колонну бурильных труб.

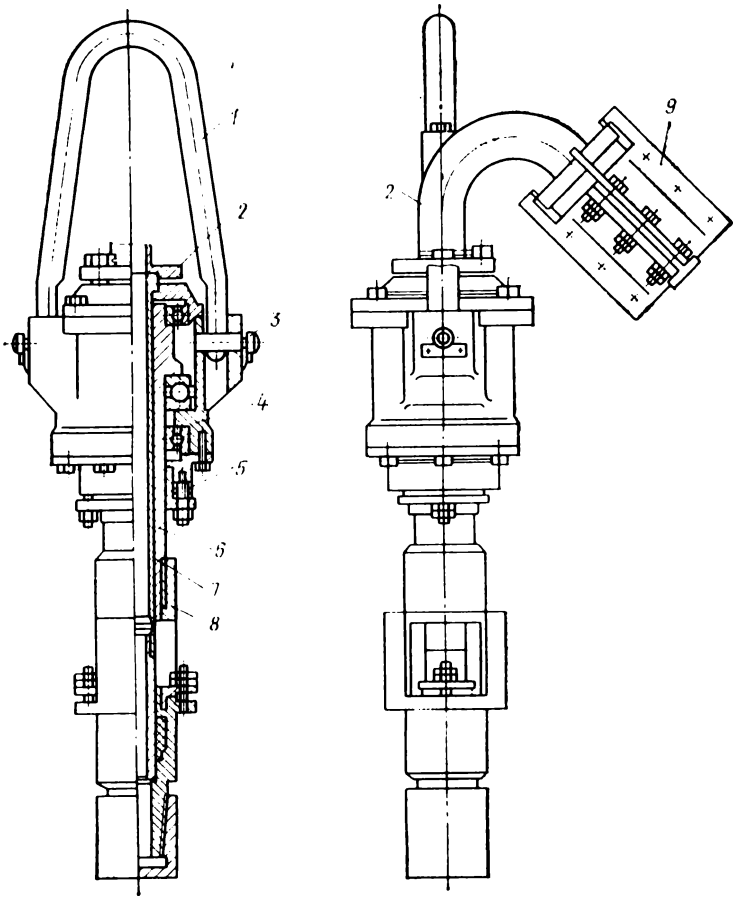


Рис. 31. Вертлюг-сальник установки УРБ-3АМ. Позиции даны в тексте.

Корпус *4* вертлюга-сальника представляет собой цилиндрическую отливку с выемками для размещения двух валиков *3* подвески штропа *1*, с помощью которого его подвешивают на серьге талевого блока. Во время бурения корпус вертлюга-сальника не вращается. Внутри корпуса на радиальных подшипниках смонтирован шпиндель *6* — основная вращающаяся деталь, воспринимающая массу колонны бурильных труб. На нижний конец шпинделя навернут замок *8*, соединяющий вертлюг-

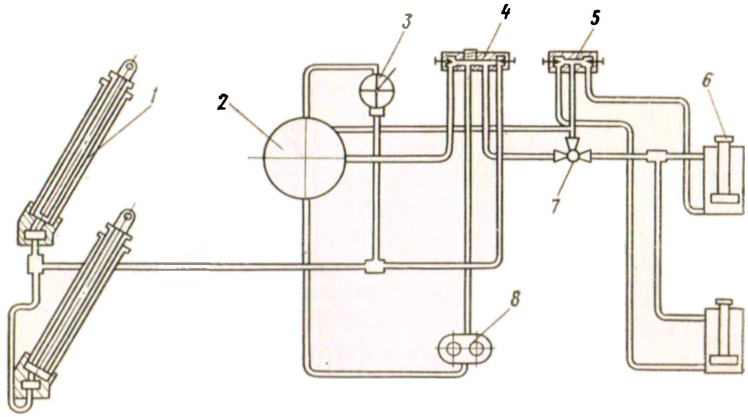


Рис. 32. Гидравлическая система установки УРБ-3АМ. Позиции даны в тексте.

сальник с ведущей трубой. Одновременно замок является корпусом сальника, который предотвращает вытекание промывочной жидкости и падение давления в нагнетательной линии. Гибкий шланг, по которому промывочная жидкость буровым насосом подается в трубу фланца *7* вертлюга-сальника, присоединяется к отводу *2* корпуса специальным хомутом *9*. Для смазки вращающихся частей вертлюга-сальника в корпус заливают масло, утечку которого предотвращают сальником *5*, установленным в нижней части шпинделя.

Гидравлическая система установки (рис. 32) предназначена для поднятия и опускания мачты, а также управления аварийными гидравлическими домкратами при ликвидации аварий с буровым снарядом и при извлечении обсадных труб.

Система состоит из масляного насоса *8* лопастного типа, ручного масляного насоса *3*, масляного бака *2*, распределителя *4* с предохранительным клапаном, двух гидравлических домкратов *1* подъема мачты, двух аварийных гидравлических домкратов *6* с распределителем *5* и трехходовым краном *7* и системы маслопроводов. В качестве рабочей жидкости в гидросистеме используют масло индустриальное 20.

Управляют гидравлическими домкратами подъема мачты и регулируют скорость ее подъема вентилями рас-

пределителя *4*, а аварийными домкратами — вентилями распределителя *5* и трехходовым краном.

Перед подъемом мачты открывают правый и левый вентили распределителя *4* и включают масляный насос. Затем завинчивают правый вентиль так, чтобы до его полного закрытия оставалось 1,5 ... 2 оборота. Левый вентиль постепенно закрывают, повышая давление в системе до 5,5 ... 6 МПа. При этом масло нагнетается в гидравлические домкраты, которые начинают поднимать мачту. При подходе ее к вертикальному положению скорость подъема уменьшают, приоткрывая левый вентиль. После того как мачта займет рабочее положение, левый вентиль открывают полностью, а правый закрывают и выключают масляный насос.

Перед опусканием мачты необходимо выпустить воздух из гидравлических домкратов, для чего открывают специальные краны в верхней части обоих домкратов. Масляный насос включают после открытия левого и правого вентилей распределителя *4*. Прикрывая левый вентиль, поднимают давление в системе и, выждав, пока через отверстия кранов выпуска воздуха домкратов не появится масло, закрывают их. После этого полностью открывают левый вентиль, а правый закрывают. Опускают мачту, приоткрывая на 0,5 ... 1 оборот левый вентиль. При этом масло из гидравлических домкратов под действием массы мачты вытекает и через распределитель поступает в маслобак. Скорость опускания мачты регулируют правым вентилем. Поворотом его вправо уменьшают скорость спуска, поворотом влево — увеличивают. Скорость опускания уменьшают по мере приближения мачты к стойкам рамы, на которые она должна ложиться без ударов. После того как мачта переведена в транспортное положение и уложена на стойки, отключают масляный насос и закрывают оба вентиля.

Обсадные трубы или буровой снаряд из скважины, когда их вес превышает грузоподъемность талевой системы установки, извлекают аварийными гидравлическими домкратами грузоподъемностью 300 т. Для работы с аварийными домкратами закрывают вентили распределителя *4* и открывают правый или левый вентиль распределителя *5*, а рукоятку трехходового крана ставят в положение «подъем». Затем включают масляный насос и вентилями распределителя *5* регулируют подачу масла в аварийные домкраты и соответственно скорость выдви-

2. Карта смазки буровой установки УРБ-3АМ

Место смазки	Число точек смазки	Смазка	Способ и режим смазки
Шестерни и подшипники:			
коробки передач	1	Масло индустриальное 45*, ГОСТ 20793—75	Заливать в картер, доливать 1 раз в неделю, менять 1 раз в месяц
ротора	1	Масло индустриальное 45, ГОСТ 20793—75	Заливать в картер, доливать 1 раз в смену
Гидросистема установки	1	Масло индустриальное 20, ГОСТ 20799—75	Заливать в маслобак, доливать по мере необходимости, менять 2 раза в месяц
Подшипники:			Заливать:
шкива коробки передач	2	УТВ, ГОСТ 1631—61	1...2 раза в смену
барабана лебедки	2	УТВ, ГОСТ 1631—61	1...2 раза в неделю
вала лебедки	1	УТВ, ГОСТ 1631—61	1 раз в неделю
вала контрпривода	2	УТВ, ГОСТ 1631—61	1 раз в смену

кронблока мачты	2	УТВ, ГОСТ 1631—61	1 раз в неделю
талевого блока	1	УТВ, ГОСТ 1631—61	то же
привода генератора	1	УТВ, ГОСТ 1631—61	» »
вертлюга-сальника	1	УТВ, ГОСТ 1631—61	1 раз в смену
Бугели:			Заливать:
коробки передач	1	УТВ, ГОСТ 1631—61	1...2 раза в неделю
муфты лебедки	1	УТВ, ГОСТ 1631—61	1...2 раза в смену
Канат лебедки	1	«ИК», ГОСТ 5570—50	1 раз в 10 дней по мере необходимости
Цепная передача лебедки	1	Масло индустриальное 30	
Шарниры элементов управления	—	Масло индустриальное 45*	то же
Подшипники игольчатые карданных валов	—	Масло трансмиссионное автотракторное, ГОСТ 542—50	1 раз в три дня

* В зимнее время применять масло индустриальное 30, ГОСТ 20799—75.

жения штоков. При этом давление в системе не должно превышать 6 МПа. При выходе штоков на величину хода поршня (на штоках отмечено риской) подъем прекращают, установив рукоятку трехходового крана в положение нейтраль. Опускают штоки при полном открытии вентилей распределителя *5*. Рукоятка трехходового крана должна находиться в положении спуск. Переключать этот кран при работе с аварийными домкратами можно только при открытых вентилях распределителя *5*. По окончании работы масляный насос выключают, а вентили распределителя закрывают.

В комплекте с аварийными домкратами применяют лафетный хомут с соответствующими клиньями, предназначенными для крепления извлекаемых из скважины труб.

Гидросистема установки снабжена также ручным масляным насосом, которым подают масло в гидравлические домкраты подъема мачты при неработающем приводном двигателе и опущенной мачте. С его помощью приподнимают мачту так, чтобы можно было откинуть кабину для свободного доступа к двигателю автомобиля. Высота подъема мачты над кабиной должна быть не менее 0,7 м. Мачту закрепляют специальными фиксаторами с болтами. При работе с ручным масляным насосом оба вентиля распределителя *4* должны быть полностью закрыты.

Большое значение для нормальной работы всех механизмов имеет правильная и своевременная смазка узлов трения. При смазке необходимо предупреждать загрязнение смазываемых поверхностей, применяемое для смазки масло должно быть чистым. Режим смазки установки и применяемая смазка приведены в таблице *2*.

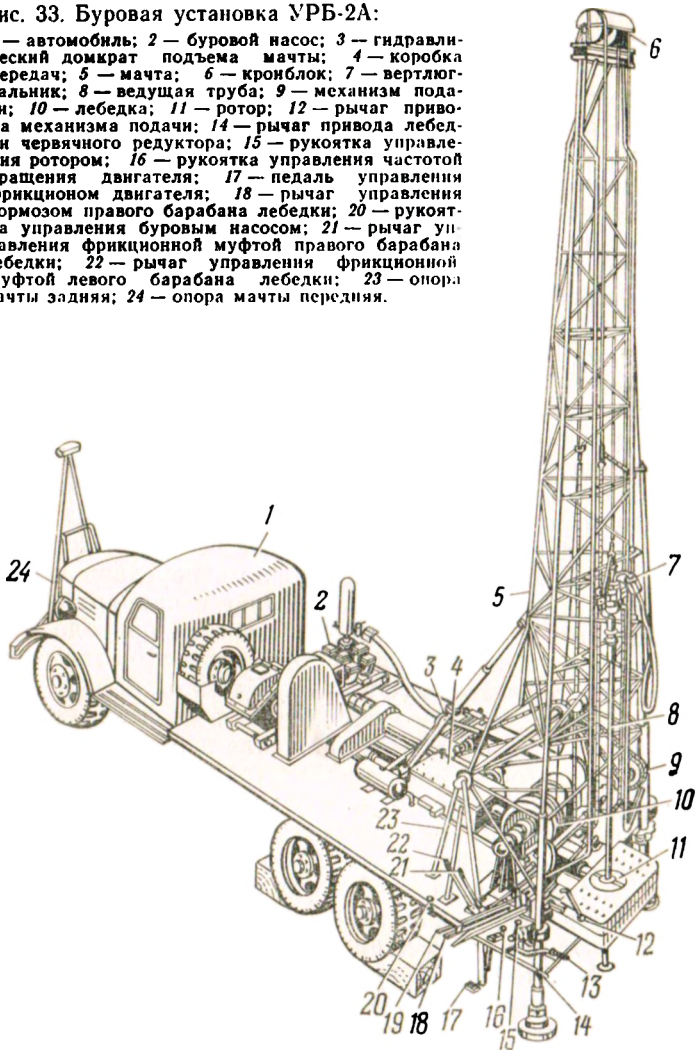
§ 3. Установка УРБ-2А

Самоходная буровая установка УРБ-2А (рис. 33) предназначена для бурения геофизических и структурных скважин глубиной до 200 м вращательным способом с промывкой сплошным и кольцевым забоями, а также неглубоких скважин на воду.

Глиномешалку, входящую в комплект буровой установки, устанавливают на земле в непосредственной близости от установки. Приводится она во вращение, так же как и все механизмы установки, от ходового двигате-

Рис. 33. Буровая установка УРБ-2А:

1 — автомобиль; *2* — буровой насос; *3* — гидравлический домкрат подъема мачты; *4* — коробка передач; *5* — мачта; *6* — кронблок; *7* — вертлюгсальник; *8* — ведущая труба; *9* — механизм подачи; *10* — лебедка; *11* — ротор; *12* — рычаг привода механизма подачи; *14* — рычаг привода лебедки червячного редуктора; *15* — рукоятка управления ротором; *16* — рукоятка управления частотой вращения двигателя; *17* — педаль управления фрикционом двигателя; *18* — рычаг управления тормозом правого барабана лебедки; *20* — рукоятка управления буровым насосом; *21* — рычаг управления фрикционной муфтой правого барабана лебедки; *22* — рычаг управления фрикционной муфтой левого барабана лебедки; *23* — опора мачты задняя; *24* — опора мачты передняя.



ля автомобиля. Установка оснащена буровым насосом 11ГрИ.

Мачта установки шарнирно укреплена на задней опоре, а при транспортировке ее укладывают в горизонтальное положение на переднюю опору.

Для работы в ночное время установка оборудована системой освещения из трех постоянных и одной переносной точек, расположенных на кронблоке мачты и у рабочего места бурильщика. Питание для электролампы подается от аккумулятора автомобиля.

Наличие в установке УРБ-2А двухбарабанной лебедки с независимым включением барабанов ускоряет и значительно облегчает спуско-подъемные операции и наращивание бурового снаряда, а наличие механизма подачи позволяет создавать дополнительную нагрузку на долото при бурении неглубоких скважин.

На рисунке 34 приведена кинематическая схема установки УРБ-2А. Механизмы установки приводятся в движение от ходового двигателя через коробку передач автомобиля *23* и коробку отбора мощности *1*. Через карданный вал *22* вращение от коробки отбора мощности поступает на трансмиссионный вал *19*. На этом валу свободно посажены шкив *21*, предназначенный для привода бурового насоса *2*, и шкив *17*, служащий для привода глиномешалки и механизма подачи. Вращение от этих шкивов через клиноременные передачи передается на буровой насос, глиномешалку и карданный вал *4* механизма подачи. Включают шкив *21* привода бурового насоса зубчатой муфтой *20*, а шкив привода глиномешалки — зубчатой муфтой *18*. Карданный вал механизма подачи включают фрикционной муфтой, встроенной в шкив *3*. С этого вала вращение передается на червячный редуктор *7*, состоящий из однозаходного червяка и червячного колеса, и через систему звездочек и цепных передач *8* и *10* на механизм подачи бурового снаряда, смонтированный на мачте *9*.

От трансмиссионного вала установки вращение передается также через карданный вал *16* на коробку передач *15*, а от нее через цепную передачу *6*, включаемую зубчатой муфтой *5*, на вал лебедки *13* и через карданный вал *12* на ротор *11*. От коробки передач вращение получает также масляный насос *14* гидравлической системы установки. С помощью коробки передач изменяют также частоту вращения ротора и лебедки. Обратное вращение ротора и других механизмов установки осуществляют включением передачи заднего хода в коробке передач автомобиля. Во избежание поломки узлов буровой установки работают при частоте вращения ходового двигателя не свыше 20 $с^{-1}$.

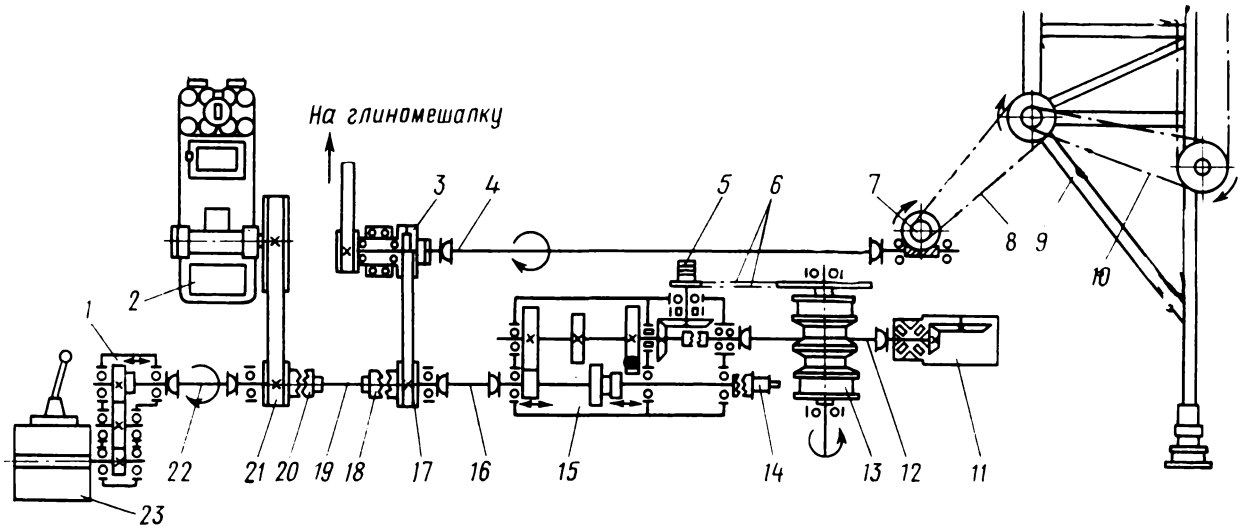


Рис. 34. Кинематическая схема установки УРБ-2А. Позиции даны в тексте.

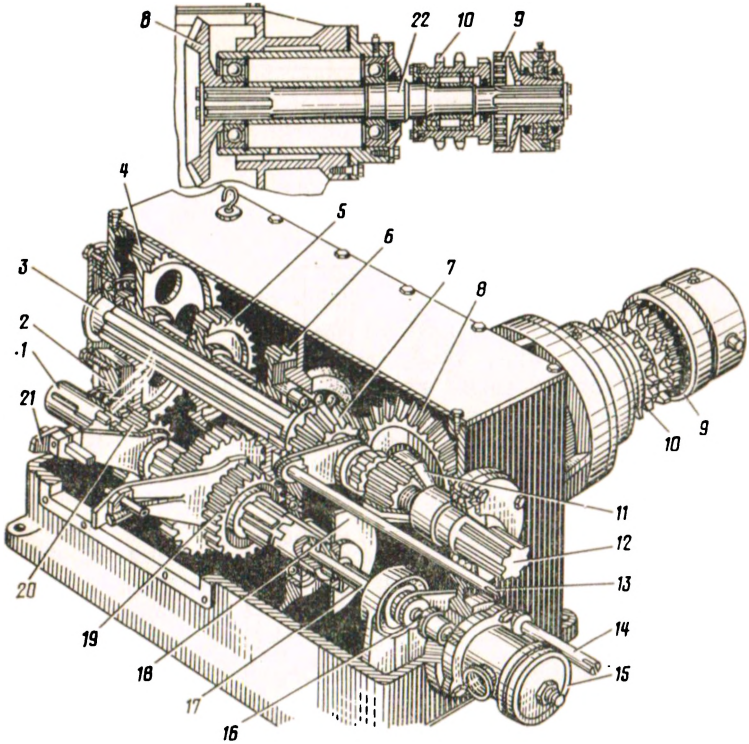


Рис. 35. Коробка передач установки УРБ-2А. Позиции даны в тексте.

Коробка отбора мощности передает вращение от ходового двигателя механизмам буровой установки. Смонтирована она на верхнем люке раздаточной коробки автомобиля, а включают ее рычагом из кабины автомобиля.

Коробка передач предназначена для передачи вращения на лебедку, ротор и масляный насос, а также для изменения частоты вращения лебедки и ротора.

В корпусе *2* коробки передач (рис. 35) на подшипниках размещены ведущий *1* и ведомый *3* валы, а также валы *12* и *22* привода ротора и лебедки. На шлицах ведущего вала посажены шестерня *20* и блок-шестерня *19*, перемещающиеся по валу вилками *21*. Механизм переключения снабжен специальным фиксатором, предупреждающим одновременное включение двух шестерен. На

ведомом валу закреплены шестерни *4*, *5* и *6* и ведущая коническая шестерня *7* углового редуктора привода лебедки. Поочередным соединением шестерни или блок-шестерни ведущего вала с соответствующими шестернями ведомого вала получают три различные частоты вращения ведомого вала, передаваемые на ротор и лебедку. Вал привода ротора включают зубчатой муфтой *11* посредством валика *13*. Вал привода лебедки получает вращение через конические шестерни *7*, *8* углового редуктора. На валу привода лебедки на подшипниках свободно установлена звездочка *10* привода лебедки, включаемая зубчатой муфтой *9*.

На корпусе коробки закреплен масляный насос *15* гидросистемы установки, вал *17* привода которого получает вращение от ведущего вала коробки. Включают насос кулачковой муфтой *16* через валик *14*.

Шестерни и подшипники валов коробки передач смазывают разбрызгиванием диском *18* масла, заливаемого в корпус коробки. Уровень масла проверяют щупом.

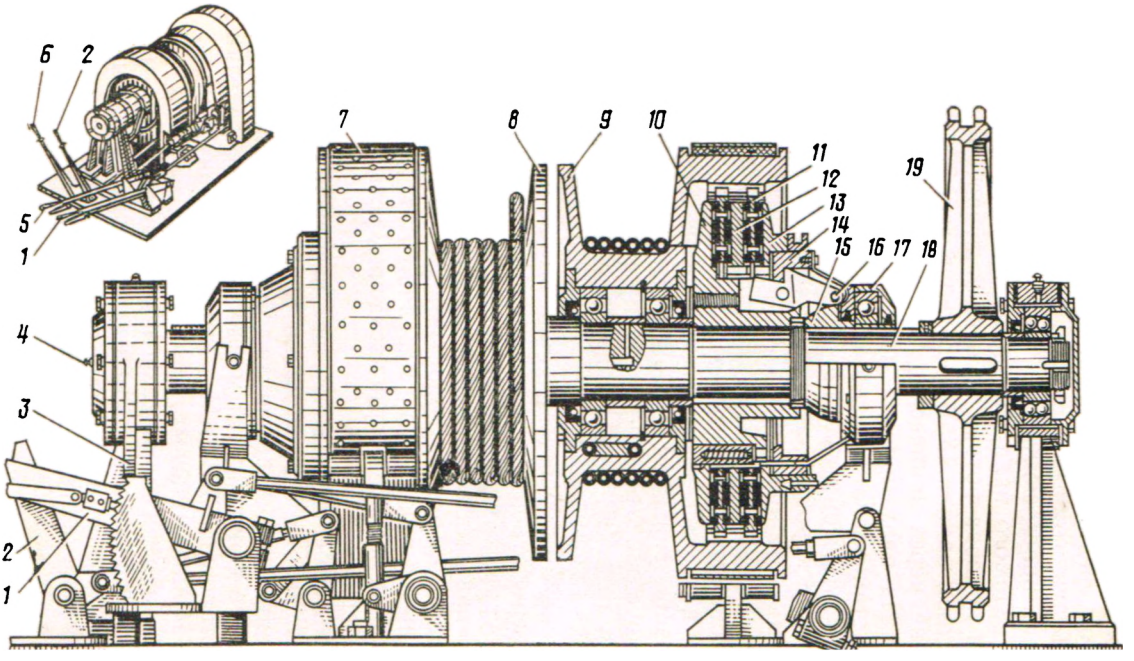
Лебедка (рис. 36) имеет два барабана, свободно посаженные на общем валу. Один барабан предназначен для поддержания бурового снаряда во время бурения и поднятия вертлюга-сальника с ведущей трубой при извлечения бурового снаряда из скважины, а второй — для спуско-подъемных операций с самим буровым снарядом. Максимальная грузоподъемность лебедки 2,5 т.

Вращение на вал лебедки передается от коробки передач двухрядной цепью через звездочку, установленную на валу лебедки.

Барабаны лебедки включаются независимо друг от друга двухдисковыми фрикционными муфтами, которые вмонтированы в тормозные шкивы барабана. Устройство их аналогично фрикционной муфте барабана лебедки буровой установки УРБ-3АМ. Включают фрикционные муфты барабанов рычагами.

Каждый барабан имеет свой ленточный тормоз с независимым управлением. Рычаги тормозов барабанов связаны с тормозными лентами системой тяг и вилок, позволяющих регулировать натяжение лент по мере их износа.

Ротор (рис. 37) по конструкции в основном похож на ротор, используемый в установке УРБ-3АМ. Проходное отверстие стола ротора меньше, чем в УРБ-3АМ, и позволяет производить спуск через него обсадных труб диаметром не более 150 мм.


6
2
5
1
4
3
2
1
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19

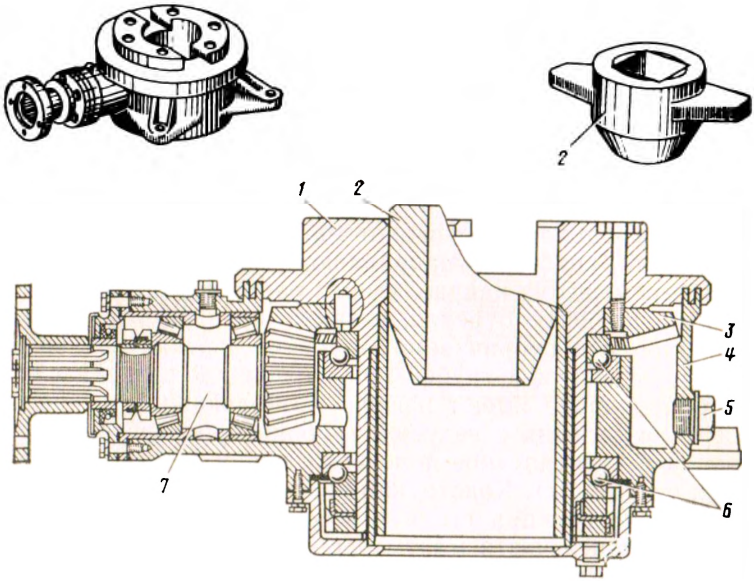


Рис. 37. Ротор установки УРБ-2А. Позиции даны в тексте.

В корпусе *4* ротора на двух одинаковых радиально-упорных подшипниках *6* установлен стол ротора *1* с прикрепленной к нему конической шестерней *3*. Вращение от коробки передач через карданный вал, приводной вал-шестерню *7* ротора и конические шестерни передается на стол ротора.

От стола ротора через специальный вкладыш *2*, имеющий внутреннее отверстие квадратного сечения под ведущую трубу и вставляемый в отверстие стола ротора, вращение передается на ведущую трубу.

Так же как и в роторе установки УРБ-3АМ, вращающиеся части ротора смазывают маслом, заливаемым в корпус, а для предохранения масла от загрязнения промывочной жидкостью в верхней части корпуса устроен кольцевой замок из двух выступов, входящих в кольцевые опоры стола ротора. Контроль за уровнем масла осуществляется через пробку *5*.

Мачта установки — трехгранная, сварная, предназначена для спуска-подъема бурильных и обсадных труб. С рамой установки она связана шарнирно. В рабочем

положении мачту устанавливают вертикально, а при транспортировке укладывают на переднюю стойку рамы в горизонтальное положение. В отличие от мачты установки УРБ-3ЛМ, она неразъемная и состоит из одной секции. Поднимают мачту в рабочее положение гидравлическим домкратом. Передние ноги мачты оснащены винтовыми домкратами, разгружающими задние оси автомобиля. Грузоподъемность мачты 2,5 т, а ее высота до оси кронблока составляет 10,7 м.

Мачта снабжена направляющими, которые служат для перемещения направляющих роликов вертлюга-сальника в процессе бурения, а также препятствуют раскачиванию и проворачиванию корпуса вертлюга-сальника вместе с ведущей трубой при бурении. В верхней части направляющие имеют изгиб, позволяющий вынимать вертлюг-сальник с ведущей трубой (при переводе установки в транспортное положение и при спуско-подъемных операциях). Конструкция вертлюга-сальника аналогична конструкции его в установке УРБ-3ЛМ.

В верхней части мачты расположен четырехроликовый кронблок, ролики которого закрыты кожухом.

Механизм подачи бурового снаряда расположен на мачте установки и создает дополнительную нагрузку на породоразрушающий инструмент. При выходе из строя двигателя автомобиля он может быть использован для аварийного подъема бурового снаряда вручную.

Вращение на механизм подачи передается через клиноременную передачу от трансмиссионного вала *19* (см. рис. 34), через карданный вал *4*, червячный редуктор *7* и звездочки цепной передачи.

В установке применен канатно-цепной механизм подачи. К щекам, установленным на цапфах вертлюга-сальника, прикреплены с одной стороны канаты, с другой — однорядные втулочно-роликовые цепи. Эти цепи огибают звездочки, установленные на валу механизма подачи, и стяжками соединяются с канатами, переброшенными через два крайних ролика кронблока мачты. В результате образуется замкнутая система, которая при вращении вала механизма подачи заставляет двигаться щеки с прикрепленным к ним вертлюгом-сальником, а вместе с ним и весь буровой снаряд.

Скорость механической подачи 6,3 см/с, а создаваемая нагрузка на породоразрушающий инструмент 20 кН.

При работе с механизмом подачи буровой снаряд

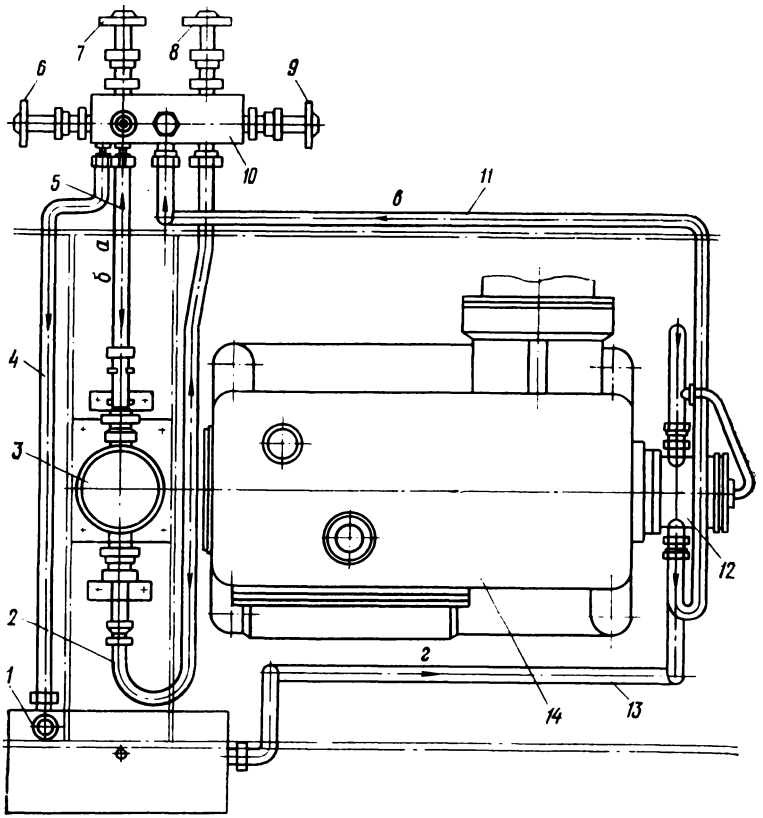


Рис. 38. Гидравлическая система установки УРБ-2А.

Стрелками указано направление движения масла: *а* — при спуске мачты; *б* — при подъеме мачты; *в* — от насоса к распределителю; *г* — из бака к насосу. Позиции даны в тексте.

опускают на забой скважины, полностью растормозив барабан лебедки. Регулируют нагрузку на долото включением и выключением фрикционной муфты.

Гидравлическая система установки (рис. 38) предназначена для подъема в рабочее положение мачты и опускания ее. Она состоит из масляного насоса *12*, приводимого во вращение от коробки передач *14*, распределителя *10* с четырьмя вентилями *6*, *7*, *8* и *9*, масляного бака *1*, гидравлического домкрата *3* и маслопроводов *2*, *4*, *5*, *11* и *13*.

Масло из бака засасывается по маслопроводу *13* маслонасосом и по маслопроводу *11* подается в распределитель. Из распределителя оно может поступать по маслопроводу *5* в нижнюю часть гидродомкрата (для подъема мачты), а по маслопроводу *2* в верхнюю часть гидродомкрата (для опускания мачты) или по сливному маслопроводу *4* обратно в масляный бак. Распределитель оборудован предохранительным клапаном.

Гидравлический домкрат телескопического типа двойного действия одним концом шарнирно опирается на раму установки, а другим — шарнирно соединен с мачтой. Под давлением масла, нагнетаемого масляным насосом, происходит последовательное выдвижение штоков гидродомкрата и подъем мачты в рабочее положение.

Перед подъемом мачты все вентили распределителя должны быть открыты на два-три оборота, а после включения масляного насоса закрывают запорный вентиль *8* опускания мачты. При этом масло, подаваемое насосом через вентиль *6* подъема мачты, перекачивается в сливной маслопровод *4*. Постепенно закрывая вентиль *6*, уменьшают количество масла, перекачиваемого в маслобак, и по маслопроводу *5* оно начинает поступать в нижнюю полость гидравлического домкрата. В результате давление в гидросистеме возрастает и при давлении около 3 МПа мачта начинает подниматься. При выходе из гидравлического домкрата наружного штока на 0,6 ... ... 0,7 м плавным завинчиванием вентиля *9* спуска мачты добиваются выдвижения внутреннего штока, находящегося в наружном штоке гидравлического крана, и, регулируя подачу масла вентилем *9*, плавно подводят ноги мачты к раме установки.

Крепят мачту хомутами к раме, перекрывают вентили *8* и *9*, а после выключения масляного насоса — *6* и *7*.

Перед опусканием мачты проверяют состояние гидросистемы, открыв полностью вентили *6* и *7* и закрыв вентили *8* и *9*. Включив масляный насос, постепенно закрывают вентиль *6*, повышая давление в гидросистеме до 1,5 ... 2 МПа. Если гидросистема исправна, приступают к опусканию мачты. Для этого открывают вентили *8* и *9*, а *6* и *7* закрывают. Затем, закрывая вентиль *9*, повышают давление до 1,5 ... 2 МПа и проверяют состояние маслопроводов, идущих от верхней части гидродомкрата, а также состояние манжет. При отсутствии утечек масла вентиль *6* отвинчивают на 1 ... 1,5 оборота и, завинчивая

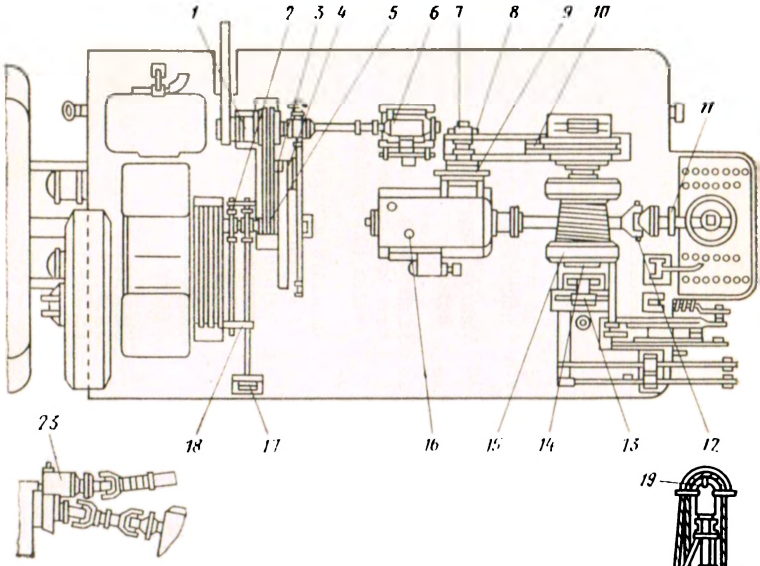


Рис. 39. Схема смазки установки УРБ-2А.

вентиль *9*, поднимают давление в гидросистеме до тех пор, пока мачта не начнет отклоняться от вертикали.

Дальше скорость опускания мачты регулируют вентилем *6*. Полностью закрыв его, можно прекратить опускание мачты в любом положении.

После того как наклон мачты составит меньше 45°, открывают на 1,5...2 оборота вентиль *9*, и мачта будет опускаться только под действием своей массы. Во избежание ударов и повреждений мачту укладывают на переднюю стойку с минимальной скоростью. Затем выключают масляный насос и закрывают все вентили распределителя.

Режим смазки, применяемая смазка и места смазки приведены в таблице 3 и на рисунке 39.

3. Карта смазки буровой установки УРБ-2А

Место смазки	Позиция на рисунке	Число точек смазки	Смазка	Способ и режим смазки
Шестерни и подшипники:				
коробки передач	16	1	Масло ТАП-15, ГОСТ 8412—57	Заливать в картер, доливать по мере надобности, уровень масла проверять ежедневно
ротора	11	1	Масло ТАП-15, ГОСТ 8412—57	Менять через 100 ... 150 ч работы
червячного редуктора механизма подачи	6	1	Масло ТАП-15, ГОСТ 8412—57	Заливать в картер, доливать по мере надобности, менять через 400 ч работы
коробки отбора мощности	23	1	Масло ТАП-15, ГОСТ 8412—57	Заливать в картер до верхней контрольной пробки, доливать в соответствии с указанием карты смазки автомобиля
Карданные валы трансмиссии, коробки передач и ротора	12	24	Масло ТАП-15, ГОСТ 8412—57	Смазывать через 100...150 ч работы
Привод механизма подачи	1	2	УС-1, ГОСТ 1033—79	Смазывать через 100 ч работы
Звездочка механизма подачи	21	2	УС-1, ГОСТ 1033—79	То же
Втулка оси поворота мачты	22	2	УС-1, ГОСТ 1033—79	» »
Опоры системы управления	18	—	УС-1, ГОСТ 1033—79	Смазывать через 50 ч работы

Бугели:				
трансмиссии	2	2	УС-1, ГОСТ 1033—79	Смазывать через 100 ч работы
привода механизма подачи	4	1	УС-1, ГОСТ 1033—79	То же
коробки передач	7	1	УС-1, ГОСТ 1033—79	То же
лебедки	14	2	УС-1, ГОСТ 1033—79	» »
Подшипники:				
натяжного ролика	3	1	УС-1, ГОСТ 1033—79	» »
трансмиссии	5	2	УС-1, ГОСТ 1033—79	» »
звездочки вала	8	2	УС-1, ГОСТ 1033—79	» »
отбора мощности на лебедку				
вала конической шестерни	9	1	УС-1, ГОСТ 1033—79	» »
звездочки натяжного устройства	10	1	УС-1, ГОСТ 1033—79	» »
вала лебедки	13	2	УС-1, ГОСТ 1033—79	» »
барабанов лебедки	15	4	УС-1, ГОСТ 1033—79	» »
вала кронблока	19	4	УС-1, ГОСТ 1033—79	» »
Шарнирные соединения управления	17	—	Масло индустриальное 45, ГОСТ 20799—75	Смазывать 1 раз в смену
Вертлюг-сальник	20	1	Масло индустриальное 50, ГОСТ 20799—75	Заливать в корпус, доливать 1 раз в смену, менять через 100...150 ч работы

Примечание. Смазку двигателя, коробки передач и раздаточной коробки автомобиля производить по прилагаемой инструкции из расчета 1 ч бурения равен 60 км пробега; смазку автомобиля — по прилагаемой инструкции.

§ 4. Буровой агрегат 1БА15В

Самоходный буровой агрегат 1БА15В предназначен для бурения вращательным способом с промывкой вертикальных скважин для отбора воды глубиной до 500 м с начальным диаметром 490 мм.

Буровой агрегат состоит из бурового и компрессорно-силового блока, двухосного прицепа для перевозки бурового инструмента, а также может комплектоваться насосно-силовым блоком.

Буровой блок состоит из коробки отбора мощности, коробки передач, лебедки, ротора, бурового насоса НБ-40, мачты с кронблоком и гидравлическими домкратами подъема, компрессора и воздухосборника пневматической системы, пультов управления, смонтированных на шасси автомобиля МАЗ-500А. Кроме того, буровой блок оснащен вертлюгом-сальником, ведущей трубой квадратного сечения, талевым блоком и гидравлическим индикатором веса.

В комплект бурового блока входит также глиномешалка вместимостью 0,75 м^3, устанавливаемая при работе около бурового блока.

Компрессорно-силовой и насосно-силовой блоки смонтированы на двухосных прицепах и имеют отдельные приводные двигатели.

Механизмы бурового блока приводятся во вращение от ходового двигателя через коробку передач автомобиля или от двигателя компрессорно-силового блока через карданный вал и боковой вывод коробки отбора мощности бурового блока. В этом случае компрессорно-силовой блок устанавливают около бурового блока.

Возможность привода механизмов бурового блока от любого из двух двигателей (автошасси или компрессорно-силового блока) повышает надежность ведения буровых работ и сокращает простои буровой бригады при выходе одного двигателя из строя.

Конструкция бурового блока установки позволяет работать с бурильными трубами, соединенными в свечи длиной до 12 м, и крепить скважины обсадными трубами длиной до 13 м. При этом через ротор установки можно опускать обсадные трубы диаметром до 377 мм.

В агрегате 1БА15В управление основными механизмами (ротором, лебедкой, буровым насосом и др.) пнев-

матическое, что значительно облегчает труд бурильщика.

Дублирование пневмоуправления рычагами обеспечивает надежность управления.

Управление механизмами бурового блока сконцентрировано у поста бурильщика с левой по ходу автомобиля стороны.

Буровой агрегат 1БА15В оснащен рядом устройств и механизмов, повышающих безопасность работы и культуру труда бурильщика. На агрегате имеются откидные металлические мостки, механизм развинчивания ротором бурильных труб диаметром 73 мм, гидрораскрепитель для работы с обсадными трубами, приспособления для выноса ведущей трубы и для продувки воздухом нагнетательной линии, противозатаскиватель талевого блока. На мачте агрегата смонтирована стрела с талью грузоподъемной силой до 12 кН.

Для работы в ночное время предусмотрена система освещения, работающая от генератора или от аккумуляторных батарей автомобиля.

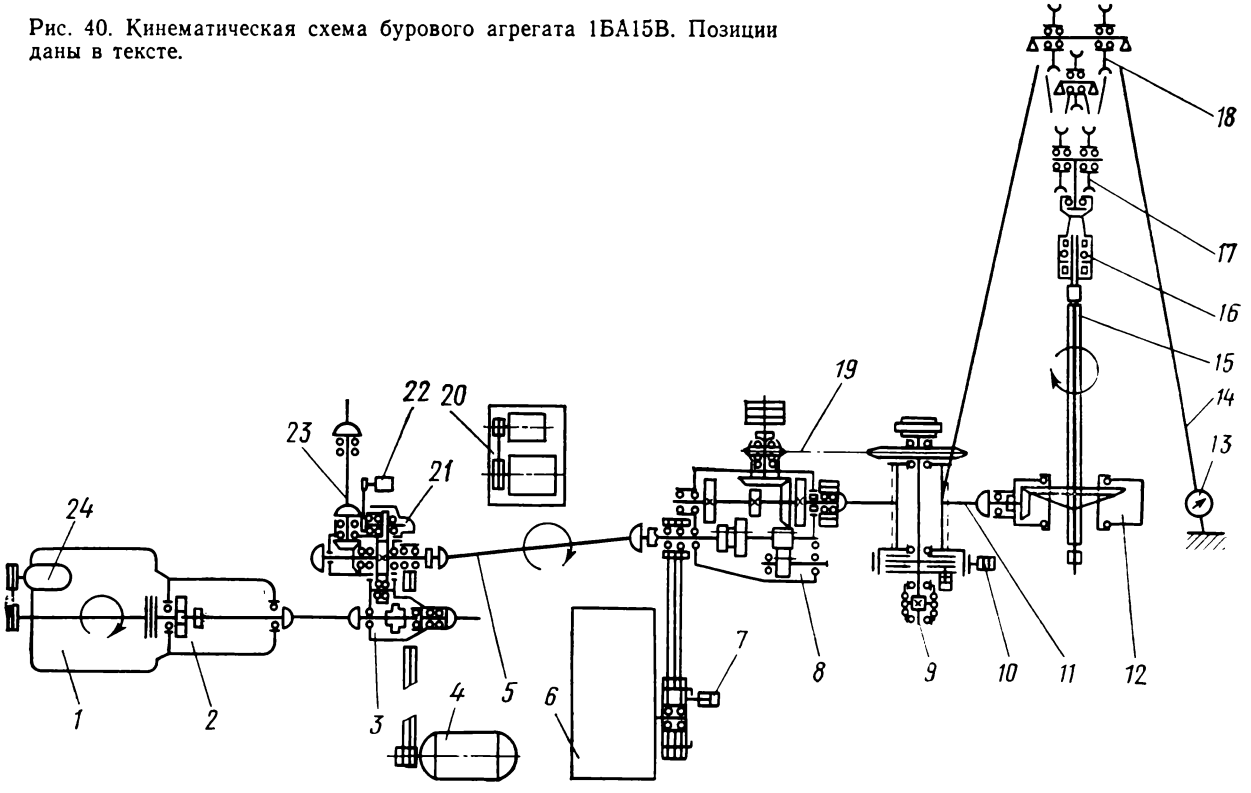
На рисунке 40 показана кинематическая схема бурового блока агрегата 1БА15В.

От ходового двигателя *1* вращение через коробку передач *2* автомобиля и карданный вал поступает на коробку отбора мощности *3*, а от нее передается всем механизмам бурового блока. Непосредственно от коробки отбора мощности вращение через клиноременные передачи получают генератор *4*, компрессор пневмосистемы *20* и тахогенератор *22*, а через зубчатую передачу получает масляный насос *21* гидравлической системы.

Привод механизмов бурового блока может также осуществляться через карданный вал *23* коробки отбора мощности от двигателя компрессорно-силового блока.

От коробки отбора мощности вращение через карданный вал *5* поступает на ведущий вал коробки передач *8* и от нее распределяется на лебедку *9*, ротор *12* и буровой насос *6*. Вал лебедки вращается с помощью цепной передачи *19*, а ротор — через шинно-пневматическую муфту коробки передач и карданный вал *11*. Вращение от ротора передается на ведущую трубу *15*, в верхней части которой находится вертлюг-сальник *16*. Буровой насос приводится в действие через клиноременную передачу. Включаются эти механизмы с помощью пневмокамер *7* и *10* и пневматических кранов. Сжатый воздух в

Рис. 40. Кинематическая схема бурового агрегата 1БА15В. Позиции даны в тексте.



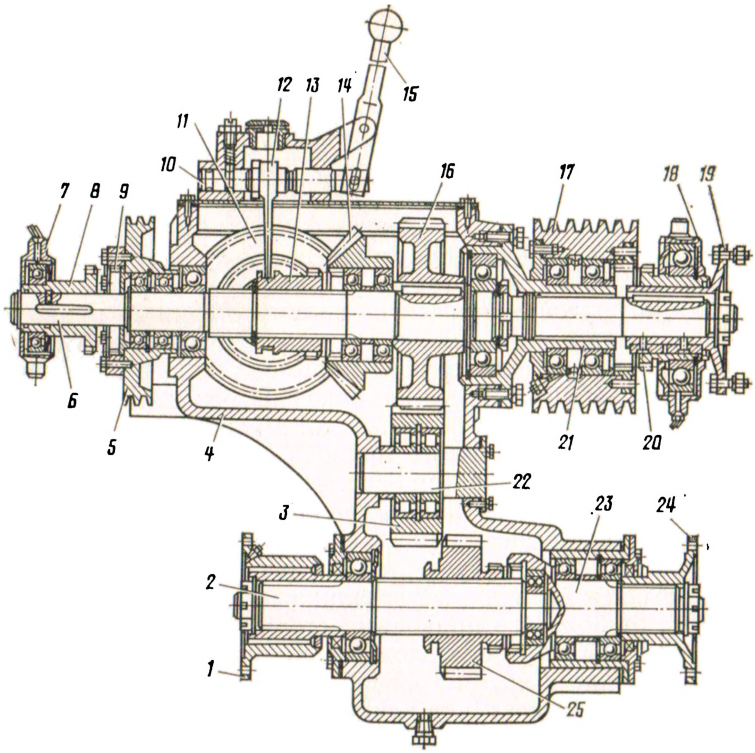


Рис. 41. Коробка отбора мощности агрегата 1БА15В. Позиции даны в тексте.

пневмосистему поступает от автомобильного компрессора *24* или компрессора *20*.

Коробка передач автомобиля и коробка передач бурового блока позволяют получить двенадцать прямых и четыре обратные частоты вращения ротора и барабана лебедки. Однако рекомендуется при работе в нормальном режиме использовать прямую (три прямые частоты вращения ротора и лебедки) и обратную (обратная частота вращения ротора и лебедки) передачи автомобиля.

В верхней части мачты размещен кронблок *18*, через ролики которого переброшен канат *14* лебедки. На канате, в разрыв которого встроен индикатор веса *13*, через талевый блок *17* подвешивается буровой снаряд.

Коробка отбора мощности (рис. 41) передает враще-

ние от ходового двигателя автомобиля механизмам бурового блока (в рабочем положении) или на задний мост автомобиля (в транспортном положении). С помощью бокового привода коробки механизмы бурового блока могут вращаться также и от двигателя компрессорно-силового блока (в рабочем положении).

При отборе мощности от двигателя автомобиля вращение карданным валом через фланец *1* передается на ведущий вал коробки. Ведущий вал *2* вращается в подшипниках, один из которых установлен в корпусе *4* коробки, а другой — в расточке вала-шестерни *23* привода заднего моста автомобиля. От ведущего вала вращение через шлицевую шестерню *25*, промежуточную шестерню *3*, установленную на подшипниках на оси *22*, и шестерню *16* передается на ведомый вал *6* коробки.

Мощность от бокового привода отбирается посредством карданного вала (см. рис. 41) через фланец, сидящий неподвижно на шлицах вала бокового привода, и две конические шестерни *11* и *14*. Включается боковой привод зубчатой полумуфтой *13*, перемещаемой с помощью рычага *15*, вилки *12* и валика *10* с фиксатором. При работе от бокового привода шестерню *25* ведущего вала ставят в нейтральное положение.

Вращение с ведомого вала *6* через фланец *19*, закрепленный на конусном конце вала, и карданный вал передается коробке передач бурового блока.

На ведомом валу свободно установлен шкив *5* привода компрессора бурового блока с зубчатой полумуфтой *9*, включаемой полумуфтой *8* посредством бугеля *7*. На стакане *21*, также размещенном на ведомом валу, свободно установлен шкив *17* привода генератора, включаемый во вращение полумуфтой *20* посредством бугеля *18*.

Задний мост автошасси получает вращение от фланца *24*, закрепленного неподвижно на валу-шестерне *23* привода заднего моста. Вал-шестерня *23* включается полумуфтой, составляющей одно целое с шестерней *25*. При включении заднего моста механизмы бурового блока отключаются. Полумуфта с шестерней *25* перемещается с помощью системы рычагов с места управления коробкой отбора мощности. В любом из трех положений шестерня *25* с полумуфтой фиксируется с помощью стопора рычага управления.

Шестерни и подшипники смазываются разбрызгива-

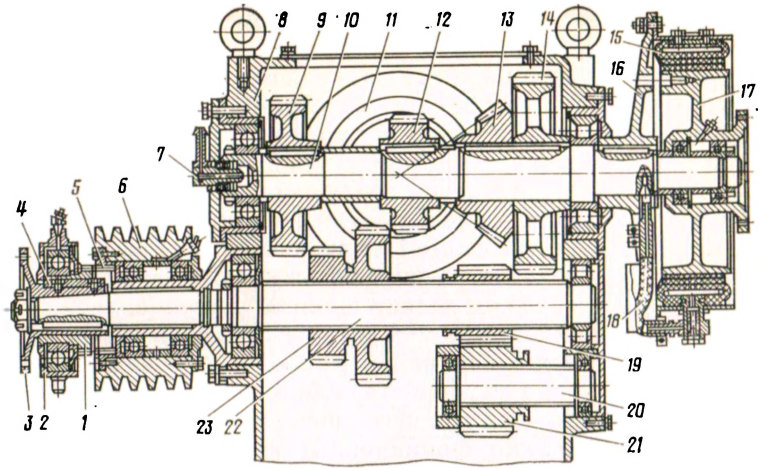


Рис. 42. Коробка передач агрегата 1БА15В. Позиции даны в тексте.

нием масла, заливаемого в корпус коробки отбора мощности.

Коробка передач приводит в действие буровой насос, лебедку и ротор, а также сообщает лебедке и ротору различную частоту вращения (рис. 42).

В корпусе *8* коробки на подшипниках смонтированы ведущий вал *22* с фланцем *3* для соединения через карданную передачу с коробкой отбора мощности, ведомый *10* и промежуточный *20* валы, а также вал привода лебедки. На ведущем валу на шлицах свободно установлены шестерня *19* и блок-шестерня *23*, а на ведомом — неподвижно три шестерни *9*, *12* и *14*. Перемещением шестерен ведущего вала и поочередным сцеплением их с соответствующими шестернями ведомого вала получают три частоты вращения ведомого вала. Обратное вращение ведомого вала осуществляют с помощью шестерен *19*, *21* и *14*. Перемещают шестерни ведущего и промежуточного валов вилками через систему валиков и рычагов.

На ведущем валу установлен на подшипниках также шкив *6* с полумуфтой *5* привода бурового насоса, включаемый полумуфтой *1* посредством бугеля *2*. Полумуфта *1* перемещается по ведущему валу на направляющей шпонке *4*.

Лебедка приводится во вращение от ведомого вала

через конические шестерни *11* ведомого вала и *13* вала привода лебедки.

От ведомого вала вращение через шинно-пневматическую муфту, работающую от пневмосистемы установки, получает также и ротор установки. Сжатый воздух от компрессора пневмосистемы под давлением 0,5 ... 0,6 МПа подается в муфту через вертлюжок *7*, находящийся на подшипниках в торцевой части ведомого вала, продольное отверстие в ведомом валу и пневмопровод *18*. Под давлением воздуха резиновый баллон *15* пневмомуфты расширяется и охватывает шкив *17*, установленный на подшипниках на ведомом валу и соединенный через фланец с карданным валом привода ротора. Баллон *15* располагают на ступице *16*, вращающейся вместе с ведомым валом. Для лучшего сцепления со шкивом к баллону прикрепляют фрикционные колодки. Вращение от ведомого вала через ступицу и баллон передается на шкив и карданный вал ротора. Управляют включением пневмомуфты с поста бурильщика. При ее отключении подача воздуха прекращается и баллон *15* со шкивом *17* расцепляются, ротор отключается. В аварийном случае (при выходе из строя пневмосистемы) для передачи вращения от ведомого вала ротору шкив *17* соединяют непосредственно со ступицей *16* специальными болтами через отверстия в ней.

Корпус коробки передач для удобства ремонтных работ выполнен разъемным, а для технического осмотра и регулировки зубчатых зацеплений в верхней его части имеется съемная крышка. Зацепление шестерен проверяют 1 ... 2 раза в месяц.

Шестерни и подшипники коробки передач смазывают разбрызгиванием масла, заливаемого в коробку.

Лебедка агрегата однобарабанная с двухдисковой фрикционной муфтой и одноленточным тормозом имеет такую же конструкцию и служит для тех же целей, что и лебедка установки УРБ-3АМ. Но в отличие от нее управлять фрикционной муфтой и тормозом лебедки агрегата 1БА15В можно как вручную, так и с помощью пневматической системы. Грузоподъемность лебедки 5,2 т.

Лебедка приводится во вращение от коробки передач через цепную передачу. Необходимое натяжение ведомой цепи привода лебедки создает натяжное устройство. Провисание нижней ветви цепи в натянутом состоянии должно быть не более 5 ... 8 мм.

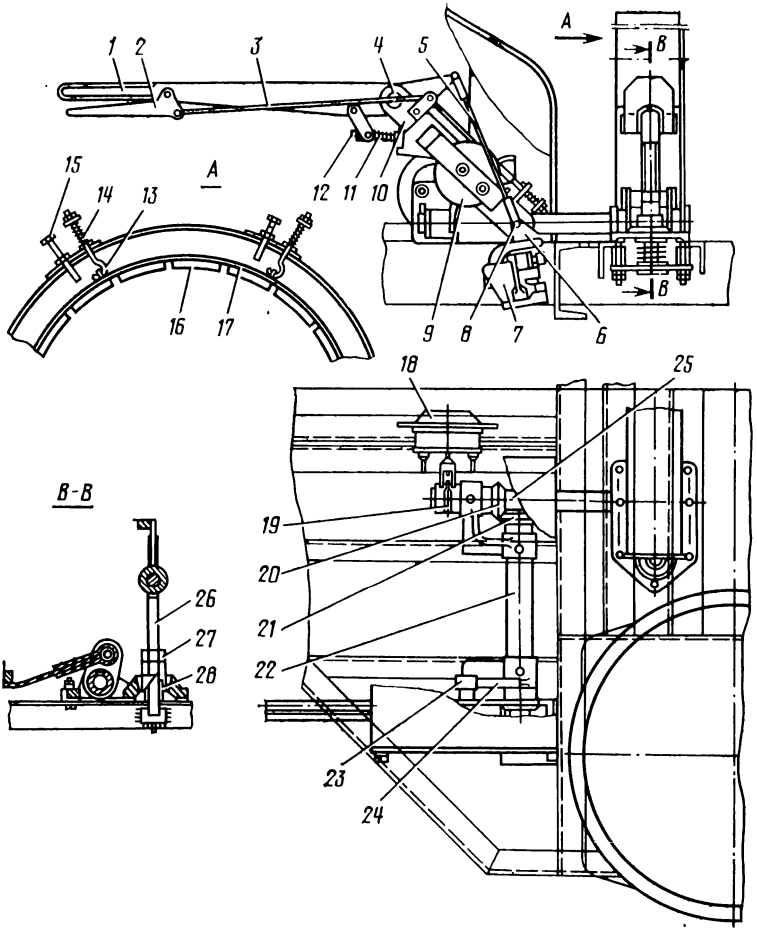


Рис. 43. Тормоз лебедки агрегата 1БА15В. Позиции даны в тексте.

Тормоз лебедки (рис. 43) — одноленточный с ретинаксовыми тормозными колодками *16*, закрепленными на тормозной ленте *17*. Включают тормоз рычагом *1*, состоящим из верхней и нижней частей. Правый конец верхней части рычага тягой *5* и планкой *6* соединен с рукояткой тормозного крана *7*, воздушная камера которого сообщается с тормозной камерой *18*. Чтобы включить тормоз, ослабляют фиксирующий тормозок *9*, прижав рукоятку *2* с тягой *3* к рычагу *1* и нажав на руко-

ятку рычага *1*. При небольших усилиях (до 80... 100 Н) рычаг *1* поворачивается вокруг оси *8*. При этом шестерня *23* перемещается по зубчатому сектору *24* вниз, а вал *22* через конические шестерни *20* и *21* поворачивает вал *25*, связанный с ходовым концом тормозной ленты. Усилие на рычаге регулируют пружиной *11* и гайкой *12*.

При увеличении усилия на рукоятке рычага *1* верхняя часть его поворачивается вокруг оси *4* и тягой *5* открывает тормозной кран *7*, который подает воздух в тормозную камеру *18*, поворачивающую рычагом *19* вал *25* и замыкающую тормоз.

Если в данный момент отпустить рукоятку рычага *1* и рукоятку *2*, то тормозок *9* зафиксирует положение шестерни *23* на зубчатом секторе и, следовательно, положение нижней части рычага *10*, а верхняя часть рычага под действием пружины *11* возвратится в исходное положение.

Устройство фиксирующего тормозка аналогично используемому в рычаге тормоза лебедки буровой установки УРБ-3АМ.

Длину тормозной ленты регулируют болтом *26*, гайкой *28* и контргайкой *27*, установленными на неподвижном конце ленты.

При включении тормоза лента *17* оттягивается от тормозного шкива барабана лебедки пружинами *14* с помощью крюков *13*, а зазор между тормозными колодками и тормозным шкивом регулируется болтами *15*.

Фрикционную муфту лебедки включают рычагом, имеющим такое же устройство, как и рычаг тормоза лебедки. Для более удобной работы рычаг отнесен от оси лебедки вправо.

Ротор агрегата в основном аналогичен ротору установки УРБ-3АМ. Отличается он увеличенным диаметром проходного отверстия стола ротора (410 мм), бóльшими размерами и массой, а также конструкцией. Управляют ротором с поста бурильщика.

Вращающиеся детали ротора смазывают разбрызгиванием масла, заливаемого в корпус ротора.

Мачта агрегата 1БА15В трехсекционная сварная. Высота мачты до оси кронблока 18 м, а ее максимальная грузоподъемность 20 т. Конструкция ее аналогична конструкции мачты установки УРБ-3АМ. Изготовлена она из тонкостенных труб и оснащена съемным трехро-

ликовым двухосным кронблоком. Соединение мачты со стойками рамы установки, а также секций между собой шарнирное. Поднимают и опускают мачту двумя гидравлическими домкратами двухстороннего действия, управляют которыми с поста бурильщика. В рабочем положении мачта опирается одной стороной на стойки рамы установки, а другой — на две ноги, имеющие винтовые домкраты. Для устойчивости мачты устанавливают растяжки.

При бурении глубоких скважин на мачте с помощью болтов, укосин и растяжек крепят полати с магазином для установки бурильных труб. Полати имеют съемное ограждение с брезентовым укрытием.

В агрегате 1БА15В применен двухроликовый талевый блок.

Кронблок мачты с талевыми блоком и канатом образует талевую систему установки. Для крепления неподвижного конца каната на правой передней ноге мачты имеется специальное приспособление. При этом на барабане приспособления должно быть не менее двух витков каната, закрепленного не менее чем тремя зажимами.

Вертлюг-сальник агрегата имеет такую же конструкцию, как и применяемый на установке УРБ-3АМ, но большей грузоподъемности.

Гидравлическая система агрегата смонтирована на платформе бурового блока и предназначена для подъема и опускания мачты и работы с гидрораскрепителем (рис. 44).

Масляный насос *4* с рабочим давлением до 10 МПа крепят к корпусу коробки отбора мощности. С помощью насоса масло из масляного бака *1* через сетчатый фильтр *2*, муфтовый кран *3* и обратный клапан *5* поступает в реверсивный золотник *9* нагнетательной линии гидросистемы, а от него через крановый распределитель *8* в гидравлические домкраты *19* подъема мачты или в гидрораскрепитель *7* либо через дроссель *12* «слив» и пластинчатый фильтр *13* на слив в масляный бак.

Реверсивный золотник изменяет направление движения гидравлических домкратов подъема и опускания мачты и гидрораскрепителя. Предохранительный клапан *6* с переливным золотником предохраняет гидросистему от перегрузок при давлении более 16 МПа.

Предохранительный клапан *6*, реверсивный золотник,

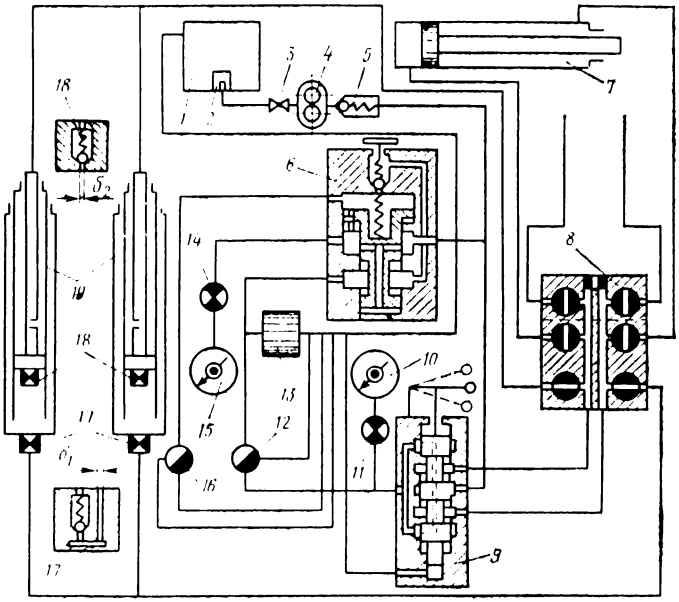


Рис. 44. Гидравлическая система агрегата 1БА15В. Позиции даны в тексте.

манометры *10* и *15* с демпферами *11* и *14*, дроссели «напор» *16* и «слив» *12*, а также пластинчатый фильтр расположены на пульте управления гидросистемой у поста бурильщика. Гидравлические домкраты подъема мачты, гидрораскрепитель, крановый распределитель и масляный бак смонтированы на платформе бурового блока. Гидравлические домкраты подъема мачты оборудованы предохранительными *17* и переливными *18* дросселями.

В качестве рабочей жидкости в гидросистеме используют масло индустриальное 20 (веретенное 3) или турбинное 22 Л). В зимнее время применяют масло индустриальное 12 (веретенное 2), трансформаторное или веретенное АУ. При использовании в гидросистеме в качестве рабочей жидкости масла индустриального полностью его заменяют через 6 месяцев, масла турбинного и трансформаторного — через 12 месяцев.

Перед подъемом мачты проверяют положение вентилей на крановом распределителе *8* и уровень масла в масляном баке гидросистемы. Вентили гидравлических домкратов подъема мачты должны быть открыты, а ос-

тальные закрыты. Включают масляный насос и дают ему поработать вхолостую в течение 5...8 мин (зимой 12...15 мин) для удаления воздуха из гидросистемы. При этом давление в ней может подниматься до 1,5 МПа.

Для подъема мачты рукоятку реверсивного золотника переводят в верхнее положение и, повернув дроссель «напор» против часовой стрелки, поднимают давление в системе до 8...10 МПа. При этом мачта начинает медленно подниматься. При подходе ее к вертикальному положению рукоятку реверсивного золотника ставят в среднее положение и затем медленно устанавливают мачту в рабочее положение, переводя рукоятку золотника из среднего положения в верхнее и обратно. После того как мачта поднята и закреплена, давление в гидросистеме снижают, повернув дроссель «напор» по часовой стрелке до деления на лимбе 45...50, и выключают масляный насос.

Перед опусканием мачты, так же как и при ее подъеме, проверяют положение вентилей на крановом распределителе и уровень масла в баке и включают масляный насос. Через 5...8 мин после включения насоса рукоятку реверсивного золотника ставят в верхнее положение и поднимают давление в гидросистеме до 3...5 МПа, повернув дроссель «напор» против часовой стрелки, и систему 4...5 мин прокачивают для удаления воздуха из нижних полостей гидравлических домкратов. Прекращение сильного колебания стрелки манометра «напор» будет свидетельствовать об отсутствии воздуха в нижних полостях домкратов и напорной магистрали. Продолжая прокачивать систему, закрывают дроссель «слив». Выравнивание давления в манометрах «напор» и «слив» свидетельствует о том, что масло переливается из нижней полости домкратов в сливную магистраль. Затем открывают дроссель «слив», повернув его по часовой стрелке до деления 45...50 на лимбе, переводят рукоятку реверсивного золотника в нижнее положение и, медленно повернув дроссель «напор» против часовой стрелки, делают пробное незначительное опускание мачты. При необходимости гидросистему прокачивают повторно.

После перехода мачтой «мертвой» точки снижают давление в системе, повернув дроссель «напор» по часовой стрелке до деления 40...50 на лимбе, и выключают масляный насос. Далее мачта опускается под действием собственного веса при выключенном насосе.

Мачту при неработающем двигателе поднимают на высоту, позволяющую откинуть кабину автомобиля на платформе агрегата, гидравлическим домкратом аварийного подъема с ручным приводом.

Пневматическая система установки облегчает труд бурильщика и обеспечивает дистанционное управление механизмами установки, а также включение и отключение их на ходу. Она состоит из компрессора бурового блока, автомобильного компрессора, основного воздухосборника вместимостью 270 л и двух автомобильных по 23 л каждый, маслоотделителя, трех тормозных камер с рабочим ходом 45 мм и двух с рабочим ходом 59 мм, двух тормозных кранов, пневмомуфты привода ротора, пяти прямоточных кранов, трех переключательных клапанов, воздухопроводов и питающего редуктора.

Пневмосистема оснащена также пятью сливными кранами, тремя запорными клапанами, тремя обратными клапанами, двумя манометрами, предохранительным клапаном и дроссельной шайбой.

Компрессор бурового блока с основным воздухосборником смонтирован на платформе установки, а автомобильный компрессор — на ходовом двигателе. Компрессор бурового блока получает вращение от коробки отбора мощности через клиноременную передачу. Компрессор поршневой четырехцилиндровый двухступенчатый с воздушным охлаждением производительностью до 5 л/с при рабочем давлении 0,8 МПа. От компрессора сжатый воздух поступает через обратный клапан в воздухосборник. Обратный клапан препятствует движению воздуха из воздухосборника в компрессор во время его остановки. При работе с автомобильным компрессором сжатый воздух в воздухосборник проходит через автомобильные воздухосборники, запорный кран и обратный клапан. Давление контролируют с помощью манометра. Воздухосборник — сосуд высокого давления, поэтому эксплуатироваться он должен в соответствии с правилами технического надзора. Он оснащен предохранительным клапаном, отрегулированным на давление 0,85 МПа. Сжатый воздух из него через влагоотделитель и маслоотделитель поступает в системы управления отдельными механизмами установки.

Фрикционные муфты двигателей бурового и компрессорно-силового блоков, буровой насос, а также фрикционную муфту и ленточный тормоз лебедки включают с

помощью тормозных камер. Управляют тормозными камерами двигателей и бурового насоса кранами, установленными на щите пневмоуправления, а тормозными камерами лебедки — кранами, сблокированными с рычагами ручного управления лебедкой.

Пневмомуфта привода ротора также управляется краном, установленным на щите пневмоуправления. Давление в пневмомуфте регулируют от 50 до 650 кПа питающим редуктором, а контролируют манометром.

Щит пневмоуправления расположен у пульта бурильщика.

При работе на буровом агрегате 1БА15В в зимнее время необходимо продувать все воздухосборники пневмосистемы не менее 5..7 раз в смену для удаления воды.

Электрическая система агрегата предназначена для освещения и питания электроэнергией двигателя глиномешалки. Основной источник электроэнергии — синхронный генератор трехфазного тока мощностью 12 кВт, приводимый во вращение от коробки отбора мощности через клиноременную передачу. Дополнительно к генератору можно подключать электродвигатель мощностью 4,5 кВт и две электропечи мощностью по 1 кВт.

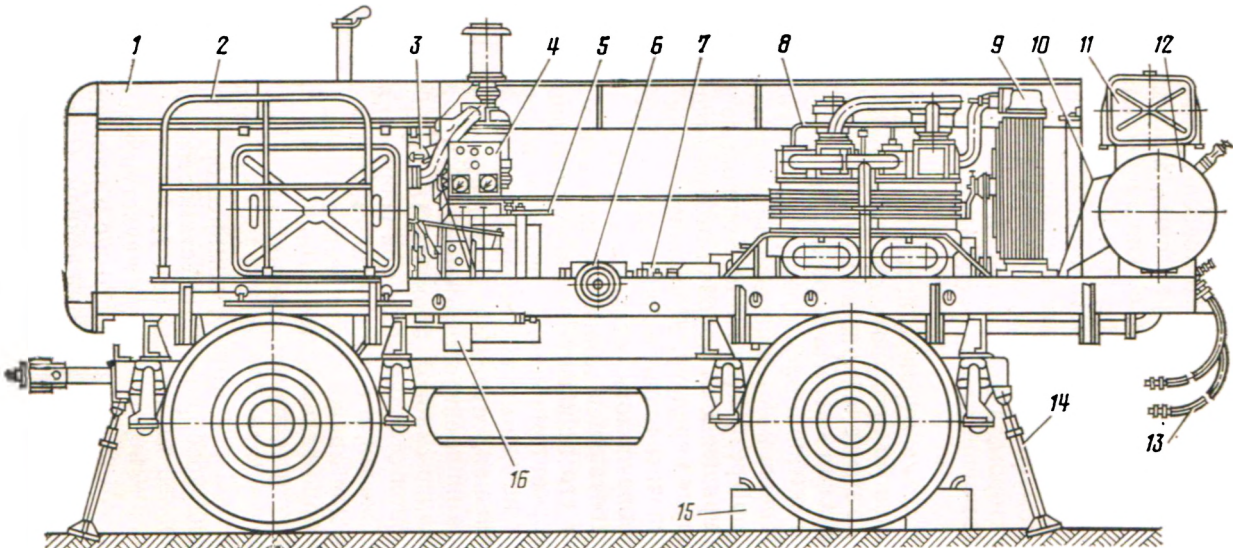
При неработающем двигателе или при малой частоте вращения его используют аккумуляторные батареи или генератор автомобиля. Буровой и насосно-силовой блоки имеют по две аккумуляторные батареи.

Измерительная, пусковая и защитная аппаратура смонтирована на электрощите управления.

Компрессорно-силовой блок ПК-15 служит для проведения пробной откачки воды при сооружении скважин для водоснабжения, а его двигатель может быть использован также для привода механизмов бурового блока.

Компрессорно-силовой блок (рис. 45) установлен на двухосном автоприцепе. На специальной раме *7* находятся приводной двигатель *3* (дизель Д-108), прикрытый капотом *1*, угловой редуктор *6*, компрессор *8* с холодильником *9* и воздухосборник *12* вместимостью 0,5 м³, на котором установлен топливный бак *11*.

Компрессор — вертикальный двухступенчатый поршневой типа К-9М с расходом 170 л/с и рабочим давлением 0,6 МПа и воздушным охлаждением. Сжатый воздух от компрессора по трубопроводам *10* поступает в воздухосборник, из которого он отбирается через гибкие шланги *13*.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16

Для управления приводным двигателем служит рукоятка *5*.

Вращение от приводного двигателя компрессора механизмам бурового блока передается угловым редуктором, соединенным с двигателем через фрикционную муфту сцепления *16*, а с компрессором — через карданный вал. Управление фрикционной муфтой компрессора пневматическое дистанционное, на пульте бурильщика, а также местное ручное. Контролируют работу двигателя и компрессора по приборам на щитке *4*.

Чтобы разгрузить рессоры прицепа при рабочем положении, устанавливают четыре винтовых домкрата *14*, а под колеса подкладывают башмаки *15*. Для удобства обслуживания двигателя и компрессора на раме имеются боковые мостки с перилами *2*. Скорость передвижения компрессорно-силового блока по шоссейным дорогам не должна превышать 35 км/ч, а по проселочным — 20 км/ч.

Насосно-силовой блок предназначен для промывки скважин. Применяют его, когда насос бурового блока не обеспечивает достаточной подачи в скважину промывочной жидкости (при бурении скважин большого диаметра, высокой скорости бурения, применении специальных типов долот и др.). При необходимости двигатель насосно-силового блока может быть использован для привода механизмов бурового блока.

Насосно-силовой блок (рис. 46) состоит из силовой и насосной частей, смонтированных на общей раме *10*, установленной на двухосном автоприцепе.

Силовая часть включает в себя двигатель *12*, угловой

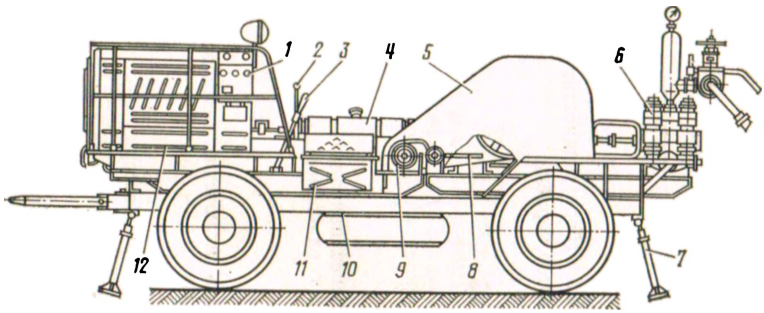


Рис. 46. Насосно-силовой блок. Позиции даны в тексте.

4. Карта смазки агрегата 1БА15В

Узлы смазки	Число точек смазки	Смазка	Способ и режим смазки
		Буровой блок	
Коробка отбора мощности:			
картер коробки	1	Масло индустриальное 45*, ГОСТ 20799—75	Заливать через отверстие в крышке при работе от двигателя автошасси в объеме 10...12 л и при работе от бокового привода 18...20 л, доливать по мере необходимости. Менять через 6 месяцев, при смене ванну промыть керосином
фланец привода 1 (шлицевое соединение)	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	Шприцевать 1 раз в смену до выдавливания свежей смазки из уплотнения или между фланцами коробки отбора и карданного вала
бугель включения компрессора	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	Шприцевать 1 раз в смену до появления свежей смазки из уплотнений
шкив компрессора	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	То же
бугель включения генератора	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	» »
шкив привода генератора	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	» »
боковой привод	2	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	Шприцевать до появления свежей смазки из уплотнений. При работе с боковым приводом — 1 раз в смену, если привод не используется — 1 раз в 10 дней
Коробка передач:			
картер коробки	1	Масло индустриальное 45*	Заливать через отверстие в крышке коробки (14...15 л), (доливать по мере необходимости, но не реже 1 раза в неделю). Контролировать по рискам на щупе. Менять через 6 месяцев, при смене ванну промыть керосином
бугель включения насоса	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	Шприцевать 1 раз в смену до появления свежей смазки из уплотнений
шкив привода насоса	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	То же
шкив пневмомуфты	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	» »
бугель включения лебедки	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	» »
звездочка привода лебедки	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	» »
Лебедка:			
барабан	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	Шприцевать 1 раз в неделю (500 г)
опоры вала	2	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	Шприцевать 1 раз в 3 дня до появления свежей смазки из уплотнений
безопасная катушка	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	То же
бугель муфты	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	Шприцевать 1 раз в смену до появления свежей смазки из уплотнений

Продолжение

Узлы смазки	Число точек смазки	Смазка	Способ и режим смазки
ролик натяжного устройства	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	То же
шарниры натяжного устройства	—	Масло индустриальное 30	Смазывать с помощью ручной масленки через отверстие в кожухе 1 раз в 10 дней
цепная передача	—	То же	То же, 2...3 раза в смену
Тормоз лебедки:			
подшипники валов	3	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	Шприцевать 1 раз в 3 дня до появления свежей смазки из уплотнений
зубчатые передачи	2	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	Шприцевать в зацепление, проворачивая 2...3 раза. Смазывать 1 раз в 3 дня
шарниры тормоза и шарниры включения фрикциона лебедки	—	Масло индустриальное 30	Смазывать с помощью ручной масленки 1 раз в смену
Ротор:			
ванна ротора	1	Масло индустриальное 45**	Заливать через отверстие до верхнего показания на щупе (6 л), доливать ежедневно. Менять после бурения каждой скважины, а также при обнаружении в ванне глинистого раствора, но не реже 4 раз в месяц. При смене ванну промыть керосином с обязательным вращением стола
ванна верхнего подшипника	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033-79	Шприцевать (2...2,5 л) 1 раз в 3 дня, а также при каждой смене масла в ванне ротора
Валы карданные:			
поверхности шлицевых соединений	—	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033-79	Шприцевать 1 раз в смену до появления свежей смазки из сальников
игольчатые подшипники	—	Масло трансмиссионное автотракторное летнее (нигрол Л). ГОСТ 542—50	Шприцевать 1 раз в смену до появления свежей смазки из контрольного клапана
Мачта:			
кронблок	3	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033-79	Шприцевать 1 раз в неделю до появления свежей смазки из уплотнений
опоры мачты и шарниры	4	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033-79	Смазывать перед подъемом и опусканием мачты
опоры гидродомкратов	4	Масло индустриальное 30	То же

Продолжение

Узлы смазки	Число точек смазки	Смазка	Способ и режим смазки
Талевый блок:			
ролики	2	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033-79	Шприцевать 1 раз в неделю до появления свежей смазки из уплотнений
ванна упорного подшипника	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033-79	Закладывать под кожух 100...150 г смазки 1 раз в месяц
Талевый канат	1	Нигрол Л***	Смазывать с помощью ручной масленки 1 раз в смену
Вертлюг-сальник:			
ванна	1	Масло индустриальное 45**	Заливать через отверстие в крышке (1,5 л), доливать 1 раз в смену. Менять 1 раз в месяц, при смене ванну промыть керосином
цапфа штропа	2	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	Шприцевать 1 раз в 3 дня
Управление буровым блоком:			
шарниры	—	Масло индустриальное 30	Смазывать 1 раз в 3 дня
опоры валиков управления	—	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	Шприцевать 1 раз в 3 дня
		Компрессорно-силовой блок	
Ванна редуктора	1	Масло индустриальное 45*	Заливать через отверстие в крышке (3,5...4 л), доливать ежедневно до верхнего показателя на щупе. Менять через 6 месяцев, при смене ванну промыть керосином

Фланец на валу	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	Шприцевать 1 раз в смену до появления свежей смазки из уплотнения
Игольчатые подшипники карданного вала	4	Нигрол Л***	Шприцевать 1 раз в смену до появления свежей смазки из контрольного клапана
		Насосно-силовой блок	
Ванна редуктора	1	Масло индустриальное 45*	Заливать через отверстие в крышке (9 л), доливать ежедневно до верхнего показателя на щупе. Менять через 6 месяцев, при смене ванну промыть керосином
Бугель включения насоса	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033—79	Шприцевать 1 раз в смену до появления свежей смазки из уплотнений
Шкив привода насоса	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033-79	Шприцевать 1 раз в неделю до появления свежей смазки из уплотнений, добавлять 1 раз в смену 30...50 г
Фланец привода (шлицевое соединение)	1	УС-1 или УС-2, ГОСТ 1033-79	Шприцевать 1 раз в смену до появления свежей смазки из шлицевого соединения
Карданный вал	1	Нигрол Л***	Шприцевать 1 раз в смену до появления свежей смазки из контрольного клапана

* При работе в зимнее время (при температуре от минус 5 °С до минус 20 °С) применять масло индустриальное 30, ГОСТ 20799—75;

** При работе в зимнее время применять масло индустриальное 20, ГОСТ 20799—75;

*** При работе в зимнее время применять масло трансмиссионное автотракторное зимнее (нигрол 3), ГОСТ 542—50.

редуктор *9*, топливный бак *4*, аккумуляторный ящик *11*, управление *3* сцеплением двигателя и управление *2* коробкой передач. В качестве приводного двигателя используют четырехтактный дизель ЯМЗ-236 мощностью 77 кВт с коробкой передач.

Насосная часть состоит из бурового насоса *6* типа 9МГр-61, рукоятки *8* включения насоса, ограждения *5* клиноременной передачи, напорного, всасывающего и сливного шлангов. Буровой насос 9МГр-61 обеспечивает подачу до 16,7 л/с.

Управление сцеплением двигателя и включением насоса пневматическое дистанционное на щите управления, а также местное ручное. Контролируют работу двигателя по приборам на щите *1*. Для удобства обслуживания рама насосно-силового блока имеет боковые настилы с перилами. Чтобы разгрузить рессоры прицепа, при рабочем положении устанавливают четыре винтовых домкрата *7*.

Режим смазки и применяемые сорта масел приведены в карте (табл. 4). На новом буровом агрегате жидкое масло в узлах следует заменить после 15...25 ч работы.

§ 5. Ремонтный агрегат РА15

Самоходный ремонтный агрегат РА15 (рис. 47) предназначен для ведения капитального ремонта скважин на воду глубиной до 500 м, а также может быть использован для бурения скважин вращательным способом на ту же глубину. Он создан на базе бурового агрегата 1БА15В и конструктивно мало отличается от него. Так же как и буровой агрегат 1БА15В, ремонтный агрегат РА15 смонтирован на автошасси автомобиля МАЗ-500А, а привод всех его механизмов осуществляется от ходового двигателя автомобиля через коробку отбора мощности.

Основные отличия ремонтного агрегата РА15 от бурового агрегата 1БА15В заключаются в следующем. Ремонтный агрегат РА15 оборудован двухбарабанной лебедкой с талевым и желоночным барабанами и фрикционной катушкой. Грузоподъемность талевого барабана лебедки 5,2 т, а желоночного барабана 2,7 т. На агрегате установлены ротор с проходным отверстием 250 мм и буровой насос 11ГрИ. На раме агрегата, кроме того,

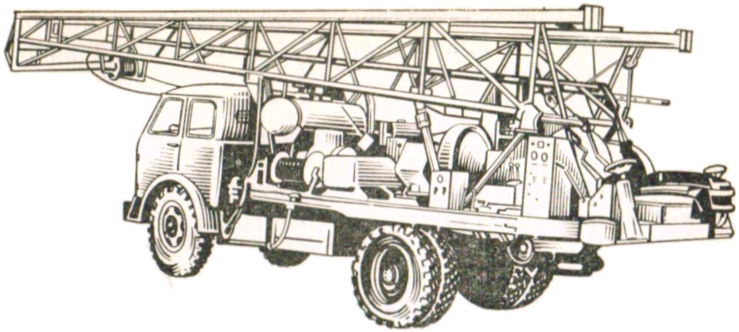


Рис. 47. Ремонтный агрегат РА15.

установлены компрессор ПК-5,25 производительностью 5,25 м³/мин и сварочный генератор постоянного тока ГСО-300-5 мощностью 9,6 кВт и сварочным током до 300 А для ведения работ непосредственно на скважине.

На агрегате РА15 установлена, в отличие от бурового агрегата 1БА15В, более прочная, цельносварная мачта, которая при подъеме может занимать три положения: вертикальное и два наклонных с удалением кронблока от оси ротора на 1, 4 и 2 м. Грузоподъемность ее значительно увеличена и составляет 30 т в вертикальном и 15 т в наклонном положениях. Высота мачты до оси кронблока, в зависимости от ее положения, составляет 15,8...16,1 м.

Ремонтному агрегату РА15 придается двухосный автоприцеп с грузоподъемным устройством с вылетом стрелы до 4 м и грузоподъемной силой до 10 кН. На прицепе размещаются бурильные трубы и вспомогательное оборудование.

Оборудование агрегата РА15 позволяет проводить такие работы на скважинах, как очистка скважины от посторонних предметов и обломков насосного оборудования, очистка прифильтровой зоны и фильтра от продуктов зарастания и заиления при снижении дебита скважины, извлечение фильтра при выходе его из строя и углубление ствола скважины для эксплуатации нижележащего водоносного горизонта, восстановление изоляции затрубного пространства с помощью цементирования, откачка воды из скважины.

Ремонтный агрегат РА15 позволяет вести бурение по

породам различной твердости вращательным способом с прямой промывкой при сооружении скважин на воду глубиной до 500 м.

§ 6. Эксплуатация буровых роторных установок

Правильная эксплуатация буровых роторных установок повышает срок их службы и требует меньших затрат на ремонт.

Во время эксплуатации ежедневно проводят профилактические осмотры буровой установки и своевременно устраняют неисправности отдельных механизмов. Перед началом работы следует подтянуть все резьбовые соединения, крепления узлов, соединения трубопроводов гидро-, пневмо- и топливной систем. Особое внимание при осмотрах обращают на состояние фрикционных муфт и тормозов лебедок, клиноременных и цепных передач.

На неисправность фрикционной муфты лебедки указывают быстрый нагрев корпуса, а также пробуксовка дисков. Муфты пробуксовывают из-за износа фрикционных накладок или их замасливания. Для устранения пробуксовки разбирают муфту, промывают бензином или керосином диски и просушивают их. При сильном износе фрикционных накладок их заменяют новыми. После сборки муфты силу сцепления дисков регулируют специальной гайкой.

При эксплуатации тормоза лебедки нельзя допускать, чтобы на рабочую поверхность тормозной ленты попадало масло и грязь, так как тормоз не будет надежно удерживать барабан лебедки. При загрязнении ленты ее снимают, промывают в бензине или керосине и просушивают. Одновременно промывают тормозной шкив барабана. По мере износа фрикционных накладок на тормозной ленте ее длину регулируют натяжением специального болта, находящегося на ходовом конце тормозной ленты.

Во время работы необходимо следить за натяжением ремней клиноременных передач. Слабое натяжение способствует пробуксовке и нагреву ремней, снижая работоспособность и не обеспечивая передачи необходимой мощности. Натяжение ремней выше допустимого приводит к перегреву и быстрому выходу их из строя.

Нельзя допускать чрезмерного натяжения или провисания цепи привода лебедки. При сильном провисании цепи звенья могут набегать на зубья звездочки вала ле-

бедки. Это вызывает неравномерную, с рывками и сильным треском, работу лебедки. Регулируют натяжение цепи натяжным устройством, а при сильном провисании убирают одно звено.

Большое значение для нормальной работы всех механизмов буровых установок имеет своевременная и правильная смазка. Смазку проводят в соответствии с картой смазки буровой установки и только теми сортами смазки, которые там указаны. При эксплуатации гидросистемы индустриальное масло заменяют через шесть месяцев, а турбинное, веретенное АУ и трансформаторное — через двенадцать месяцев. При замене масла бак промывают керосином или свежим маслом.

В зимнее время при работе с гидравлической системой могут возникать осложнения при подъеме и опускании мачты. Замерзшая в гидравлических домкратах вода, попавшая туда вместе с маслом, препятствует полному выдвижению штоков домкратов, и мачта не поднимается в рабочее положение. В этом случае следует обогреть домкраты и маслопроводные трубки паром или горячей водой до тех пор, пока мачта не будет поднята в рабочее положение. Затем следует слить воду из маслопроводов и, опустив мачту обратно в транспортное положение, слить воду из маслобака и заменить масло. Штоки домкратов протирают и смазывают солидолом. Запрещается разогревать домкраты и маслопроводы паяльной лампой или факелом.

Контрольные вопросы. 1. Перечислите основные механизмы установок роторного бурения. 2. Какие характерные особенности имеют буровые установки УРБ-2А, УРБ-2,5А, УРБ-3АМ, 1БА15В и УБВ-600? 3. Для каких целей служит ротор буровых установок? 4. В чем отличие ротора агрегата 1БА15В от ротора буровых установок УРБ-2А и УРБ-3АМ? 5. Какие функции выполняет лебедка установок роторного бурения? 6. Как включают и останавливают барабан лебедки? 7. Чем отличаются лебедки буровых установок УРБ-2А, УРБ-3АМ и 1БА15В? 8. Для каких целей служит талевая оснастка? 9. Каково назначение коробки передач буровых установок? 10. Как осуществляется нагрузка на породоразрушающий инструмент в установках роторного бурения? 11. Для каких целей служит мачта буровых установок? 12. Как поднимают мачты на буровых установках УРБ-2А и УРБ-3АМ? 13. Как устроен вертлюг-сальник? 14. Для чего служит гидросистема в установках роторного бурения? 15. Объясните управление основными механизмами бурового агрегата 1БА15В. 16. Как смазывают отдельные механизмы буровых установок? 17. Для каких целей служат насосно-силовой и компрессорно-силовой блоки бурового агрегата 1БА15В? 18. Как устранить воду из гидравлической системы буровых установок при работе в зимнее время? 19. Каковы особенности эксплуатации пневмосистемы бурового агрегата

1БА15В? 20. Как эксплуатировать тормоза лебедок буровых установок? 21. Для каких целей служит ремонтный агрегат РА15? 22. В чем отличие ремонтного агрегата РА15 от бурового агрегата 1БА15В?

Глава 3

БУРОВОЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РОТОРНОГО БУРЕНИЯ

Буровой инструмент, предназначенный для бурения скважин роторным способом, подразделяют на технологический, вспомогательный и аварийный.

§ 1. Технологический инструмент

Технологический инструмент включает в себя породоразрушающий инструмент (шарошечные и лопастные долота, долота-расширители и др.), утяжеленные бурильные, бурильные и ведущие трубы, а также переводники. Из технологического инструмента собирают буровые снаряды. Буровой снаряд состоит из породоразрушающего инструмента, утяжеленных бурильных, бурильных и ведущей труб (рис. 48). На верхний конец ведущей трубы навинчивается вертлюг-сальник. Отдельные элементы бурового снаряда соединяют между собой с помощью резьбовых соединений. Для соединения элементов бурового снаряда, отличающихся по резьбе или диаметру, используют переводники.

В качестве породоразрушающего инструмента при роторном бурении используют **буровые долота** — лопастные или шарошечные, долота-расширители и колонковые долота. При этом долота независимо от их типа и конструкции имеют определенный диаметр (мм): 76, 93, 97, 112, 118, 132, 140, 145, 151, 161, 172, 190, 214, 243, 269, 295, 320, 346, 370, 394, 445 и 490.

Лопастные долота — долота режущего типа. Применяют их при бескерновом бурении скважин в мягких и средних по твердости породах с пропластками твердых пород. Различают двух-, трех-, четырех- и шестилопастные долота. Наиболее часто при бурении скважин на воду используют двух- и трехлопастные долота.

Двухлопастные долота типа 2Л (рис. 49) предназначены для бурения в мягких и вязких породах с пропластками пород средней твердости. Они состоят из корпуса с присоединительной резьбой и двух приварен-

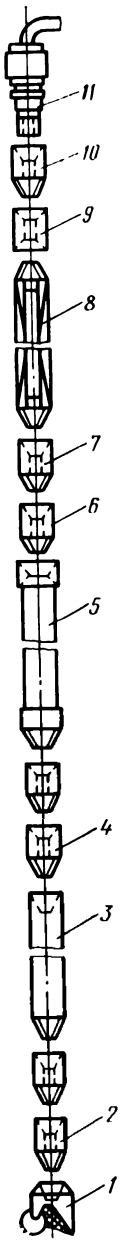


Рис. 48. Буровой снаряд для роторного бурения:
1 — буровое долото; *2, 4, 6, 7, 9, 10* — переводники; *3* — утяжеленные бурильные трубы; *5* — бурильные трубы; *8* — ведущая труба; *11* — вертлюг-сальник.

ных к нему лопастей. Для повышения износостойкости рабочие поверхности лопастей армируют твердосплавными пластинками. В корпусе долота есть отверстия, через которые промывочную жидкость подают на забой скважины. Выпускают долота типа 2Л диаметром от 76 до 161 мм.

Более широкое распространение получили трехлопастные долота типа 3Л (рис. 50) и 3ЛГ, обеспечивающие более высокие скорости бурения и лучшую калибровку ствола скважины. Передние и боковые грани лопастей таких долот армированы твердосплавными пластинками. Долота типа 3ЛГ с гидромониторной промывкой оснащены гидромониторными насадками, вставляемыми в отверстия, предназначенные для выхода промывочной жидкости. Гидромониторные насадки позволяют получать высокие скорости струи промывочной жидкости. При бурении пород средней твердости и мягких пород такими долотами механическая скорость увеличивается как в результате лучшей очистки забоя от шлама, так и дополнительного разрушения породы забоя струей промывочной жидкости.

Выпускают трехлопастные долота 3Л диаметром от 118 до 445 мм, а долота 3ЛГ — от 190 до 445 мм.

При бурении мягких и средних по твердости пород с пропластками твердых и абразивных пород используют режуще-истирающие долота с обычной промывкой (типа ИР) и с гидромониторными насадками (типа ИРГ). В основном для этих целей используют шестилопастные долота ИРГ (рис. 51) и ИР. Выпускают долота ИР диаметром от 76 до 269 мм, а долота ИРГ — от 190 до 269 мм.

Для разбуривания цементного камня внут-

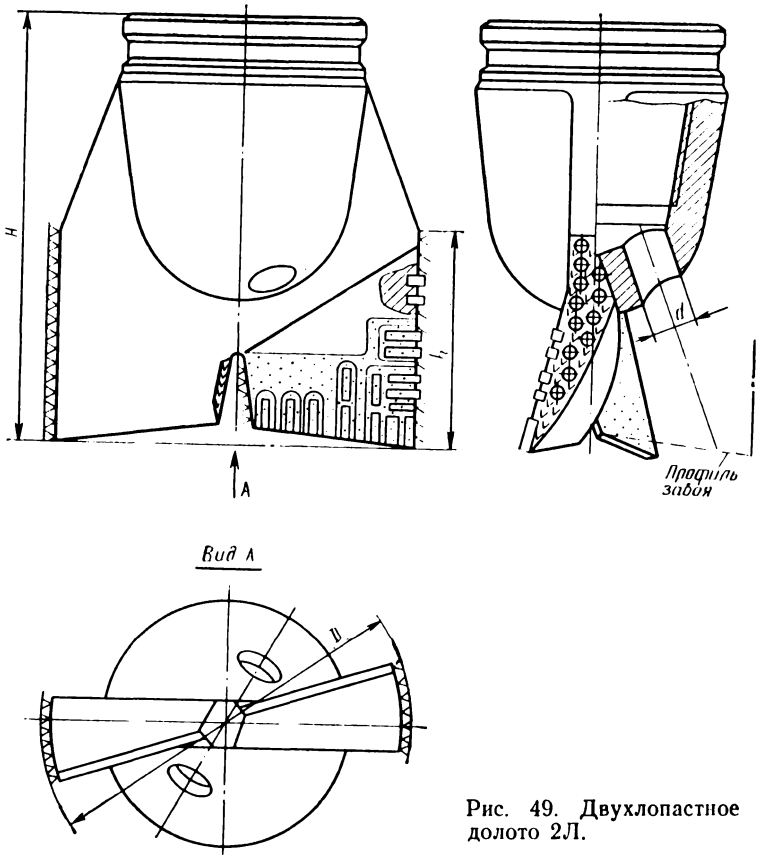


Рис. 49. Двухлопастное долото 2Л.

ри колонны обсадных труб используют пикообразные долота типа ПЦ (рис. 52). Режущие кромки лопастей этих долот армированы твердосплавными пластинками. Выпускают долота ПЦ диаметром от 97 до 445 мм.

Шарошечные долота предназначены для разрушения пород различной твердости путем нанесения ударов зубьями перекатывающихся при вращении долота по забою конических шарошек. Шарошки — основной элемент шарошечного долота, закреплены в корпусе долота на опорах, состоящих из цапфы и лапы. На цапфах лап они монтируются на подшипниках скольжения, роликовых или шариковых подшипниках. На боковой поверхности шарошек имеются фрезерованные за одно целое

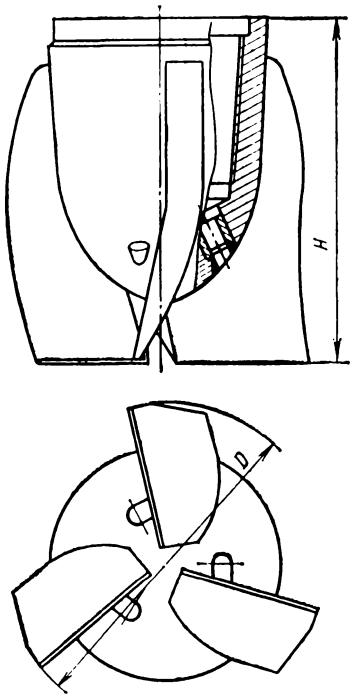


Рис. 50. Трехлопастное долото ЗЛ.

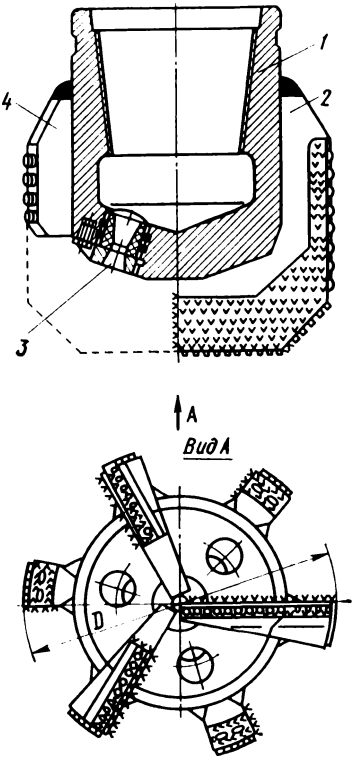


Рис. 51. Шестилопастное долото ИРГ:

1 — корпус; *2* — лопасти нормальные; *3* — гидромониторный насадок; *4* — лопасти укороченные.

с телом шарошек стальные зубья или запрессованные твердосплавные зубья, с помощью которых происходит разрушение породы.

В зависимости от твердости пород зубья шарошечных долот имеют различную высоту и угол приострения, а также различное расположение на поверхности шарошки. В мягких и пластичных породах зубья шарошек выполняют крупными с малым углом приострения и с большими расстояниями между соседними зубьями. Чем тверже порода, тем меньше должна быть высота зубьев в шарошке, больше угол их приострения и меньше расстояние между зубьями.

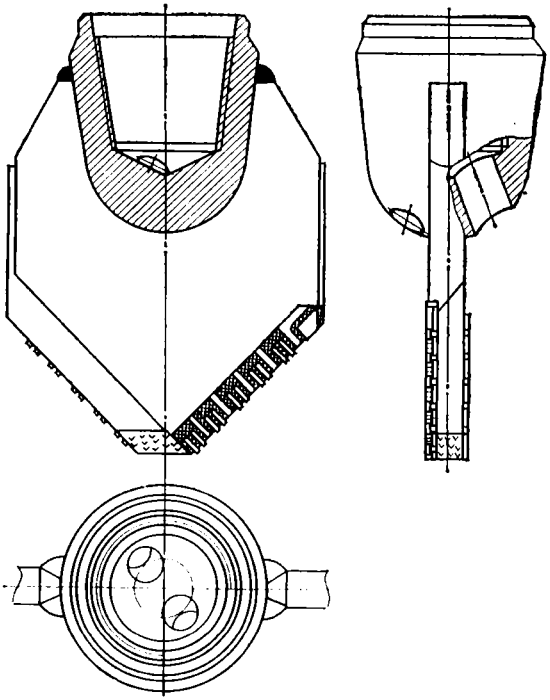


Рис. 52. Пикообразное долото ПЦ.

Шарошки, армированные твердосплавными зубьями, имеющими клиновидную или полусферическую рабочую поверхность, применяют в крепких и абразивных породах.

Шарошечные долота могут быть с одной, двумя, тремя или четырьмя шарошками, но при бурении скважин на воду наиболее часто используют трехшарошечные долота (рис. 53).

В настоящее время выпускают трехшарошечные долота различных типов, отличающиеся формой и расположением зубьев и предназначенные для бурения пород различной твердости. Это долота типа М, МЗ, МС, МСЗ, С, СЗ, СТ, Т, ТЗ, ТК, ТКЗ, К и ОК. Для облегчения распознавания трехшарошечных долот по внешнему виду на заводах-изготовителях наружную поверхность долот окрашивают в зависимости от их типа.

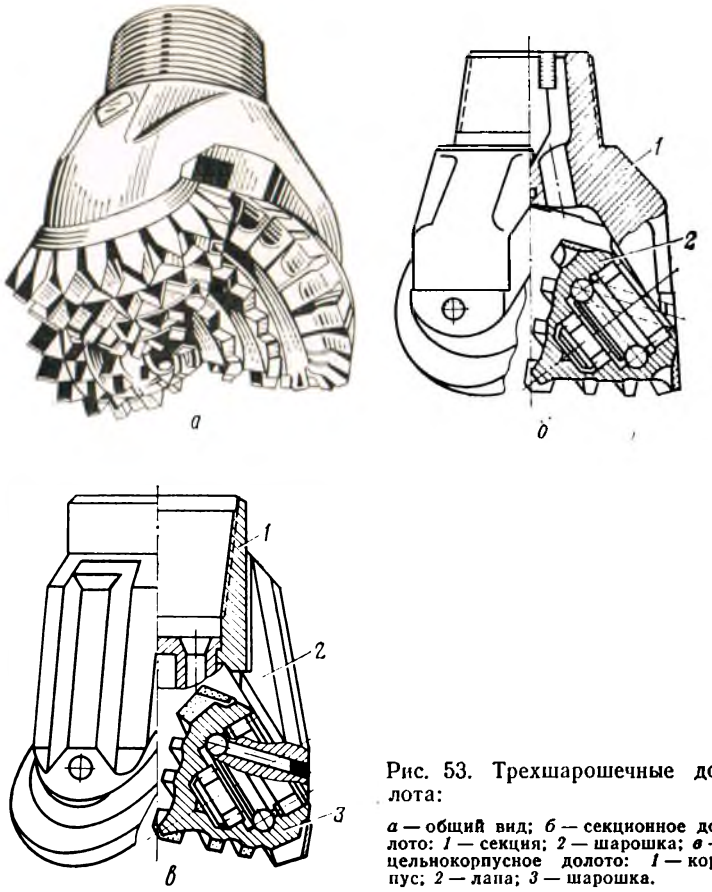


Рис. 53. Трехшарошечные долота:

а — общий вид; *б* — секционное долото: *1* — секция; *2* — шарошка; *в* — цельнокорпусное долото: *1* — корпус; *2* — лапа; *3* — шарошка.

Долота типа М (желтая окраска) используют при бурении самых мягких, вязких и пластичных пород (слабоуплотненные пески, мягкие глины и сланцы и др.).

Долота типа МЗ (желтая окраска с белой полоской) применяют в мягких, пластичных, вязких и абразивных породах с пропластками пористых песчаников, мягких известняков и др.

Долота типа МС (черная окраска) предназначены для бурения мягких пород с пропластками малоабразивных пород средней твердости (плотные глины с частыми прослойками мела, глинистых сланцев и др.).

Долота типа МСЗ (черная окраска с белой полоской) применяют для бурения абразивных мягких пород с прослойками средней твердости абразивных пород (песчаники, алевролиты, известняки средней твердости и др.).

Долота типа С (синяя окраска) предназначены для бурения пород средней твердости и малоабразивных пород (плотные глины, глинистые сланцы, песчаники и др.).

Долота типа СЗ (синяя окраска с белой полоской) используют при бурении абразивных пород средней твердости (мелкозернистые песчаники, переслаивающиеся с плотными глинами, известняками и др.).

Долота типа СТ (серая окраска) применяют для бурения пород средней твердости с пропластками твердых пород (песчаники и известняки, трещиноватые доломиты и др.).

Долота типа Т (зеленая окраска) служат для бурения твердых малоабразивных пород (доломиты и плотные известняки, крепкие сланцы).

Долота типа ТЗ (зеленая окраска с белой полоской) предназначены для бурения твердых абразивных пород (окремнелые доломиты и известняки, мелкозернистые твердые песчаники).

Долота типа ТК (коричневая окраска) применяют для бурения твердых пород с пропластками крепких малоабразивных пород (мелкозернистые известняки, кварцевые песчаники и др.). Для повышения износоустойчивости и улучшения калибровки ствола скважины периферийные зубья шарошек, как правило, сделаны из твердосплавных штырей с полусферической рабочей поверхностью.

Долота типа ТКЗ (коричневая окраска с белой полоской) используют для бурения твердых абразивных пород с пропластками крепких пород (сильно окремнелые известняки и песчаники).

Долота типа К (красная окраска) служат для бурения крепких абразивных пород (кремнистые известняки и песчаники, кристаллические сланцы).

Долота типа ОК (оранжевая окраска) предназначены для бурения очень крепких абразивных пород (кварциты, граниты и др.).

В долотах с индексом З шарошки оснащены вставными зубьями из твердого сплава, а в долотах типа М, МС,

С, СТ и Т для увеличения износостойкости долот зубья и тыльную часть шарошек наплавляют слоем твердого сплава.

По конструкции корпуса трехшарошечные долота делят на секционные и корпусные (см. рис. 53).

Секционные (бескорпусные) долота сваривают из отдельных секций (лап), на которых расположены шарошки. С колонной бурильных труб эти долота соединяют с помощью наружной замковой резьбы. Выпускают секционные долота диаметром от 97 до 320 мм.

Корпусные долота изготавливают путем приваривания к стальному литому корпусу лап с шарошками. В отличие от секционных долот с колонной бурильных труб они соединяются с помощью внутренней замковой резьбы. Изготавливают корпусные долота диаметром 394, 445 и 490 мм.

Шарошечные долота могут быть с центральной или боковой гидромониторной промывкой. В долотах с центральной промывкой поток промывочной жидкости подается на забой скважины по центральному промывочному каналу, а в долотах с гидромониторной промывкой (рис. 54) — через три боковых канала круглого сечения, расположенных в каждой лапе и направляющих поток промывочной жидкости между шарошками. В конце промывочных каналов устанавливают специальные съемные износостойкие гидромониторные насадки. Долота с гидромониторной промывкой имеют в обозначении индекс Г.

Каждое шарошечное долото имеет маркировку: порядковый номер заводской модели данного размера, индекс (бук-

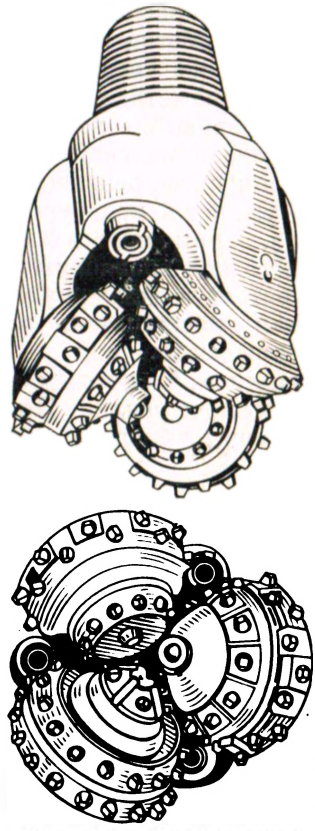


Рис. 54. Трехшарошечное долото с гидромониторной промывкой.

ва) завода-изготовителя, диаметр долота (мм), порядковый номер, год и месяц выпуска и клеймо ОТК завода. Маркировку наносят на торец ниппеля у секционных долот и на специальном пояске, выточенном на шейке корпуса, у корпусных долот.

Долота-расширители предназначены для расширения скважины. Такие работы проводят перед спуском в скважину колонны обсадных труб, а также при создании уширенной зоны в интервале водоносного горизонта под гравийную обсыпку фильтра.

Долота-расширители могут быть шарошечного, лопастного и гидромониторного типов.

Долота-расширители шарошечного типа применяют для проработки и калибровки ствола скважины в породах средней твердости, твердых и крепких. Эти долота имеют диаметр, равный диаметру бурового долота. Устанавливают их выше бурового долота на 4...6 м.

Долота-расширители лопастного типа предназначены для расширения ствола скважины одновременно с его углубкой при бурении в песчано-глинистых отложениях. Применяют их в основном в зоне водоносного пласта под гравийную обсыпку. При спуске долота-расширителя в скважину его лопасти сложены. После установки расширителя на требуемую глубину лопасти раскрываются под давлением промывочной жидкости, нагнетаемой буровым насосом, или под действием механических усилий. При вращении лопасти начинают разрушать породу в стенках скважины и расширять ствол.

Долота-расширители гидромониторного типа оборудованы насадками, расположенными перпендикулярно оси скважины. Промывочная жидкость, подаваемая в скважину под давлением, выходит через эти насадки и при вращении расширителя разрушает породы в стенках ствола. Использовать гидромониторные расширители можно только в слабосцементированных породах.

Колонковые долота служат для бурения скважин роторным способом с отбором образцов горной породы (керна). Они могут быть лопастными, шарошечными и, кроме того, алмазными. Наиболее широко используют колонковые шарошечные долота.

Колонковое шарошечное долото состоит из собственно долота, выбуривающего на забое столбик породы, и корпуса с керноприемником для приема керна.

Различают колонковые долота со съемным и несъемным керноприемниками. Съемный керноприемник после заполнения керном извлекается на поверхность специальным ловителем, опускаемым внутрь колонны бурильных труб на канате. Для продолжения бурения внутрь колонны бурильных труб помещают такой же, но пустой керноприемник. Потоком промывочной жидкости, нагнетаемой по колонне бурильных труб, керноприемник подводится к колонковому долоту и закрепляется там, после чего процесс бурения продолжается.

При бурении колонковыми долотами с несъемным керноприемником после его заполнения керном бурение прекращают и весь буровой снаряд поднимают из скважины. После извлечения керна из керноприемника и установки пустого керноприемника в корпус колонкового долота буровой снаряд вновь опускают в скважину и бурение продолжается.

Колонковые шарошечные долота с несъемным керноприемником типа 1В-ДК, выпускаемые диаметром от 118 до 346 мм, позволяют получать керн в зависимости от диаметра долота диаметром от 22 до 47 мм.

Для передачи вращения от буровой установки породоразрушающему инструменту и для подвода промывочной жидкости на забой скважины используют бурильные трубы.

В качестве бурильных труб применяют стальные бесшовные трубы из высококачественной стали с утолщенными внутрь или наружу концами. На этих концах нарезают наружную мелкую трубную резьбу, имеющую для обеспечения герметичности соединения небольшую конусность.

Бурильные трубы изготавливают четырех типов (рис. 55): тип 1 — с высаженными внутрь концами (рис. 55, *а*); тип 2 — с высаженными наружу концами (рис. 55, *б*); тип 3 — с высаженными внутрь концами и коническими стабилизирующими поясами (рис. 56, *в*); тип 4 — с высаженными наружу концами и коническими стабилизирующими поясками (рис. 55, *г*).

Бурильные трубы с высаженными внутрь концами имеют меньшую прочность, чем трубы с высаженными наружу концами.

Трубы типа 1 и 2 изготавливают с правой и левой резьбой, а трубы типа 3 и 4 — с правой резьбой. Трубы с правой резьбой применяют при бурении, а с левой — при ликвидации аварий в скважине.

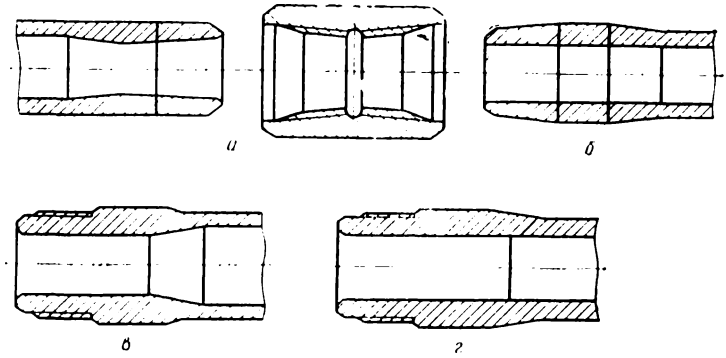


Рис. 55. Бурильные трубы. Позиции даны в тексте.

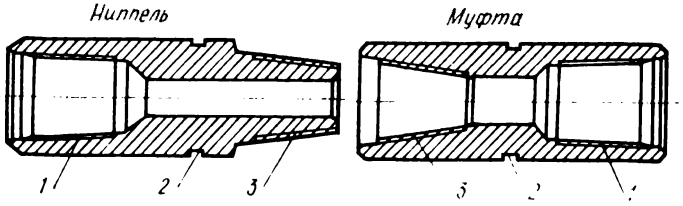


Рис. 56. Бурильный замок:
1 — резьба трубная; *2* — поясок для маркировки; *3* — резьба замковая.

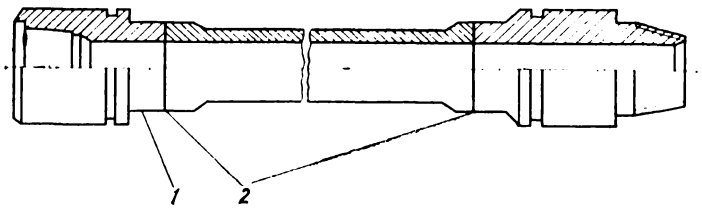


Рис. 57. Бурильная труба с приваренными соединительными концами с наружной высадкой:
1 — место для маркировки трубы; *2* — сварные швы.

Наиболее часто при бурении скважин на воду используют бурильные трубы диаметром 60, 73 и 89 мм, длиной по 6, 8 и 11,5 м. Реже используют бурильные трубы диаметром 102 и 114 мм.

Соединяют трубы в колонну с помощью бурильных замков. Бурильный замок (рис. 56) состоит из ниппеля замка с наружной замковой и внутренней трубной резь-

бой. Ниппель и муфту замка с помощью внутренней трубной резьбы навинчивают на концы бурильных труб. Замковая резьба служит для соединения между собой ниппеля и муфты замка. Эта резьба крупнее, с большей конусностью, чем трубная, что обеспечивает надежную герметичность соединения и более быстрое развинчивание бурильного замка. В зависимости от диаметра проходного отверстия бурильные замки могут быть трех типов: ЗН — замок с нормальным проходным отверстием, ЗШ — замок с широким проходным отверстием, ЗУ — замок с увеличенным проходным отверстием.

Замками ЗН соединяют бурильные трубы с высаженными внутрь концами, а замками ЗШ и ЗУ — трубы с высаженными внутрь и наружу концами. Замки всех типов изготавливают с правой и левой резьбой.

На ниппеле и муфте замка протачивают поясок для маркировки, состоящей из товарного знака завода-изготовителя, типоразмера замка, даты выпуска и номера стандарта. На ниппеле и муфте замка с левой резьбой дополнительно протачивают опознавательный поясок.

Используют также бурильные трубы с приваренными соединительными концами (рис. 57). В этих трубах мелкая трубная резьба заменена сваркой в местах соединения бурильного замка с трубой. Это повышает герметичность соединений и надежность работы бурильных труб.

Утяжеленные бурильные трубы (УБТ) (рис. 58) имеют увеличенную толщину стенок и повышенную жесткость. Устанавливают их в нижней части бурового снаряда непосредственно над долотом для увеличения жесткости и устойчивости бурильной колонны и создания осевой нагрузки на долото.

В комплект утяжеленных труб входит одна над-

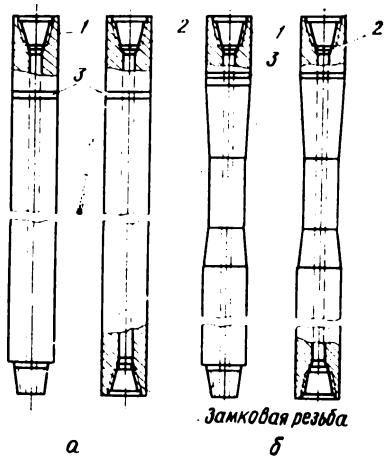


Рис. 58. Утяжеленные бурильные трубы:

а — гладкие; *б* — с конусной проточкой; *1* — промежуточная труба; *2* — наддолотная труба; *3* — поясок для маркировки.

долотная труба с внутренней замковой резьбой на обоих концах и несколько промежуточных, имеющих на одном конце внутреннюю, а на другом наружную резьбу.

Утяжеленные бурильные трубы бывают гладкие по всей длине и с конусными проточками для более надежного захвата их при спуско-подъемных операциях.

Изготавливают утяжеленные бурильные трубы диаметром 73, 89, 95, 108, 146, 178 и 203 мм. При использовании бурильных труб диаметром 73 и 89 мм в состав бурового снаряда включают УБТ диаметром 146 мм, реже диаметром 178 или 203 мм.

Ведущие трубы — толстостенные трубы квадратного сечения с круглым отверстием внутри передают вращение от ротора колонне бурильных труб и долоту (рис. 59). При сооружении скважин на воду применяют ведущие трубы со стороной квадрата 65, 80 и 112 мм, имеющие на верхнем конце левую замковую резьбу, а на нижнем — правую. Чтобы предохранить резьбу от быст-

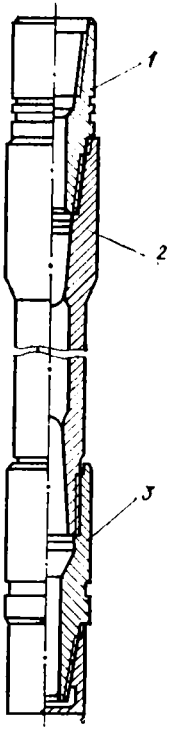
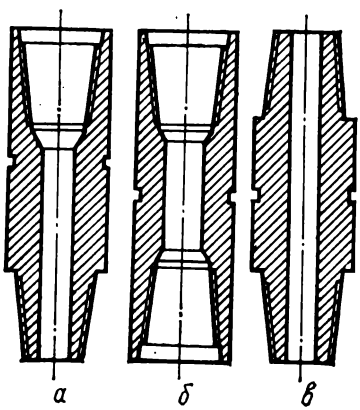


Рис. 59. Ведущая труба:

1 — переводник верхний; *2* — ведущая труба; *3* — переводник нижний.

Рис. 60. Переводники:

а — переходные; *б* — муфтовые *в* — ниппельные.



рого износа при свинчивании и развинчивании, на оба конца навинчивают переводники. Верхний переводник имеет левую замковую резьбу, а нижний — правую.

Буровые установки УРБ-3АМ и 1БА15В комплектуются ведущими трубами со стороной квадрата 80 мм.

Переводники соединяют элементы бурильной колонны, а также служат для присоединения к колонне бурильных труб породообразующего инструмента с различной резьбой. Изготавливают их из высококачественной стали (рис. 60): ПП — переводники переходные с внутренней на одном конце и наружной замковой резьбой на другом; ПМ — переводники муфтовые с внутренней замковой резьбой на обоих концах; ПН — переводники ниппельные с наружной замковой резьбой на обоих концах.

Переводники каждого типа бывают с правой и левой резьбой. На наружной цилиндрической поверхности переводника делают поясок шириной 10 мм для маркировки, состоящей из товарного знака завода-изготовителя, типоразмера переводника, марки стали, даты выпуска (месяц и год) и номера стандарта. На переводниках с левыми резьбами дополнительно протачивают опознавательный поясок шириной 5 мм.

§ 2. Вспомогательный инструмент

К вспомогательному инструменту относятся элеваторы, шарнирные ключи для свинчивания бурильных труб и цепные ключи для обсадных труб.

Элеваторами спускают и поднимают бурильные трубы, а также поддерживают их на весу при свинчивании и развинчивании. Элеватор (рис. 61) состоит из массивного корпуса *7* с проушинами для штропов, створки *8*, закрепленной шарнирно на пальце *6*, и запорного устройства *2*, установленного на оси *3* и оборудованного пружиной *4*. Специальные штыри *1*, вставляемые в проушины, препятствуют выпадению штропов, за которые подвешивают элеватор на крюке талевого блока. Элеватор устанавливают на столе ротора и, открывая с помощью ручки *5* створку, подхватывают бурильную трубу под муфту или ниппель замка. Створку закрывают, а запорное устройство исключает самопроизвольное раскрытие элеватора при спуско-подъемных операциях. Буровые самоходные установки комплектуются элеваторами для бурильных труб диаметром 73 мм, грузоподъем-

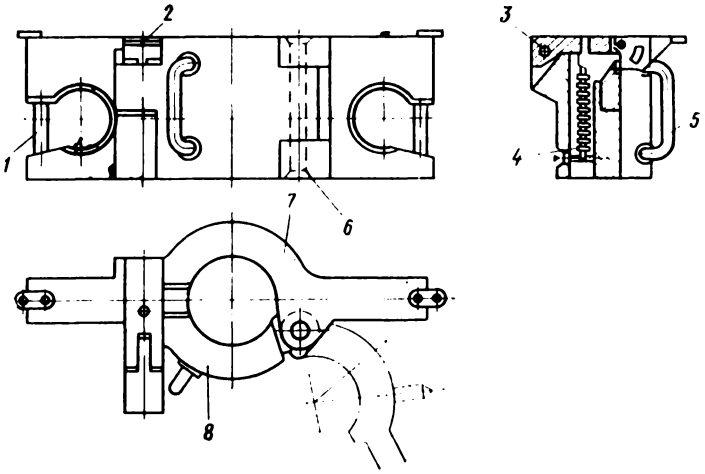


Рис. 61. Элеватор. Позиции даны в тексте.

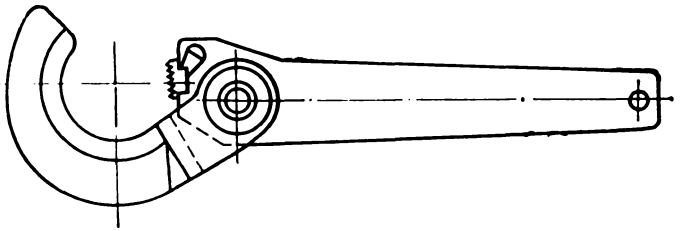


Рис. 62. Одношарнирный ключ типа РИК.

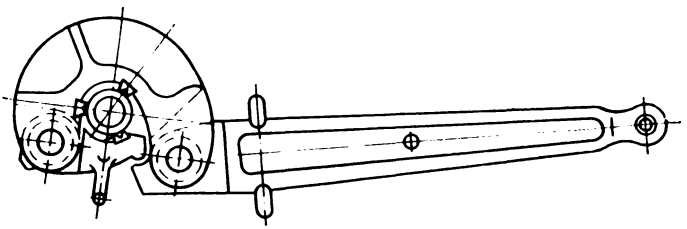


Рис. 63. Двухшарнирный ключ типа БУ-73—89.

ностью 20 т. Колонны бурильных труб поддерживают съемными клиновыми захватами, состоящими из отдельных секций и клиньев, которые вставляют в конусное отверстие между вкладышами ротора и бурильной трубой. Клинья имеют кулачки со специальной насечкой.

При свинчивании и развинчивании замковых соединений бурильных труб диаметром 73 и 89 мм используют в основном ручные одношарнирные ключи типа РИК (рис. 62) или двухшарнирные ключи типа БУ-73—89 (рис. 63). Буровой агрегат 1БА15В комплектуют механизмом развинчивания бурильных труб диаметром 73 и 89 мм, а также гидрораскрепителем для развинчивания обсадных и утяжеленных бурильных труб.

Для свинчивания обсадных труб используют цепные ключи типа КЦМ.

§ 3. Аварийный (ловильный) инструмент

При вращательном бурении применяют следующий ловильный инструмент.

Печати служат для определения положения и излома оставленного на забое бурового снаряда или обсадных труб. Печати бывают конические и плоские (рис. 64).

С помощью конической печати устанавливают характер разрыва или смятия обсадных труб. Она представляет собой металлический стержень с кольцевыми наружными выточками, которые служат для прочной связи свинцовой оболочки с металлическим стержнем. Внутри стержня находится продольное отверстие для прохождения промывочной жидкости. В верхней части печать имеет резьбу муфты или ниппеля замка для соединения с бурильными трубами.

Плоскими печатями определяют положение оборванных бурильных труб относительно оси скважины, а также обломанного долота и различных металлических предметов, находящихся на забое. Корпус плоской печати чаще всего изготавливают из трубы.

В качестве материалов, используемых для получения отпечатков, применяют вар, мастику или свинец.

При изготовлении плоских печатей перед заливкой пластическими материалами на торцевой и боковой поверхностях, которые должны быть залиты, просверливают отверстия. Через эти отверстия продевают проволоку и делают проволочную арматуру. Затем печать зали-

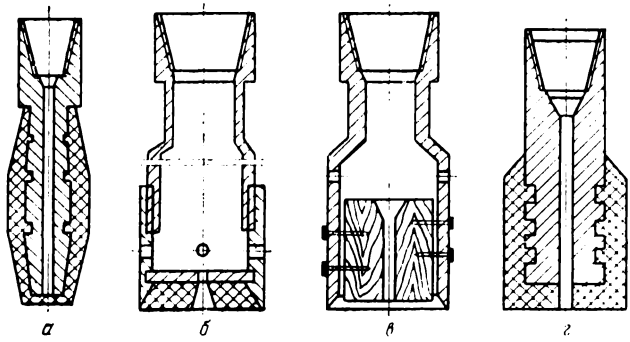


Рис. 64. Печати:
а — коническая; *б*, *в*, *г* — плоские.

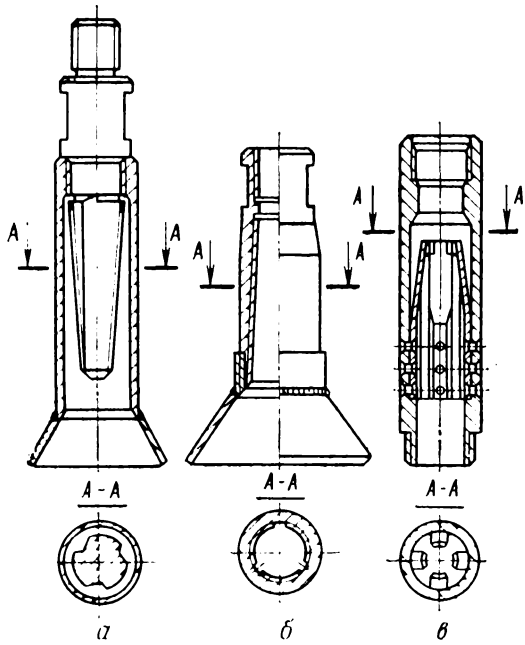


Рис. 65. Ловильный инструмент для извлечения бурильных труб:
а — метчик с направляющей воронкой; *б* — колокол ловильный; *в* — овершот.

вают пластическим материалом на 2...3 мм выше арматуры.

Метчики ловильные предназначены для извлечения бурильных, колонковых и обсадных труб из скважины при их обрыве (рис. 65, *а*). Изготавливают их с правой и левой резьбой.

Метчиками с правой резьбой извлекают из скважины колонну труб целиком, а метчиками с левой резьбой — по частям, развинчивая прихваченный буровой снаряд.

На конической рабочей поверхности метчика профрезерованы четыре продольные канавки, через которые выходит стружка, снимаемая при ввинчивании его в трубу. Верхняя часть метчика имеет присоединительную замковую резьбу для соединения с бурильными трубами, на которых метчик опускают в скважину. Они могут быть глухие и промывочные со сквозным центральным каналом.

Метчики ловильные могут быть универсальные и специальные.

Универсальные метчики, имеющие удлиненную ловильную конусную часть, предназначены для ловли бурильных труб, если обрыв произошел в месте высадки трубы, в замке или муфте. Для облегчения соединения метчика с оборванной трубой на нем устанавливают направляющую воронку.

Специальные (укороченные) метчики служат для ловли труб за муфтовую или замковую резьбу бурильного замка.

Колокол ловильный (рис. 65, *б*) применяют для ловли оставшейся в скважине колонны бурильных труб. Он более надежен, чем метчик, который не всегда можно использовать и который нередко разрывает верхнюю часть трубы при ввинчивании в нее. На верхней конусной поверхности колокола нарезана треугольная резьба и профрезерованы продольные канавки. Колокола бывают с правой и левой ловильной резьбой.

Ловильный колокол спускают в скважину на бурильных трубах. Для соединения их с верхней частью колокола на нем имеется муфтовая замковая резьба.

Колонну бурильных труб, оставшуюся в скважине, захватывают, навинчивая колокол на конец трубы.

Для облегчения захвата бурильных труб ловильными метчиками и колоколами применяют отводный крючок, которым устанавливают оставшуюся в скважине часть бурового снаряда по центру ствола.

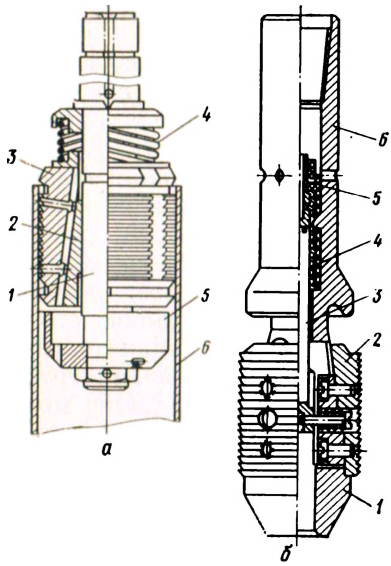


Рис. 66. Труболовки:

а — освобождающаяся: *1* — винт; *2* — конус; *3* — клинья; *4* — пружина; *5* — ограничитель; *6* — извлекаемая труба; *б* — гидравлическая: *1* — конусная часть корпуса; *2* — плашки; *3* — шток поршня; *4* — пружина; *5* — манжета; *6* — корпус.

Овершот (рис. 65, *в*) служит для ловли бурильных труб на небольшой глубине, когда буровой снаряд не прихвачен. Верхний конец овершота соединяют с бурильными трубами, а на нижний навинчивают направляющую воронку и спускают, пока пружины его не пройдут ниже замка или муфты бурильной трубы. При подъеме овершота пружины, упираясь в торец замка или муфты, захватывают оборванную часть снаряда.

Труболовки (рис. 66) используют для захвата и извлечения из скважины обсадных и колонковых труб. В отличие от метчиков труболовка может быть освобождена от захваченной ею трубы, если последнюю нельзя извлечь из скважины. Кроме того, труболовку можно соединить с любой (по длине) частью извлекаемой из скважины колонны труб.

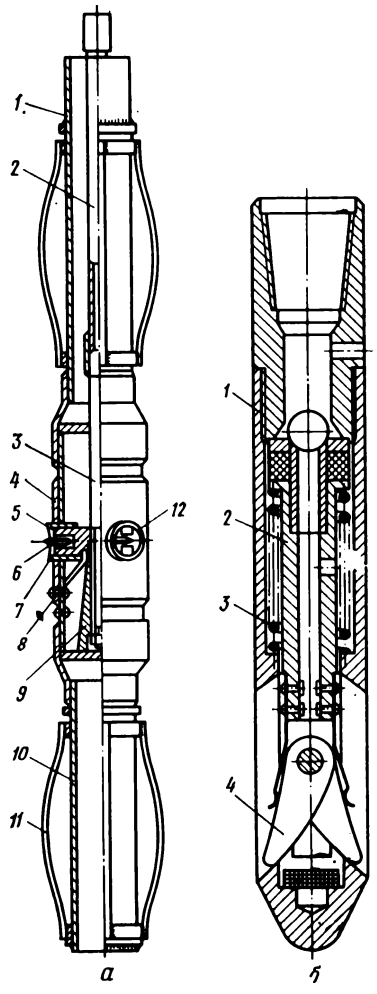
Труболовки по принципу действия делят на механические и гидравлические.

Механическую труболовку (рис. 66, *а*) опускают в скважину на колонне бурильных труб. После введения ее внутрь извлекаемой трубы колонну натягивают и корпус труболовки разводит клинья, захватывающие трубу. Затем извлекают прихваченные трубы из скважины. Если труба не поддается извлечению, труболовку освобождают, вращая колонну вправо. При этом конус опускают вниз, клинья выводят из зацепления с трубой и под действием пружины они опускаются вниз на торец ограничителя.

Гидравлическую труболовку (рис. 66, *б*) опускают в

Рис. 67. Труборезы:

а — роликовый: *1, 10* — направляющие втулки; *2* — бурильная труба; *3* — шток; *4* — корпус; *5* — направляющая втулка; *6* — плашка; *7* — режущий ролик; *8* — пружина; *9* — конус; *11* — направляющая пружина; *12* — окно; *б* — гидравлический: *1* — корпус; *2* — шток-поршень; *3* — пружина; *4* — резцы.



скважину на колонне бурильных труб и, установив ее на требуемую глубину, включают буровой насос.

Под давлением промывочной жидкости поршень со штоком начинает двигаться вниз, сжимая пружину и перемещая плашки, которые расклиниваются в извлекаемой трубе. При натяжении бурильных труб плашки еще больше врезаются в поверхность извлекаемой трубы и надежность захвата увеличивается.

В том случае если трубу извлечь из скважины не удается, труболовку можно легко освободить. При снятии давления и опускании снаряда вниз на 200...300 мм плашки освобождают и возвращают через шток пружиной вверх в исходное положение и труболовку извлекают из скважины.

Труборезами (рис. 67) отрезают колонковые, обсадные и бурильные трубы, если их невозможно извлечь из скважины.

Роликовый труборез (рис. 67, *а*) предназначен для вырезки обсадных труб диаметром от 219 до 377 мм.

Труборез спускают в скважину на обсадных трубах, одновременно наращивая бурильные трубы, соединенные со штоком конуса. После установки трубореза на необходимой глубине обсадные трубы, на которых спущен труборез, закрепляют металлическими хомутами и под них подводят опорную плиту. Затем на верхний обрез подвешенных труб устанавливают специальную плиту, через которую проходит натяжной винт. Под гайку натяжного винта подводят шариковую пяту. Вращая подвешенные обсадные трубы при помощи деревянных хомутов, одновременно натягивают бурильные трубы, навинчивая гайки на натяжном винте. Конус поднимается вверх, выталкивая плашки с режущими роликами. Ролики, врезаясь в трубу, перерезают ее.

После того как трубы будут отрезаны, винт с бурильными трубами и конусом спускают вниз до отказа и труборез извлекают на поверхность. Затем поднимают отрезанные трубы.

Для того чтобы определить момент отрезания труб, их натягивают при помощи домкратов, которые подводят под железные хомуты. Когда трубы будут отрезаны, станет ощутим толчок — они как бы подскочат.

Труборез снабжен двумя комплектами плашек, каждый для определенного диаметра труб, например 219 и 273 мм, 325 и 377 мм.

У внутреннего однорезцового трубореза режущей частью служит резец, закрепленный в одной из трех плашек. В двух других установлены направляющие ролики. Плашки выдвигают при помощи распорных планок, соединенных со штоком шарнирно.

Наружным труборезом вырезают по частям оставленные в скважине бурильные трубы. Комплектуют его овершотом.

Труборез спускают в скважину на требуемую глубину, после этого начинают поднимать для того, чтобы плоские пружины овершота уперлись в торец муфты или замка бурильных труб. Подъем продолжают до тех пор, пока нажимная пружина не начнет отжимать внутрь трубореза установленные на корпусе три резца, которые охватывают бурильную трубу. Вращением трубореза ее перерезают под муфтой (замком). Частота вращения не должна превышать 0,7 $с^{-1}$.

Гидравлическим труборезом отрезают колонковые и обсадные трубы, прихваченные породой. Он представля-

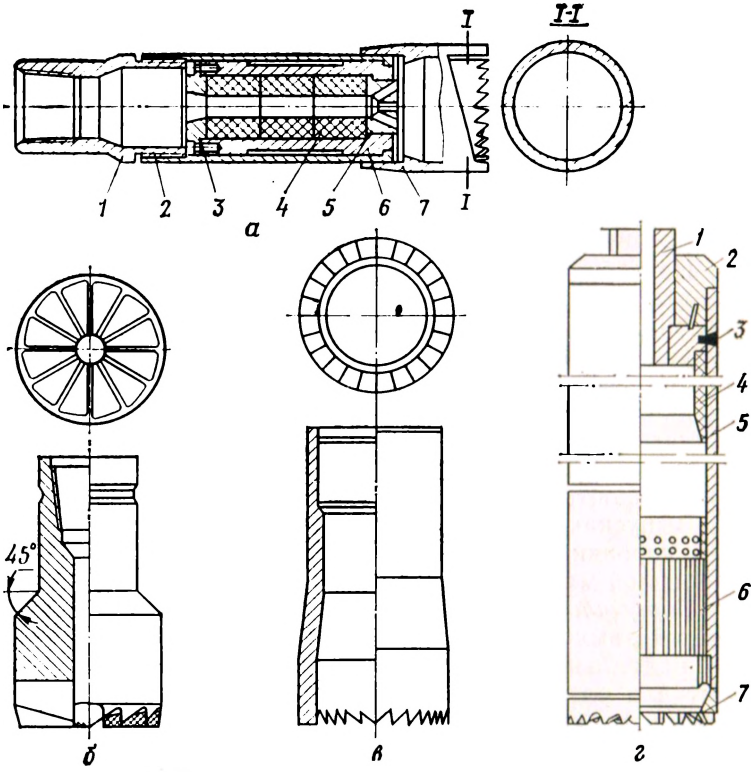


Рис. 68. Забойные фрезеры:
а — магнитный; *б* — торцевой; *в* — башмачный с торцевыми зубьями; *г* — фрезер-паук. Позиции даны в тексте.

ет собой стальной корпус с двумя окнами, через которые выдвигают резцы, закрепленные в шток-поршне (рис. 67, *б*).

При вращении трубореза под давлением жидкости шток-поршень движется вниз, сжимает пружину и выдвигает резцы в рабочее положение. После отрезания трубы и снятия давления жидкости пружина возвращает резцы в исходное положение. За один спуск трубореза в скважину можно осуществить несколько резов.

Фрезерами разбуривают и извлекают металлические предметы, находящиеся на забое скважины.

Магнитным фрезером извлекают металлические предметы, случайно попавшие в скважину или остав-

шиеся на забое в результате поломки инструмента (рис. 68).

Фрезер состоит из корпуса *2*, внутри которого смонтированы мощные магниты *4* с верхним *3* и нижним *5* полюсами. Между корпусом фрезера и магнитами запрессована бронзовая втулка *6*. В верхней части фрезера установлен переводник *1* для соединения с колонной бурильных труб, а в нижней — зубчатая коронка *7* для обуривания извлекаемого предмета.

На забой скважины магнитный фрезер опускают с промывкой при частоте вращения 1...1,7 $с^{-1}$. Не доходя 20...30 см до забоя, фрезер приостанавливают и, не прекращая вращения, интенсивно промывают забой 10... 15 мин. Затем фрезер плавно опускают на забой и обуривают извлекаемый предмет. Во время обуривания металлические предметы притягиваются магнитами к нижнему полюсу. Перед подъемом фрезер останавливают и прекращают циркуляцию промывочной жидкости.

Выпускают магнитные фрезеры с наружным диаметром коронки 135, 180, 225, 275, 325 и 375 мм, с подъемной силой магнитов от 0,5 до 1,8 кН.

Торцевой фрезер — цилиндрическая поковка с внутренней замковой резьбой в верхней части и нарезанными радиально по торцу зубьями в нижней части, служит для разбуривания металлических предметов, оставленных в скважине. Для прочности и меньшего износа зубья армированы твердым сплавом. Промывают скважину во время фрезерования, подавая промывочную жидкость на забой через сквозное отверстие, расположенное по оси фрезера. Фрезер работает при минимальной частоте вращения 0,7...1 $с^{-1}$.

Выпускают забойные торцевые фрезеры с наружным диаметром 214, 269, 295, 346 и 394 мм.

Башмачный фрезер с внутренними зубьями — это стальной цилиндр, на внутренней конической поверхности которого нарезаны продольные зубья. С колонной бурильных труб фрезер соединяют переводником. Он служит для обработки оборванных концов бурильных труб перед спуском в скважину ловильного инструмента.

Башмачный фрезер с торцевыми зубьями представляет собой цилиндр с зубьями, нарезанными на нижнем торце. Верхняя часть фрезера снабжена резьбой под обсадные трубы. Используют его для разрушения поро-

ды и металлических предметов между стенками скважины и бурильными трубами.

Фрезером-пауком ловят мелкие металлические предметы, оставленные при поломке породоразрушающего инструмента или случайно попавшие в скважину. Спускают фрезер-паук на бурильных трубах с обязательной циркуляцией промывочной жидкости.

Накрыв фрезером-пауком металлический предмет, лежащий на забое, при небольшой частоте вращения бурят им на глубину 30...50 мм. В результате металлический предмет вместе с керном входит внутрь фрезера. Подачу промывочной жидкости прекращают и, нажимая колонной бурильных труб через квадрат *1*, размещенный в крышке *2*, срезают штифты *3*, которыми плунжер *4* скреплен с корпусом *5*. Плунжер опускается вниз, нажимает на паук *6*, заставляя его упираться в конус фрезерной коронки *7*. В результате пальцы паука загибаются внутрь и закрывают нижнее отверстие. В таком положении фрезер-паук вместе с металлическим предметом извлекают на поверхность.

Вибраторы служат для ликвидации прихватов бурового снаряда. Для глубоких (более 50 м) скважин применяют забойные вибраторы, для неглубоких — поверхностные.

Забойные вибраторы по принципу действия делят на механические и гидравлические.

Забойный механический вибратор ЗВ-2 с ловильным инструментом (метчиком или колоколом) опускают в скважину на колонне бурильных труб.

При установке механического вибратора на верхний конец прихваченного бурового снаряда шток вместе с нижней зубчатой полумуфтой опускают до упора переводника в верхнюю зубчатую полумуфту. Медленно вращая колонну бурильных труб, вводят в зацепление выступы переводника с пазами полумуфты, навинчивают метчик (колокол) на прихваченный инструмент. Затем натягивают колонну бурильных труб.

В результате вращаются переводник, шток, полумуфта и промывочная труба, а остальная часть вибратора, соединенная с прихваченным снарядом, до освобождения снаряда остается неподвижной. При этом косые зубья вращающейся полумуфты, скользя и соскакивая с зубьев неподвижной полумуфты, создают осевые колебания. Частота этих колебаний зависит от частоты вра-

щения колонны бурильных труб и числа зубьев на полумуфтах. При пяти зубьях на полумуфтах и частоте вращения бурильной колонны 3,3...5 $с^{-1}$ забойный вибратор возбуждает 1 000...1 500 колебаний в 1 мин.

Между корпусом вибратора и ловильным инструментом установлен отсоединитель.

Недостаток механических вибраторов — их быстрый износ.

Забойный гидравлический вибратор ВГ-11-89 так же, как и механический, опускают в скважину вместе с ловильным инструментом на колонне бурильных труб. Состоит он из распределительной коробки с впускным и выпускным клапанами, цилиндра, бойка-поршня с клапанной пружиной, корпуса и верхней и нижней наковален.

При закрытом в первоначальном положении впускном клапане промывочная жидкость поступает в нижнюю полость цилиндра и начинает поднимать боек-поршень, а жидкость, находящаяся над бойком, вытесняется через выпускной клапан в скважину. По мере подъема бойка-поршня пружина сжимается, и в верхнем его положении под действием сжатой пружины выпускной клапан закрывается, а впускной открывается. В результате промывочная жидкость поступает и в верхнюю полость цилиндра, а так как площадь бойка-поршня в верхней части больше, чем в нижней, то соответственно больше будет и давление жидкости сверху. Поэтому боек-поршень начнет опускаться вниз, и в крайнем нижнем положении его вновь откроется выпускной клапан, а впускной закроется. При движении вверх боек-поршень ударяет по верхней наковальне, а вниз — по нижней, возбуждая колебания в прихваченном снаряде.

Соответствующей регулировкой хода клапанов добиваются того, чтобы боек наносил удары только по верхней или только по нижней наковальне. Вибратор может работать в быстроударном, вибрационном и комбинированном режимах.

В нижней наковальне просверлены отверстия для устранения гидравлической подушки под хвостовиком бойка-поршня при полной герметизации забоя осевшим шламом или породой.

Ликвидация прихватов забойными гидравлическими вибраторами в 5...10 раз быстрее, чем извлечение бурового снаряда по частям.

Гидравлические домкраты служат для извлечения из скважин прихваченных бурильных колонн, обсадных труб или фильтров. При бурении скважин на воду используют гидравлические домкраты грузоподъемной силой 400...3 000 кН.

Гидравлический домкрат состоит из двух гидравлических цилиндров с поршнями и насосной группы, смонтированной на отдельной раме. При работе гидравлические цилиндры устанавливают над устьем скважины на прочное основание так, чтобы конец извлекаемой из скважины трубы вошел внутрь конического отверстия лафетного хомута, размещенного на верхних концах поршней гидравлических цилиндров. В это отверстие вставляют съемные клинья в соответствии с размером обсадных или бурильных труб, захватывающие извлекаемую трубу.

Контрольные вопросы. 1. Какие типы долот применяют в качестве породоразрушающего инструмента при бурении мягких пород (глины, мел и др.)? 2. Чем отличаются гидромониторные долота от долот с центральной промывкой? 3. Чем различаются секционные и корпусные трехшарошечные долота? 4. В каких породах применяют режуще-истирающие долота? 5. Чем отличаются трехшарошечные долота различных типов друг от друга? 6. Для чего применяют долота-расширители? Какими бывают конструкции долот-расширителей? 7. Назовите типы бурильных труб и способы их соединения. 8. Чем характеризуются утяжеленные бурильные трубы? 9. Для каких целей служат ведущие трубы? 10. Как устроен элеватор? Его назначение. 11. Что входит в состав бурового снаряда при роторном бурении?. 12. Как определить характер обрыва бурильных труб в скважине? 13. Какой аварийный инструмент используют при извлечении оборванных бурильных труб? 14. Как извлечь металлические предметы, находящиеся на забое скважины? 15. Какой аварийный инструмент применяют для извлечения из скважин обсадных труб? 16. Для каких целей служат гидравлические домкраты?

Глава 4

БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ВРАЩАТЕЛЬНОГО БУРЕНИЯ СКВАЖИН БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА С ОБРАТНОЙ ПРОМЫВКОЙ

§ 1. Основные принципы вращательного бурения скважин большого диаметра с обратной промывкой

За последние годы все более широкое применение при сооружении скважин на воду большого (до 1 000 мм и более) диаметра находит вращательный способ бурения сплошным забоем с обратной промывкой.

При вращательном бурении промывочная жидкость поступает из отстойника на забой скважины самотеком по кольцевому зазору между стенками скважины и колонной бурильных труб. Смешиваясь с частицами разрушенной породы забоя, она образует пульпу, которая всасывается через долото и по колонне бурильных труб через вертлюг-сальник и выкидной шланг поступает обратно в отстойник, где осаждается шлам. Отстойник должен иметь постоянное сообщение с устьем скважины и находиться на одном с ним уровне. В качестве промывочной жидкости применяют воду, иногда глинистый раствор.

Уровень воды в скважине не менее чем на 3...4 м должен превышать статический уровень водоносного горизонта. Тогда устойчивость стенок скважины будет обеспечена избыточным гидростатическим давлением столба воды в скважине. В отдельных случаях верхняя часть скважины, сложенная рыхлыми легкоразмываемыми породами, может быть перекрыта направляющей трубой. Для поддержания требуемого уровня воды в скважине отстойник непрерывно пополняют водой, чтобы объем ее превышал в 3...4 раза объем скважины.

Вращательный способ бурения скважин большого диаметра с обратной промывкой по сравнению с ударно-канатным и роторным способами с прямой промывкой обладает следующими преимуществами:

позволяет бурить скважины долотом одного диаметра до конечной глубины без крепления стенок обсадными трубами;

предотвращает глинизацию водоносных пластов в результате использования в качестве промывочной жидкости воды, что увеличивает производительность скважин в 4...8 раз по сравнению со скважинами, пробуренными роторным способом с прямой промывкой глинистым раствором, и в 1,5...2 раза со скважинами, сооружаемыми ударно-канатным способом;

позволяет создавать вокруг фильтра гравийные обсыпки значительной толщины, улучшающие водоприток к фильтру при сооружении скважин большого диаметра (до 1 000 мм);

резко увеличивает механическую скорость бурения вследствие улучшения условий очистки забоя скважины;

позволяет точно определить интервалы залегания пород в процессе бурения, так как вследствие большой

скорости восходящего потока промывочной жидкости шлам с забоя поступает быстро и непрерывно.

В настоящее время скважины большого диаметра с обратной промывкой бурят только в осадочных породах I—IV категорий по буримости с включениями валунов диаметром до 0,4 м. Отсутствие специальных буровых долот препятствует внедрению этого способа бурения в твердых осадочных породах. Бурение с обратной промывкой ограничено также глубиной до статического уровня подземных вод, которая должна быть не меньше 3 м, так как только тогда создаваемое избыточное гидростатическое давление будет достаточным для удержания стенок скважины от обрушения. Использование в качестве промывочной жидкости воды и отсутствие на применяемых самоходных буровых установках утеплений сдерживают применение данного способа.

При обратной промывке промывочную жидкость отсасывают центробежным насосом, эрлифтом или водоструйным насосом (гидроэлеватором). При отсосе промывочной жидкости центробежным насосом (рис. 69) она движется по колонне бурильных труб в результате разрежения, создаваемого насосом внутри всасывающей магистрали. Вакуумный насос, соединенный с вертлюгсальником и рабочей камерой центробежного насоса, создает предварительное разрежение и обеспечивает подъем промывочной жидкости по колонне бурильных труб на высоту 3,5...5 м и заполнение рабочей камеры центробежного насоса, что способствует его нормальной работе. При недостаточной герметичности соединений возможен подсос воздуха. В этом случае разрежение оказывается недостаточным для подъема жидкости на всю высоту ведущей трубы. В результате центробежный насос будет работать «вхолостую».

Преимущество этого способа отсоса — высокий КПД (до 60 %) и возможность применения его с забуривания скважины. Недостаток — ограниченная высота всасывания (не более 6...7 м), что требует постоянного заполнения скважины водой и создания предварительного разрежения во всасывающей магистрали с помощью вакуумного насоса для заполнения ее водой после каждого наращивания бурового снаряда.

Возможная глубина бурения при отсосе промывочной жидкости центробежным насосом зависит от сопротивлений потоку промывочной жидкости в долоте, бу-

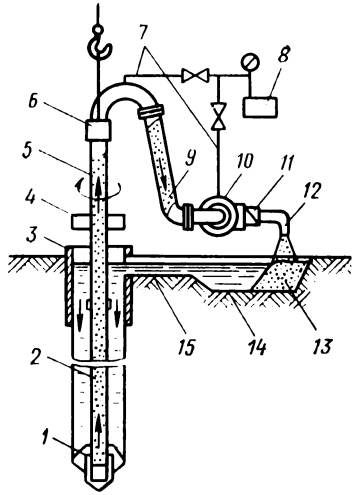


Рис. 69. Схема вращательного бурения с обратной промывкой, осуществляемой с помощью центробежного насоса:

1 — долото; *2* — бурильные трубы; *3* — кондуктор; *4* — ротор; *5* — ведущая труба; *6* — вертлюг-сальник; *7* — шланги вакуумной системы; *8* — вакуумный насос; *9* — всасывающий шланг; *10* — центробежный насос; *11* — обратный клапан; *12* — шланг для сброса пульпы; *13* — шлам; *14* — отстойник; *15* — канава для подвода воды в скважину.

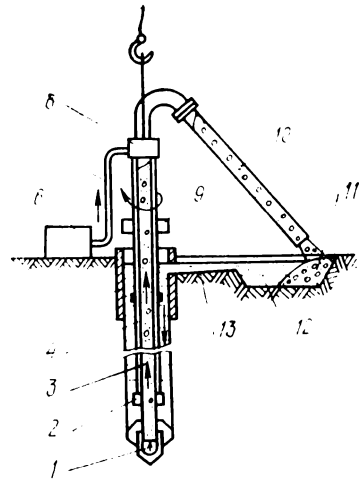


Рис. 70. Схема вращательного бурения с обратной промывкой, осуществляемой эрлифтом:

1 — долото; *2* — смеситель; *3* — бурильные трубы; *4* — воздухопроводные трубы; *5* — кондуктор; *6* — компрессор; *7* — воздухоподводящий шланг; *8* — вертлюг-сальник; *9* — ротор; *10* — шланг для сброса пульпы; *11* — шлам; *12* — отстойник; *13* — канава для подвода воды в скважину.

рильных и ведущих трубах, вертлюге и шлангах, а также от количества шлама, находящегося в промывочной жидкости, и, как правило, равна 100 м.

При отсосе промывочной жидкости эрлифтом (рис. 70) в скважину по воздухопроводным трубам компрессором подается сжатый воздух. Смешиваясь в смесителе с водой и разрушенной породой, он образует аэрированную пульпу, плотность которой значительно меньше плотности промывочной жидкости, вследствие чего происходит подъем аэрированной жидкости по колонне бурильных труб и вынос разрушенной породы на поверхность. Смеситель устанавливают непосредственно над долотом. Воздух к смесителю подается по воздухопроводным трубам, расположенным параллельно колонне бурильных труб или внутри нее.

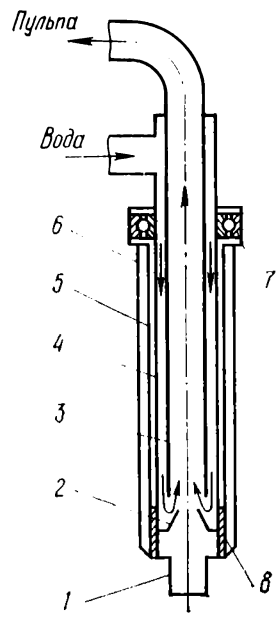


Рис. 71. Схема работы водоструйного насоса:

1 — замок для соединения с бурильными трубами; *2* — водоструйный насос; *3* — труба для отсоса пульпы; *4* — труба для подачи воды от центробежного насоса; *5* — ведущая труба; *6* — ребра на ведущей трубе для захвата вкладышами ротора; *7* — подшипник; *8* — сальник.

Отсос пульпы эрлифтом прост и надежен в эксплуатации и обеспечивает высокие скорости бурения, но работать с максимальной подачей начинает только с глубины 9...10 м.

Водоструйным насосом (гидроэлеватором) (рис. 71) промывочную жидкость в настоящее время отсасывают значительно реже, чем центробежным насосом и эрлифтом.

Водоструйный насос устанавливают в нижней части ведущей трубы для создания разрежения в колонне бурильных труб. Воду к водоструйному насосу подают центробежным насосом с подачей 15 л/с и давлением до 0,8 МПа.

Основное преимущество этого способа — легкий и быстрый переход с обратной промывки при закупорке породой бурильных труб, долота или вертлюга-сальника на прямую. Для этого перекрывают выкидной шланг, и вода от центробежного насоса поступает через водоструйный насос и колонну бурильных труб на забой, поднимаясь затем по межтрубному пространству между колонной бурильных труб и стенками скважины.

Недостатки отсоса водоструйным насосом — низкий КПД (18...21 %) и небольшое проходное отверстие водоструйного насоса по сравнению с внутренним диаметром бурильных труб, снижение производительности бурения с углублением скважин.

Отсос пульпы водоструйными насосами целесообразен при бурении скважин глубиной до 100 м.

§ 2. Буровой агрегат 1БА15К

Самоходный буровой агрегат 1БА15К создан на базе агрегата 1БА15В и предназначен для бурения роторным способом с обратной промывкой водозаборных, дренажных и других скважин большого диаметра (до 1 270 мм) на глубину до 250 м. Обратную промывку осуществляют с помощью эрлифта или водоструйного насоса. Агрегат 1БА15К может быть использован также и для вращательного бурения скважин на воду с прямой промывкой на глубину до 500 м с начальным диаметром 400 мм.

Буровой агрегат 1БА15К состоит из бурового, компрессорно-силового и такелажного блоков.

Буровой блок смонтирован на шасси автомобиля МАЗ-500А, от ходового двигателя которого осуществляется привод всех механизмов агрегата. В отличие от бурового агрегата 1БА15В, буровой блок агрегата 1БА15К оснащен двухбарабанной лебедкой с талевым и желоночным барабанами и катушкой для вспомогательных работ, центробежным насосом ЦНС или буровым насосом НБ-40 и генератором мощностью 20 кВт. Грузоподъемность талевого барабана лебедки 5,2 т, а желоночного барабана — 2,7 т.

К раме бурового блока шарнирно крепится откидной ротор с проходным отверстием 410 мм. В его корпусе смонтирован редуктор, дополнительно понижающий частоту вращения стола ротора при бурении с обратной промывкой. При креплении скважины обсадными трубами большого диаметра ротор с помощью талевой системы поворачивается на 90°, освобождая устье скважины. При переездах на большое расстояние его снимают с бурового блока и перевозят отдельно.

Мачта агрегата 1БА15К двухсекционная, наклонная Высота ее до оси кронблока 16 м, а вылет кронблока от оси ротора составляет 1,4 м. Максимальная грузоподъемность мачты 20 т.

Такелажный блок, смонтированный на автоприцепе, оснащен четырехметровой поворотной стрелой с электрической талью грузоподъемной силой 10 кН и сварочным генератором. На этом блоке перевозят также бурильные трубы, вертлюг-сальник и другое оборудование.

Компрессорно-силовой блок такой же, как и на буровом агрегате 1БА15В.

§ 3. Установка FA-10, FA-12 и FA-20

Для бурения скважин большого диаметра с обратной промывкой применяют буровые установки FA-10, FA-12 и FA-20 (СРР), предназначенные для сооружения водозаборных скважин, а также дренажных и водопонижающих скважин большого диаметра.

По конструкции эти установки во многом схожи между собой. Монтируют их на двухосных прицепах, на которых размещены все основные узлы и механизмы установки: приводной двигатель, коробка передач, всасывающий и вакуумный насосы, лебедка с тремя барабанами, ротор (или подвижной вращатель в установке FA-10) и мачта. В качестве приводного двигателя используют дизели типа Д-110 или Д-116 мощностью соответственно 48 и 33 кВт.

В настоящее время наиболее широко используют буровую установку FA-12; она позволяет бурить скважины вращательным способом с обратной промывкой с начальным диаметром до 1 270 мм на глубину до 250 м с отсосом пульпы с забоя эрлифтом и на глубину до 100 м с отсосом пульпы центробежным насосом, ударно-канатным способом с начальным диаметром до 600 мм на глубину до 250 м. Если установка дополнительно снабжена буровым насосом, то ее можно применять для бурения вращательным способом с прямой промывкой забоя на глубину до 250 м с начальным диаметром бурения до 190 мм. Установка смонтирована на двухосном прицепе с пневматическими колесами. На платформе прицепа размещены основные узлы установки: приводной двигатель, всасывающий и вакуумный насосы, передаточный вал, коробка передач с коробкой отбора мощности, лебедки с талевым, желоночным и инструментальным барабанами, механизм подачи, ударный механизм, выдвижной ротор и мачта. Скорость передвижения установки не более 30 км/ч.

На рисунке 72 показана кинематическая схема установки FA-12. Установка приводится в действие от двигателя *1* (дизель Д-103), вращение от которого через гидравлическую и однодисковую муфты сцепления, установленные непосредственно на двигателе, передается через клиноременную передачу на передаточный вал *2* установки, а через карданный вал и дисковую муфту сцепления — на буровой насос, подключаемый при бурении с прямой промывкой.

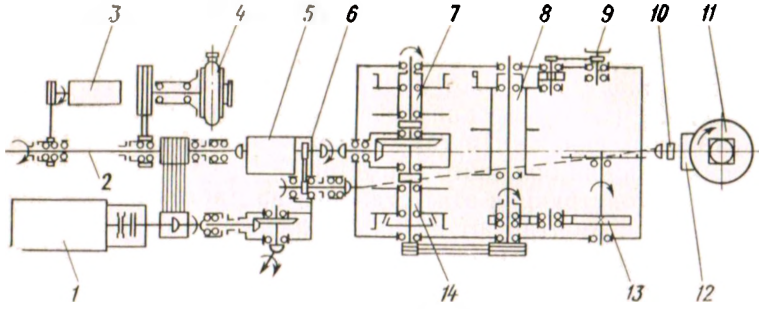


Рис. 72. Кинематическая схема буровой установки ГА-12. Позиции даны в тексте.

Передаточный вал служит для распределения вращения на вакуумный *3* и центробежный всасывающий *4* насосы и коробку передач *5*. Вакуумным насосом создается разрежение во всасывающей магистрали, в центробежном насосе при его пуске, для чего в нем установлен обратный клапан.

Коробка передач имеет пять прямых и одну обратную передачи и снабжена коробкой отбора мощности *6*, от которой вращение передается на ротор *11* через карданный вал, предохранительную муфту *10* и редуктор *12* и на желоночный *14*, талевый *7* и инструментальный *8* барабаны лебедки. Стол ротора может перемещаться по раме шасси прицепа, занимая два положения.

Барабаны лебедки свободно посажены на валы. С помощью талевого барабана спускают и извлекают обсадные трубы при креплении скважин, а также буровой снаряд при роторном бурении. Неподвижный конец талевого каната через гидравлический индикатор веса, контролирующий нагрузку на крюке (не больше 200 кН), закрепляют на кронблоке мачты. Показывающий манометр индикатора веса установлен на мачте у пульта бурильщика. Грузоподъемность инструментального барабана 3,2 т.

Желоночный барабан лебедки используют при очистке скважины от шлама при ударно-канатном способе бурения с помощью желонки. Его грузоподъемность 1,1 т.

Валу инструментального барабана вращение передается от вала желоночного барабана через цепную передачу. Инструментальный барабан может приводиться во вращение также (вручную или автоматически) от меха-

низма подачи *9*. С помощью инструментального барабана и механизма подают буровой снаряд на забой при ударно-канатном и роторном способах бурения.

На валу инструментального барабана свободно сидит зубчатое колесо, передающее вращение ударному механизму *13* установки. Включают его с помощью зубчатой муфты. Частоту ударов долота регулируют изменением частоты вращения приводного двигателя. Ударный механизм позволяет работать с буровым снарядом массой 1 800 кг, изменяя высоту подъема его над забоем в пределах 0,35...0,9 м.

По мере углубления скважины долото опускают, вращая механизм подачи с помощью инструментального барабана. При подъеме бурового снаряда ударный механизм и механизм подачи отключают.

Установка FA-12 оборудована цельносварной односекционной откидной мачтой, монтируют и демонтируют которую механическим способом, используя лебедку установки. В нижней части мачты установлены домкраты. Для гашения толчков во время ударно-канатного бурения на кронблоке мачты находятся два ряда упругих резиновых дисков. Грузоподъемность мачты 20 т, а высота до оси кронблока 13,1 м.

Для работы в ночное время установка имеет систему освещения из пяти фар и одной переносной лампы.

Компрессор МС-5, используемый при бурении с отсосом пульпы эрлифтом, представляет собой прицеп, на котором смонтированы компрессор и двигатель (дизель Д-103) мощностью 48 кВт. Прицеп имеет дышло для соединения с тягачом. Подача компрессора 87 л/с, рабочее давление сжатого воздуха 0,7 МПа.

При бурении с прямой промывкой применяют буровой поршневой горизонтальный насос типа 2PN-35 с подачей до 6,7 л/с и давлением до 4,5 МПа. Масса насоса 590 кг.

В отличие от установки FA-12, буровая установка FA-20, предназначенная для бурения более глубоких скважин (до 350 м), имеет два сменных ротора с проходными отверстиями 400 и 800 мм, которые монтируют на откидной раме. Управление основными рабочими механизмами пневматическое, для чего имеется компрессор С-350 с приводом непосредственно от двигателя. Мачту поднимают с помощью гидродомкрата.

Установка FA-10, предназначенная для бурения бо-

лее мелких (до 150 м) скважин, оснащена двухбарабанной лебедкой с гидроприводом и имеет подвижной вращатель, перемещающийся по направляющим мачты. Мачта установки цельносварная, поднимается с помощью гидродомкрата.

§ 4. Переоборудование отечественных установок роторного и ударного типов для бурения с обратной промывкой

Для сооружения скважин большого диаметра с обратной промывкой часто используют модернизированные самоходные буровые установки роторного бурения УРБ-2А, УРБ-3АМ и 1БА15В. Для этого в буровой установке УРБ-2А заменяют ротор с диаметром проходного отверстия 150 мм на ротор Р-250 с диаметром проходного отверстия 250 мм от установки УРБ-3АМ, который вдвое снижает частоту вращения бурильной колонны.

Ротор располагают на специальной раме, смонтированной на платформе установки на высоте 1,3 м от поверхности земли.

Для забуривания скважины с прямой промывкой на платформе установки на специальных кронштейнах дополнительно ставят центробежный насос С-245 с приводом от специального шкива, находящегося на карданном валу установки. Это позволило использовать установку УРБ-2А для бурения скважин диаметром до 500 мм на глубину 50...60 м с обратной промывкой. Недостатки установки — небольшие высота и грузоподъемность мачты, а также необходимость ее перемещения от устья скважины при спуске эксплуатационной колонны диаметром более 168 мм из-за небольшого проходного отверстия в раме установки под ротором.

Буровую установку УРБ-3АМ можно использовать для бурения скважин с обратной промывкой на глубину до 200 м с начальным диаметром до 1 200 мм. Изменением частоты вращения двигателя получают требуемую частоту вращения ротора (0,7...0,8 $с^{-1}$). Бурильные трубы применяют фланцевого соединения, позволяющие работать с левым вращением, а долота — с левой соединительной резьбой.

В дальнейшем установку УРБ-3АМ модернизировали. Для этого непосредственно за муфтой сцепления приводного двигателя установили редуктор, снижающий

частоту вращения ротора в 2 раза, что позволило применять бурильные трубы с резьбовым соединением при правом вращении ротора.

Недостаток установки УРБ-3АМ — небольшое проходное отверстие ротора.

При модернизации бурового агрегата 1БА15В буровой насос 11ГрИ и компрессорную установку пневмосистемы сняли с платформы, а электрогенератор переставили на место бурового насоса. На платформе установили центробежный насос 4ПС-9 с подачей воды 35...55 л/с, вакуумный насос КВН-4 с приводом от электромотора мощностью 1,7 кВт, питаемого от электрогенератора установки, вакуумный котел вместимостью 0,15 м^3 и лебедку от бурового станка АВБ-3-100 для вспомогательных работ.

Для обслуживания пневматической системы установки используют компрессор автомобиля, подключенный к воздухосборнику установки. Модернизированным буровым агрегатом 1БА15В бурят скважины диаметром до 1 500 мм на глубину до 200 м.

Комбинированная буровая установка УКС-22М-ОП (рис. 73) изготовлена на базе буровой установки УКС-22М и специальной роторной приставки, крепящейся к раме станка на двух шарнирах, один из которых разъемный.

Комбинированной буровой установкой УКС-22М-ОП бурят скважины вращательным способом с обратной промывкой диаметром 650 мм на глубину до 150 м. Передней опорой роторной приставке служат два винтовых домкрата. На роторной приставке смонтирован ротор от буровой установки УРБ-3АМ с диаметром проходного отверстия 250 мм. Во вращение ротор приводится от индивидуального электродвигателя мощностью 14 кВт.

Отсасывают промывочную жидкость с забоя скважины эрлифтом. Сжатый воздух от компрессора попадает в вертлюг-сальник и по воздухопроводным трубам подается в скважину, откуда, смешиваясь с водой и разрушенной породой, поднимается по колонне бурильных труб на поверхность. При бурении используют комплект бурового инструмента из труб диаметром 168 мм с центральным расположением воздухопроводных труб. Для закрепления ведущей трубы серийные вкладыши ротора приставки заменяют специальными. При необходимости

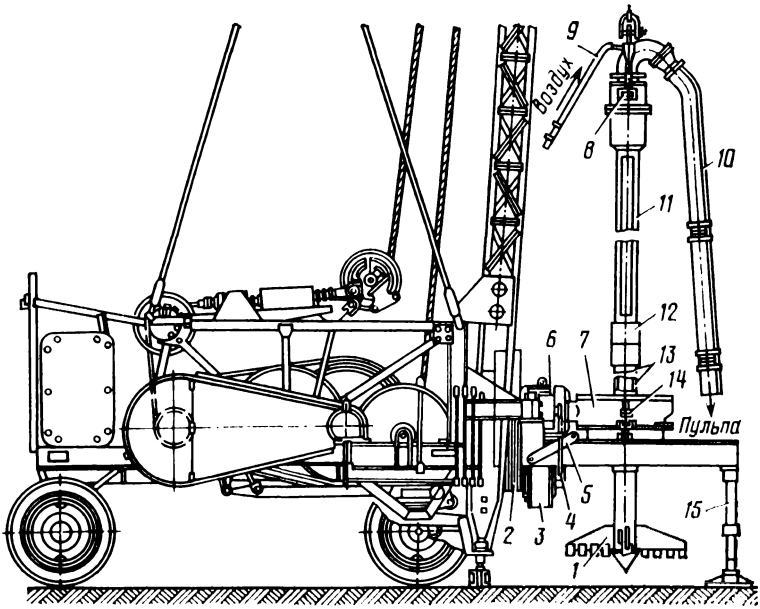


Рис. 73. Комбинированная буровая установка УКС-22М-ОП:

1 — долото; *2* — клиноременная передача; *3* — редуктор; *4* — цепная передача; *5* — рукоятка включения ротора; *6* — электродвигатель; *7* — ротор; *8* — вертлюг-сальник; *9* — воздухоподводящий шланг; *10* — шланг для сброса пульпы; *11* — ведущая труба; *12* — буровой замок; *13* — бурильная труба; *14* — тросовая направляющая для вертлюга-сальника; *15* — опорный домкрат.

роторную приставку можно легко отводить в сторону или полностью отсоединять, что дает возможность опускать в скважину обсадные трубы и фильтры большого диаметра без снятия ротора.

Комбинированная буровая установка УКС-30М-ОП (рис. 74) аналогична установке УКС-22М-ОП, но ротор приводят во вращение от главного вала через двухступенчатую цепную передачу, для чего на главном валу со стороны приводного шкива дополнительно установлена трехдисковая муфта сцепления с ведущей звездочкой. Вращение от нее передается на блок из трех звездочек, свободно вращающихся на оси, прикрепленной к раме роторной приставки. От блока звездочек вращение через цепную передачу получает звездочка вала ротора. Переброской цепи на одну из двух звездочек блока можно получить две частоты вращения ротора: 0,7 и 1,35 $с^{-1}$.

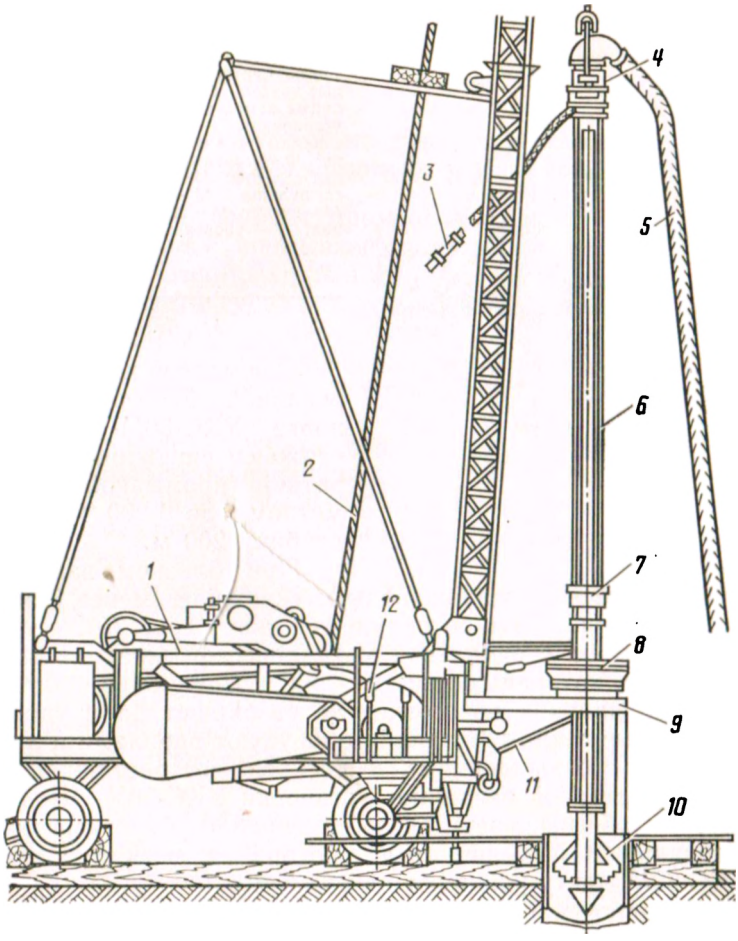


Рис. 74. Комбинированная буровая установка УКС-30М-ОП:
1 — установка УКС-30М; *2* — инструментальный канат; *3* — воздухоподводящий шланг; *4* — вертлюг-сальник; *5* — шланг для сброса пульпы; *6* — ведущая труба; *7* — вкладыш ротора; *8* — ротор; *9* — рама приставки; *10* — долото; *11* — цепь; *12* — рычаг включения ротора.

Рычаг управления муфтой сцепления выведен к рабочему месту бурильщика. Приставка снабжена ротором от установки УРБ-4ПМ с проходным отверстием 350 мм. При бурении применяют комплект бурового инструмента из труб диаметром 219 мм с боковым расположением воздухопроводных труб.

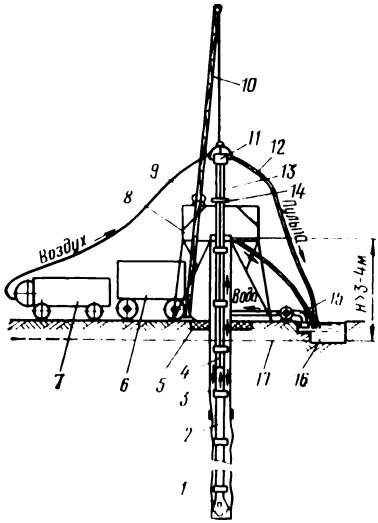


Рис. 75. Схема устройства роторной приставки на эстакаде:

1 — долото; *2* — бурильные трубы; *3* — кондуктор; *4* — воздухопроводные трубы; *5* — противофильтрационный замок из глины; *6* — буровая установка; *7* — компрессор; *8* — эстакада; *9* — электродвигатель ротора; *10* — мачта станка; *11* — вертлюг-сальник; *12* — шланг для сброса пульпы; *13* — ведущая труба; *14* — ротор; *15* — насос; *16* — отстойник; *17* — уровень грунтовых вод.

С помощью комбинированной буровой установки УКС-30М-ОП сооружают скважины с обратной промывкой диаметром до 1 200 мм на глубину 200 м.

При близком залегании статического уровня воды в скважине (менее 3 м) можно использовать роторную приставку (рис. 75), установленную на специальной металлической эстакаде высотой 5 м, которая состоит из труб, соединяемых болтами. При дальних перевозках ее разбирают на крупногабаритные секции. Эстакаду оборудуют перилами и лестницами с ограждениями и раскрепляют растяжками. Этой приставкой оснащают установки УКС-30М, мачта которых обеспечивает подъем ведущей трубы с вертлюгом-сальником выше стола ротора, а в установках УКС-22М мачту удлиняют на 2,5...3 м.

На рабочей площадке эстакады расположены ротор с электродвигателем. Ротором управляют с рабочей площадки эстакады, а лебедками — с рабочего места бурильщика.

Ротор легко снимается (крепится четырьмя болтами), что позволяет спускать в скважину фильтры диаметром до 800 мм, а также переходить при необходимости на ударно-канатный способ бурения (при встрече прослоек твердых пород, валунов), а затем вновь бурить вращательным способом с обратной промывкой.

Для создания необходимого гидростатического давления в скважине кондуктор устанавливают на высоте

3...5 м от поверхности земли, а закачанная в него насосом вода должна находиться на 3...4 м выше статического уровня в скважине.

§ 5. Буровой инструмент для бурения скважин большого диаметра с обратной промывкой

Буровой инструмент, применяемый для бурения скважин с обратной промывкой, подразделяют на технологический и вспомогательный. Технологический инструмент включает в себя вертлюги-сальники, ведущие трубы, бурильные трубы, комплекты бурового инструмента из бурильных и воздухопроводных труб (при бурении с эрлифтом), смесители и породоразрушающий инструмент. Вспомогательный инструмент (элеваторы, подкладные вилки, трубные ключи и др.) используют при спуско-подъемных операциях.

При бурении с обратной промывкой, осуществляемой с помощью центробежного насоса, применяют бурильные трубы как резьбового, так и фланцевого соединения. Длину бурильных труб определяют по всасывающей способности вакуумного насоса (не больше 6...7 м). Наиболее часто применяют бурильные трубы длиной 3...4 м. Для бурения с эрлифтом разработаны два комплекта бурового инструмента, отличающиеся один от другого системой подачи воздуха, расположением воздухопроводных труб, диаметром и способом соединения бурильных труб.

Комплект бурового инструмента из труб диаметром 168 мм с центральным расположением воздухопроводных труб применяют при бурении скважин с обратной промывкой с помощью буровых установок УРБ-3АМ с измененной конструкцией и УКС-22М-ОП. Он состоит из вертлюга-сальника (рис. 76), ведущей трубы и колонны бурильных труб, соединяемых между собой буровыми замками ЗШ-203. В качестве воздухопроводных труб используют бурильные трубы диаметром 50 мм с ниппельным соединением на левой резьбе.

Соединение отдельных секций бурильных труб замками усложняет спуско-подъемные операции, так как возникает необходимость одновременно свинчивать или развинчивать бурильные и воздухопроводные трубы. Кроме того, наличие внутри бурильной колонны воздухопроводных труб уменьшает проходное отверстие ко-

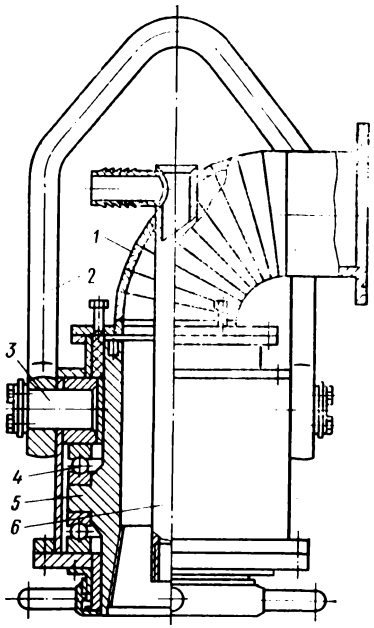


Рис. 76. Вертлюг-сальник с центральным расположением воздухопроводных труб:

1 — головка; *2* — серьга; *3* — палец; *4* — подшипник; *5* — шпиндель; *6* — трубка для подачи воздуха.

лонны, что затрудняет вынос крупных кусков породы с забоя.

Комплект бурового инструмента из труб диаметром 219 мм с боковым расположением воздухопроводных труб применяют при бурении скважин с обратной промывкой буровой установкой УКС-30М-ОП. Он состоит из вертлюга-сальника, ведущей трубы и колонны бурильных труб с фланцевыми соединениями и боковым расположением воздухопроводных труб.

Вертлюг-сальник в этом комплекте имеет специальный узел, обеспечивающий непрерывную подачу воздуха в колонну бурильных труб по двум боковым воздухопроводным трубам диаметром 25,6 мм

Соединяют между собой бурильные трубы на фланцах с помощью направляющих шпилек и болтов с гайками. Направляющие шпильки воспринимают крутящий момент и обеспечивают правильную стыковку бурильных труб. Герметичность соединения обеспечивается с помощью резиновых прокладок. Большое проходное отверстие колонны бурильных труб позволяет выносить с забоя крупные (до 100 мм) обломки породы.

Ведущие трубы (рис. 77), применяемые при роторном бурении с обратной промывкой, имеют квадратное сечение и отличаются в основном способом изготовления граней. Обычно ведущую трубу изготавливают из обсадной трубы соответствующего диаметра путем крепления к ней сваркой четырех уголков или двух швеллеров. Ведущую трубу с колонной бурильных труб соединяют замковым или фланцевым соединением. Сжатый воздух (при

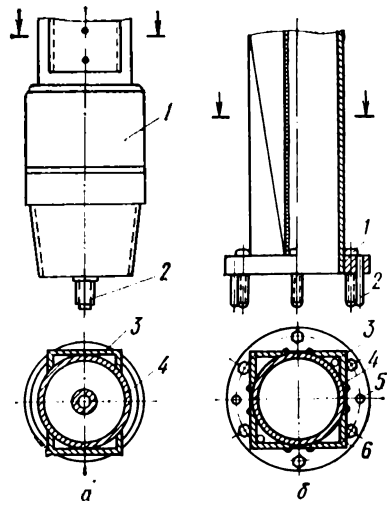


Рис. 77. Ведущие трубы:

а — с центральным расположением воздухопроводных труб: *1* — бурильный замок; *2* — воздухопроводная труба; *3* — швеллер; *4* — пульподъемная труба; *б* — с наружным расположением воздухопроводных труб; *1* — соединительные болты; *2* — направляющие шпильки; *3* — воздухопроводные трубы; *4* — пульподъемные трубы; *5* — фланец; *6* — уголки.

бурении с эрлифтом) подают по воздухопроводным трубам, смонтированным внутри ведущей трубы (рис. 77, *а*) или в приваренных уголках (рис. 77, *б*). Длина ведущих труб на 0,5...1,5 м больше длины применяемых бурильных труб.

Смеситель устанавливают в нижней части воздухопроводных труб при отсосе промывочной жидкости эрлифтом для смешивания сжатого воздуха с водой внутри колонны бурильных труб. В большинстве случаев при подаче воздуха по центрально расположенным воздухопроводным трубам смесителем служит конец нижней трубы. Для увеличения площади контакта воздуха с водой эту трубу перфорируют.

При подаче сжатого воздуха по наружным воздухопроводным трубам смеситель располагают в нижней трубе, просверливая на ней два ряда отверстий, которые затем закрывают герметичным кожухом. По воздухопроводным трубам проводят сжатый воздух, поступающий через отверстия в смесителе внутрь колонны бурильных труб, где он смешивается с промывочной жидкостью.

В смесителе устанавливают обратные шариковые клапаны, чтобы промывочная жидкость и шлам не попадали в воздухопроводные трубы при прекращении подачи сжатого воздуха.

В качестве породоразрушающего инструмента при забуривании скважин используют однозаходный шнек (рис. 78, *а*) диаметром до 700 мм и двухзаходный шнек (рис. 78, *б*) диаметром до 1 200 мм, обеспечивающие бурение на требуемую для нормальной работы эрлифта глубину (до 10 м) без промывки.

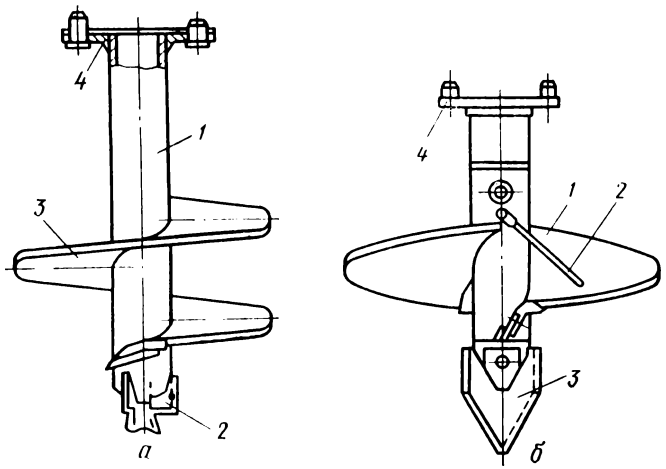


Рис. 78. Шнеки для забуривания скважины:

а — однозаходный: *1* — корпус; *2* — забурник; *3* — спираль шнека; *4* — фланец; *б* — двухзаходный: *1* — двухзаходная спираль; *2* — шарнирная створка; *3* — забурник; *4* — фланец.

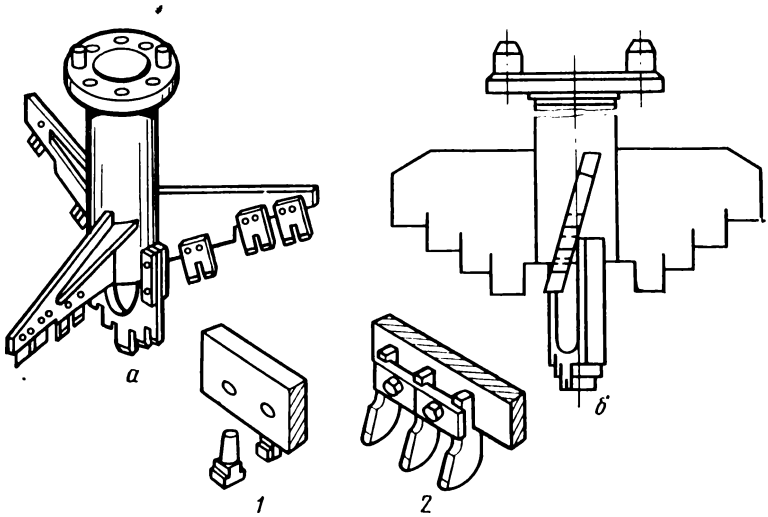


Рис. 79. Долота для бурения скважин большого диаметра с обратной промывкой:

а — трехлопастное с забурником; *б* — четырехлопастное с забурником: *1* — сменные резцы на конусе; *2* — сменные резцы на болтах.

При отсосе пульпы с помощью центробежного насоса скважину забуривают теми же долотами, которыми бурят.

Для бурения скважин с обратной промывкой применяют двух- и трехлопастные долота с опережающим забурником, а также трех- и четырехлопастные (рис. 79) долота со ступенчатым расположением режущих кромок. Во всех типах резцы лопастей армируют твердосплавными пластинками, которые бывают постоянными или сменными. В последнем случае их крепят к лопастям долота на конусе или на болтах (рис. 79, *б*, *в*). Валуны размером больше внутреннего диаметра бурильных труб извлекают фрезерной ловушкой (рис. 80).

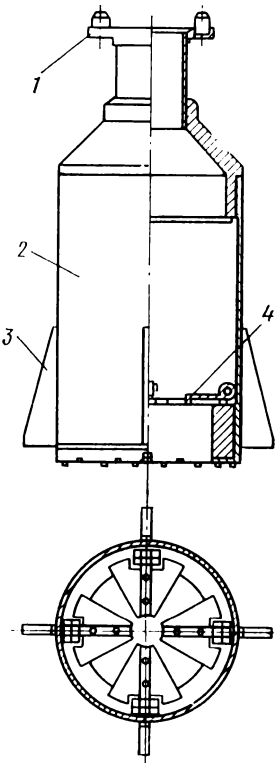


Рис. 80. Ловушка фрезерная:

1 — фланец; *2* — корпус; *3* — фреза; *4* — лепестки клапана.

При спуско-подъемных операциях в зависимости от применяемого типа соединений бурильных труб используют соответствующий вспомогательный инструмент. При резьбовом соединении бурильных труб применяют серийный вспомогательный инструмент (элеваторы и трубные ключи), а технология спуско-подъемных работ аналогична технологии роторного бурения с прямой промывкой. При спуско-подъемных операциях с бурильными трубами фланцевого соединения колонну бурильных труб располагают над ротором, используя специальные вкладыши, подкладные вилки или элеваторы, которые подводят под фланец.

Контрольные вопросы. 1. Когда применяют вращательный способ бурения с обратной промывкой? 2. Какими преимуществами обладает вращательный способ бурения с обратной промывкой по сравнению с другими способами? 3. Как происходит очистка забоя скважины от шлама при бурении с обратной промывкой? 4. Как отсасывают промывочную жидкость при бурении с обратной промыв-

кой? 5. Какие специализированные буровые установки для бурения скважин большого диаметра с обратной промывкой применяют в настоящее время? 6. Каким образом переоборудуют установки вращательного бурения под обратную промывку? 7. Какой буровой инструмент используют при бурении скважин большого диаметра с обратной промывкой? 8. Каким буровым инструментом забуривают скважины? 9. Какие типы бурильных труб используют при бурении с обратной промывкой? 10. Какой породоразрушающий инструмент применяют при бурении с обратной промывкой? 11. Какое оборудование необходимо при сооружении скважин с обратной промывкой при низком (менее 3 м) статическом уровне?

Глава 5

БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ КОЛОНКОВОГО БУРЕНИЯ

§ 1. Общие сведения

Для бурения неглубоких (до 150...300 м) скважин с отбором керна применяют самоходные буровые установки, смонтированные на автомобилях повышенной проходимости, например СБУДМ-150-ЗИВ. Эта установка имеет два взаимозаменяемых вращателя: шпиндельного типа с рычажно-дифференциальной подачей и роторного типа с принудительной подачей бурового снаряда.

Для бурения вертикальных и наклонных (под углом 60...90° к горизонту) геологоразведочных скважин в породах различной твердости применяют самоходную буровую электрифицированную установку СБУЭ-150-ЗИВ — комплексный буровой агрегат, смонтированный на шасси автомобиля ЗИЛ-131. Все механизмы установки (лебедка, ротор, механизм подачи, буровой насос НГР-250/50) имеют привод от индивидуальных электродвигателей переменного тока, что значительно упрощает управление установкой. Питание двигатели получают от синхронного генератора мощностью 30 кВт. Для подключения электродвигателя глиномешалки или другого механизма в распределительном шкафу установки имеются специальные клеммы и выключатель. Мощность подключаемого двигателя не должна превышать 4,5 кВт.

В установке применен механизм свинчивания и развинчивания бурильных труб, располагаемый на кондукторе.

В настоящее время создана самоходная буровая установка колонкового бурения УКБ-200/300С, предназначенная для бурения разведочных скважин глубиной до

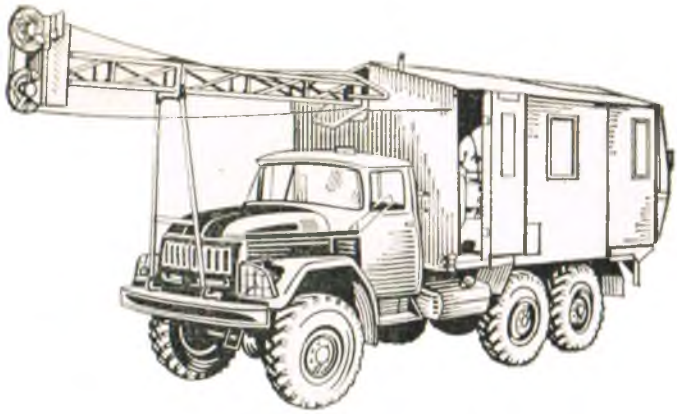


Рис. 81. Буровая установка колонкового бурения УКБ-200/300С.

300 м.Основные узлы этой установки (рис. 81) смонтированы на шасси автомобиля ЗИЛ-131А.

Установка УКБ-200/300С, в отличие от установки СБУДМ-150-ЗИВ, оснащена гидравлической системой подачи бурового снаряда, пружинно-гидравлическим зажимным патроном и гидравлическим труборазворотом. Поднимают мачту из транспортного положения в рабочее и опускают с помощью гидроцилиндра. Вся платформа установки, включая рабочие места буровой бригады, закрыта прорезиненной стеклотканью, что позволяет вести работы в зимнее время, используя для обогрева тепло от приводного двигателя. Привод станка и бурового насоса осуществляется от дизеля, размещенного на платформе буровой установки. Для уменьшения шума дизель отделен от рабочих мест бригады звукоизолирующей перегородкой.

Для бурения более глубоких скважин применяют стационарные буровые станки колонкового бурения, оснащенные гидравлической подачей бурового снаряда. Это станки СБА-500, СБА-800, ЗИФ-650М, ЗИФ-1200МР и др. Все они схожи по конструкции и отличаются мощностью приводного двигателя и конструкцией некоторых узлов. На рисунке 82 показан общий вид наиболее распространенного стационарного бурового станка ЗИФ-650М.

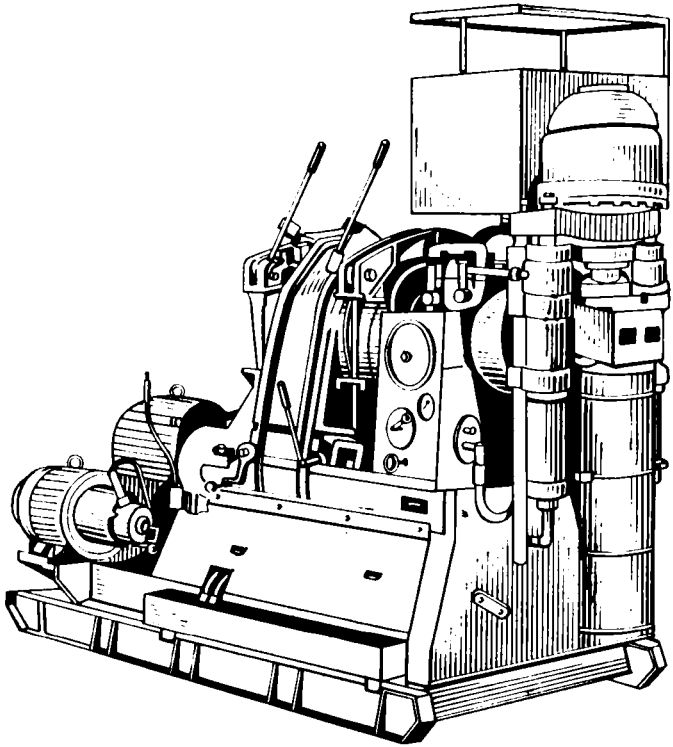


Рис. 82. Буровой станок ЗИФ-650М.

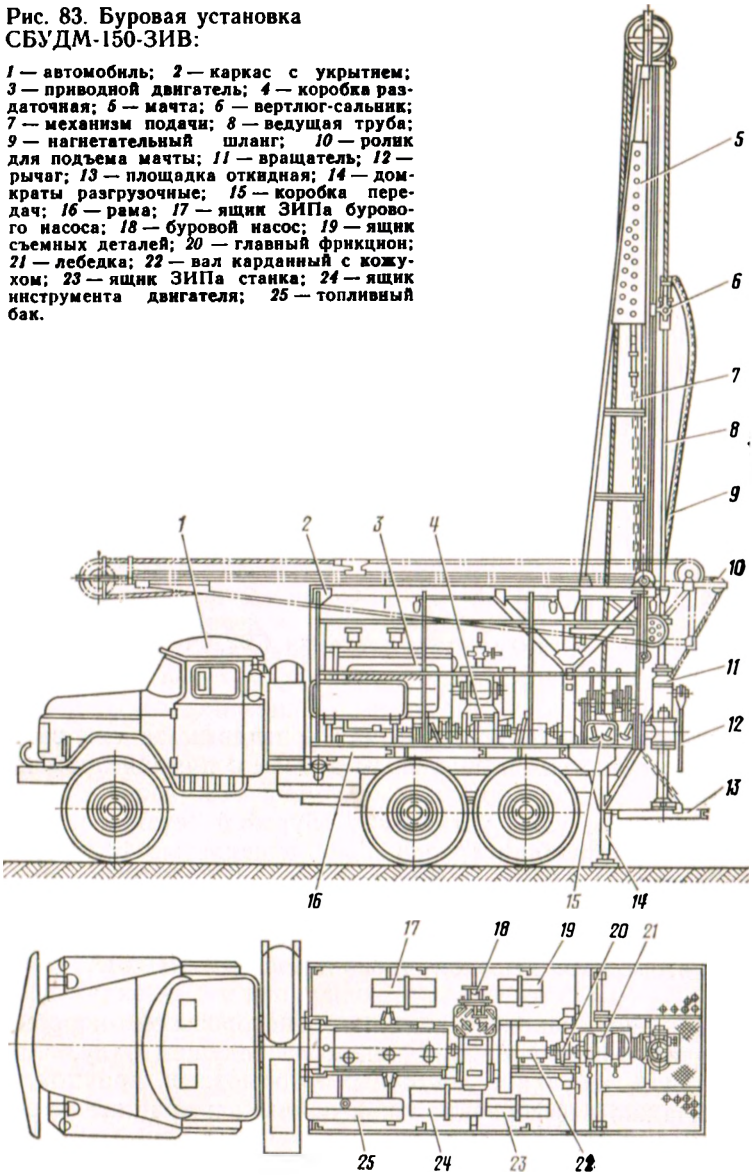
Стационарные буровые станки приводят в действие в основном от электродвигателей, работающих на переменном токе. При отсутствии централизованного электроснабжения применяют передвижные электростанции. Для привода станков могут быть использованы и двигатели внутреннего сгорания, в основном дизели мощностью до 40...50 кВт.

§ 2. Буровая установка СБУДМ-150-ЗИВ

Самоходная буровая установка СБУДМ-150-ЗИВ предназначена для бурения вертикальных разведочных, инженерно-геологических и гидрогеологических скважин глубиной до 150 м и начальным диаметром 150 мм в по-

Рис. 83. Буровая установка СБУДМ-150-ЗИВ:

1 — автомобиль; *2* — каркас с укрытием; *3* — приводной двигатель; *4* — коробка раздаточная; *5* — мачта; *6* — вертлюг-сальник; *7* — механизм подачи; *8* — ведущая труба; *9* — нагнетательный шланг; *10* — ролик для подъема мачты; *11* — вращатель; *12* — рычаг; *13* — площадка откидная; *14* — домкраты разгрузочные; *15* — коробка передач; *16* — рама; *17* — ящик ЗИПа бурового насоса; *18* — буровой насос; *19* — ящик съемных деталей; *20* — главный фрикцион; *21* — лебедка; *22* — вал карданный с кожухом; *23* — ящик ЗИПа станка; *24* — ящик инструмента двигателя; *25* — топливный бак.



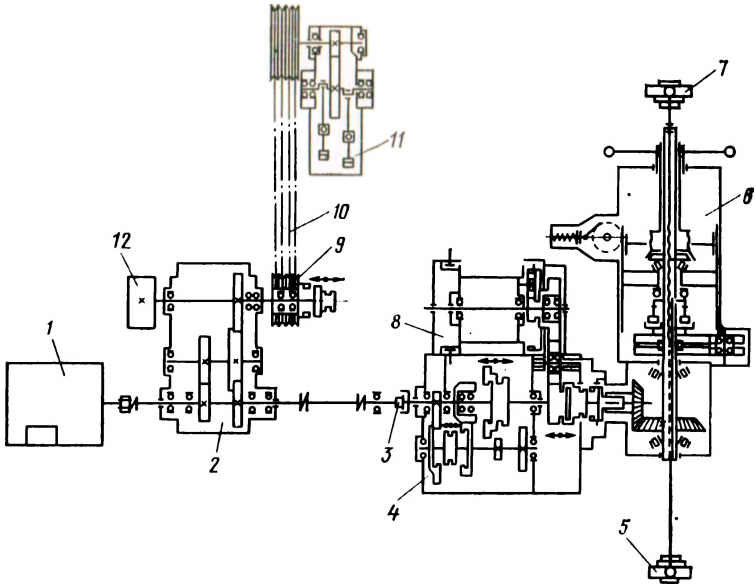


Рис. 84. Кинематическая схема установки СБУДМ-150-ЗИВ. Позиции даны в тексте.

родах различной твердости как кольцевым забоем с отбором керна, так и сплошным забоем с прямой промывкой.

Основные узлы установки — буровой станок с приводным двигателем (дизель Д-65 мощностью 40 кВт) и раздаточной коробкой, буровой насос НГР-250/50 и мачта с механизмом подачи бурового инструмента — смонтированы на общей сварной раме, установленной на шасси автомобиля высокой проходимости ЗИЛ-131А (рис. 83).

Буровой станок состоит из пятискоростной коробки передач с рабочим фрикционом на ведущем валу, планетарной лебедки с ленточными тормозами, вращателя с рычажно-дифференциальной подачей и вращателя роторного типа.

С задней стороны рама установки имеет рабочую и откидную площадки, установленные для удобства обслуживания агрегата. При переездах откидная площадка поднимается. Рама при бурении поддерживается двумя

винтовыми домкратами, устанавливаемыми около задних колес автомобиля, которые обеспечивают устойчивость установки во время бурения и воспринимают нагрузку при спуско-подъемных операциях, разгружая рессоры автомобиля.

Установка снабжена генератором, имеет систему освещения для работы ночью и брезентовое укрытие. При транспортировке мачта установки находится в горизонтальном положении.

Кинематическая схема установки показана на рисунке 84. Вращение от двигателя *1*, установленного на раме, через раздаточную коробку *2* с помощью карданной передачи передается на буровой станок, а через шкив *9* и клиноременную передачу *10* на буровой насос *11*. Через шкив *12* раздаточной коробки вращение может передаваться на глиномешалку, размещаемую при работе рядом с буровой установкой. Раздаточная коробка одновременно является понижающим редуктором. При включенном рабочем фрикционе *3* вращение от раздаточной коробки с помощью коробки передач *4* бурового станка передается на вращатель с рычажно-дифференциальной подачей *6*, оснащенный нижним *5* и верхним *7* зажимными патронами, или на планетарную лебедку *8*.

Раздаточную коробку смазывают, разбрызгивая смазку из масляной ванны, для чего через верхнюю крышку коробки заливают 6...7 л индустриального масла 45. Пополняют уровень масла не реже одного раза в неделю, а через 600 ч работы меняют полностью, сливая его через нижнее отверстие в корпусе.

Коробка передач (рис. 85) бурового станка служит для изменения частоты вращения шпинделя вращателя и барабана лебедки.

При включенном рабочем фрикционе вращение передается ведущему валу-шестерне *1* коробки передач и шестерне *15*, закрепленной на этом же валу. Обе шестерни находятся в постоянном зацеплении с шестернями *4* и *6*, свободно сидящими на промежуточном валу *2*. На этом же валу неподвижно установлены еще две шестерни *7* и *8*, с которыми может вводиться в зацепление блок-шестерня *14*, свободно посаженная на шлицах ведомого вала *12*. Первые четыре частоты вращения получают соединением зубчатой муфты *5*, установленной на промежуточном валу, с шестернями *4* и *6*, а также соединением блок-шестерни *14* с шестернями *7* и *8*.

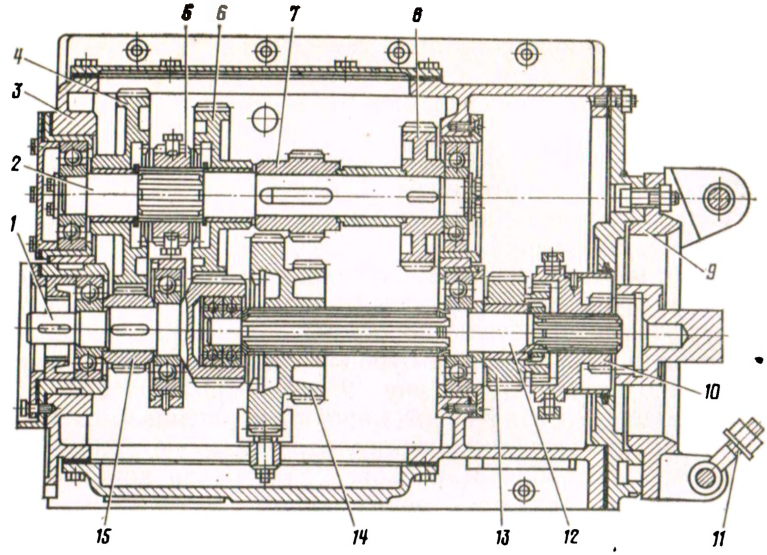


Рис. 85. Коробка передач установки СБУДМ-150-ЗИВ. Позиции даны в тексте.

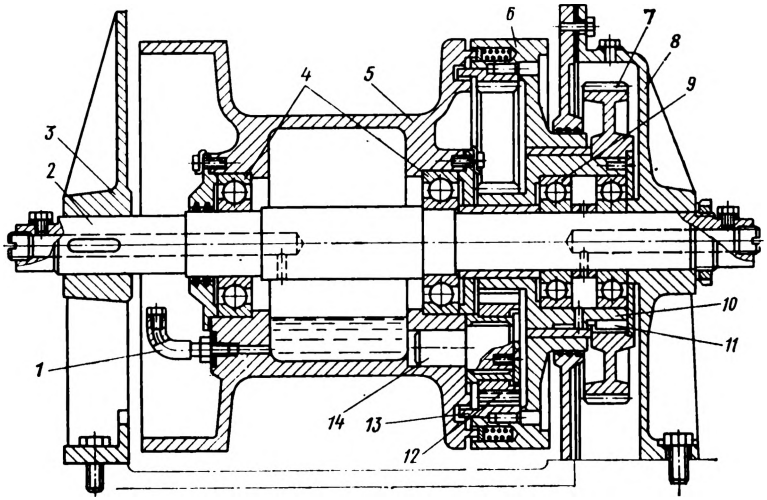


Рис. 86. Планетарная лебедка установки СБУДМ-150-ЗИВ. Позиции даны в тексте.

Переключение на пятую частоту вращения проводят включением напрямую блок-шестерни *14* с валом-шестерней *1*. При этом зубчатую муфту *6* промежуточного вала ставят в нейтральное положение.

В передней части корпуса *3* коробки передач на ведомом валу *12* свободно вращается шестерня *13*, находящаяся в постоянном зацеплении с промежуточной шестерней, которая служит для привода лебедки станка. Включение шестерни *13* проводят с помощью сидящей на шлицах ведомого вала *12* двусторонней зубчатой муфты *10*. Эта же муфта служит для привода вращателя. Вращатель присоединяют к коробке передач через горловину *9* с помощью болта *11*.

Все детали коробки передач смазывают, разбрызгивая индустриальное масло 45, заливаемое в коробку в объеме 8...10 л. Пополняют уровень масла не реже одного раза в неделю, а меняют полностью через 600 ч работы.

Планетарную лебедку (рис. 86) монтируют на коробке передач станка. Она состоит из барабана *5*, свободно установленного на подшипниках *4* на неподвижной оси *2*, закрепленной в кронштейнах *3* и *8*, и двух ленточных тормозов. Грузоподъемность лебедки 2 т.

Вращение от коробки передач станка поступает на приводную шестерню *7* лебедки, соединенную шпонкой *11* с солнечной шестерней *10*, которая вращается на подшипниках *9*, размещенных на оси *2*. По солнечной шестерне свободно перекатываются три шестерни-сателлита *12*, которые, в свою очередь, свободно вращаются на осях *14*, запрессованных в боковой стенке барабана лебедки. Шестерни-сателлиты находятся также в зацеплении с венцовой шестерней *13*, закрепленной в тормозном шкиве *6* подъема лебедки. При заторможенном шкиве подъема и вращающейся приводной шестерне *7* происходит перекатывание шестерен-сателлитов по неподвижной шестерне внутреннего зацепления тормозного шкива подъема с одновременным вращением барабана лебедки. Тормозят барабан и регулируют скорость спуска бурового снаряда левой тормозной лентой при выключенном тормозе шкива подъема.

Подшипники барабана и зубчатые передачи смазывают, разбрызгивая масло, заливаемое в барабан лебедки через левое отверстие в неподвижной оси *2*. Масло через отверстия в осях шестерен-сателлитов проникает

в полость планетарной передачи и смазывает ее. Для контроля уровня масла, находящегося в нижней части барабана, служит трубка *1*. Масло в барабане лебедки пополняют через 25 ч работы станка. Для смазки применяют индустриальное масло 45.

Смазку подшипников блока шестерен осуществляют продавливанием 50 г солидола УС-2 через правое отверстие в оси лебедки ежесменно.

Вращатель шпиндельного типа (рис. 87) с рычажно-дифференциальной подачей используют при бурении твердых пород, а также при безнасосном способе бурения, когда необходимо постоянно расхаживать буровой снаряд (приподнимать и опускать его в процессе бурения). Вращатель смонтирован в разъемном литом корпусе, состоящем из нижнего корпуса *22*, присоединенного к горловине коробки передач, среднего корпуса *5* и колпака *17*. Вращение от ведомого вала коробки передач станка при помощи полумуфты *2* через конические шестерни *1* и *25*, находящиеся в постоянном зацеплении, передается на втулку *24* вращателя. Во втулке расположен полый шпиндель *3*, имеющий наружную ленточную левую резьбу и продольную шпоночную канавку на внешней поверхности. На внутренней поверхности втулки закреплена шпонка *23*, входящая в шпоночный паз шпинделя. С ее помощью шпиндель приводится во вращение, а также совершает возвратно-поступательное движение. На верхней части втулки неподвижно установлена шестерня *4*, находящаяся в постоянном зацеплении с блок-шестерней *21*, свободно вращающейся на валу *20*. В свою очередь, блок-шестерня приводит во вращение шестерню *6*, связанную с наружным барабаном *9* и с закрепленными на нем ведущими дисками *7* фрикциона подачи. На шпиндель навернута гайка подачи *12*, вмонтированная в кремальеру *11*.

При нижнем положении кремальеры, перемещаемой с помощью рычажного устройства, гайка подачи кулачковой муфтой *10* входит в зацепление с внутренним барабаном *19* фрикциона подачи и прижимает ведомые диски *8* к ведущим дискам *7*. При таком положении имеет место дифференциальная подача, то есть одновременно со шпинделем начинает вращаться гайка подачи, но так как она вращается быстрее, оставаясь при этом на месте, то шпиндель благодаря левой резьбе перемещается вниз. Более быстрое вращение гайке подачи

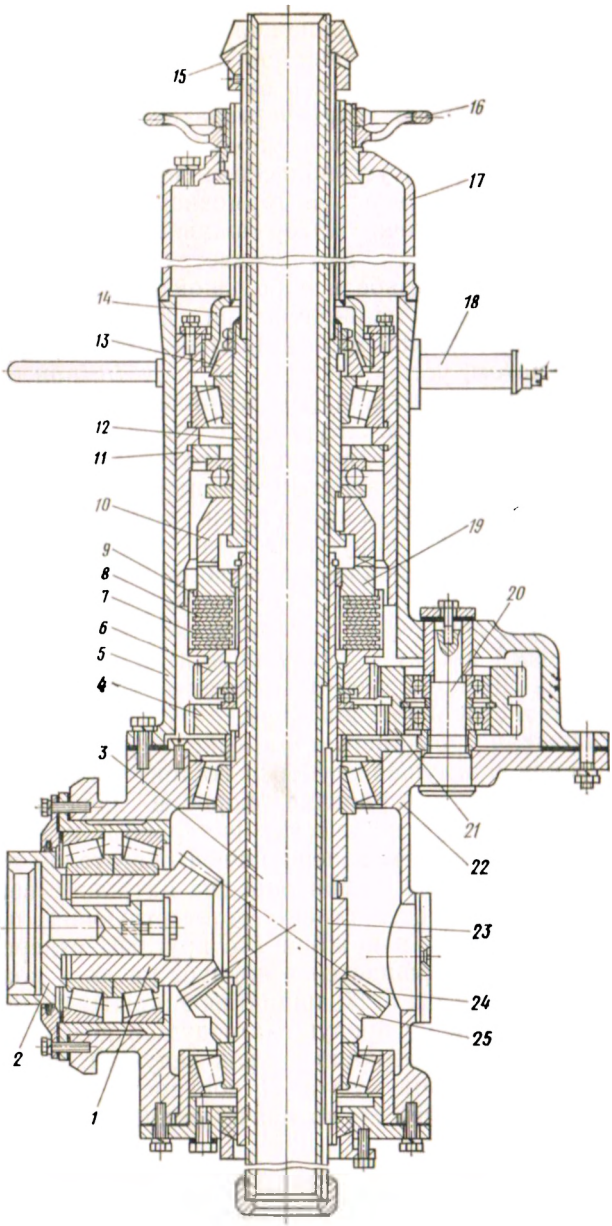


Рис. 87. Вращатель шпиндельного типа установки СБУДМ-150-ЗИВ. Позиции даны в тексте.

обеспечивает передача вращения с шестерни *4* на блок-шестерню *21*, а с блок-шестерни на наружный барабан *9* фрикциона подачи. Чтобы быстро поднять шпиндель в верхнее положение (при перехвате ведущей трубы) при выключенном фрикционе подачи штурвалом *16*, на тормозной конус *13*, установленный на верху гайки подачи, навинчивают верхний тормозной конус *14*. В результате гайка подачи затормаживается, а шпиндель, продолжая вращаться, вывинчивается из гайки подачи благодаря левой резьбе и с большой скоростью поднимается вверх. Ход шпинделя при дифференциальной подаче составляет 450 мм. Рычажная подача осуществляется рычагом, установленным на валу *18*, при выключенном фрикционе подачи. Ход шпинделя при рычажной подаче равен 150 мм. Бурение с помощью рычажной подачи может происходить как с разгрузкой, так и с нагрузкой. Осевую нагрузку на породоразрушающий инструмент при данном положении груза, установленного на рычаге, регулируют автоматически. На верхней части шпинделя установлен грязесъемник *15*.

Через шпиндель проходит бурильная труба, которую закрепляют в нем двумя механическими патронами, установленными вверху и внизу шпинделя. Для удобства проведения спуско-подъемных операций вращатель станка отводят в сторону на шарнире.

Вращатель роторного типа (рис. 88) предназначен для бурения с ведущей трубой и состоит из корпуса *12*, присоединенного к горловине коробки передач через полумуфту *10*, двух конических шестерен *3* и *11*, находящихся в постоянном зацеплении, и пустотелой втулки *4*, на концы которой навинчены два патрона: верхний *7* с шестигранным отверстием, соответствующим профилю ведущей трубы, и нижний *1* с круглым отверстием. Втулка свободно вращается в корпусе на двух конических подшипниках *2* и *5*. Подшипники закрыты крышками *6* и *13*. Через втулку пропущена ведущая шестигранная труба длиной 4 м. Верхний патрон ведущий, нижний — направляющий. Полумуфта *10* соединена болтом *9* с конической шестерней *11*, которая размещена на стакане *8* в корпусе вращателя.

У вращателя шпиндельного типа кремальеру и диски фрикциона подачи смазывают через отверстия в верхней части колпака, заливая 0,5...0,6 л индустриального масла 45. Ежесменно добавляют около 50 г масла. Мас-

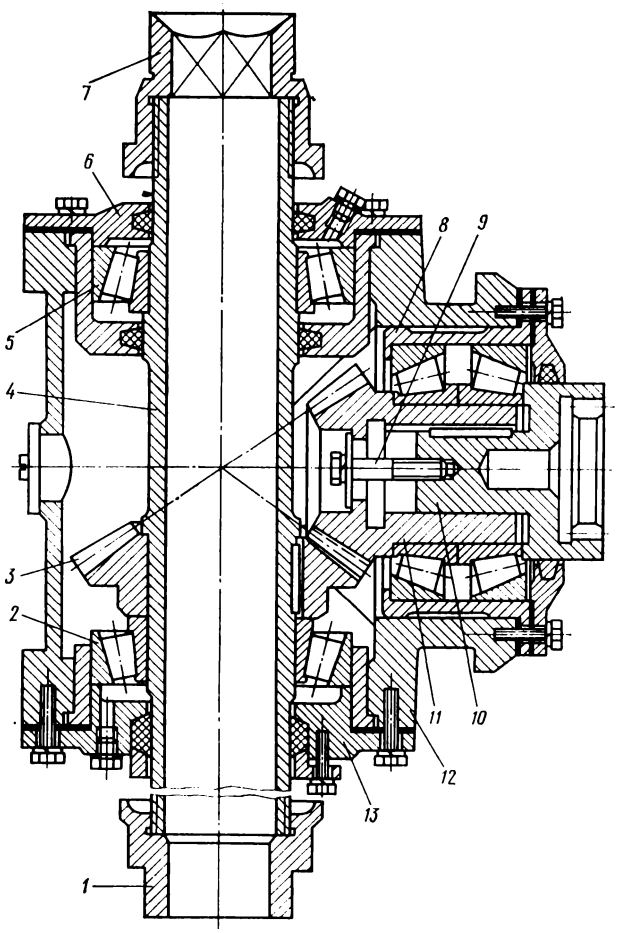


Рис. 88. Вращатель роторного типа установки СБУДМ-150-ЗИВ. Позиции даны в тексте.

ло, постепенно стекая вниз, переполняет нижнюю полость корпуса вращателя. Лишнее масло периодически сливают, отвинчивая резьбовую пробку, закрывающую отверстие в нижней части корпуса. Полностью масло меняют через 600 ч работы станка.

Конические шестерни вращателей смазывают солидолом УС-2, который закладывают массой 1...1,5 кг

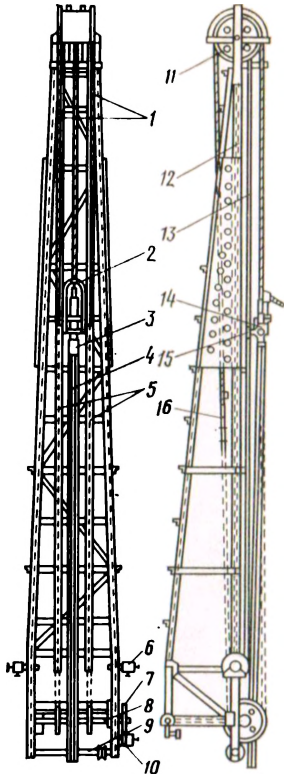


Рис. 89. Мачта с механизмом подачи ведущей трубы. Позиции даны в тексте.

через отверстие в корпусе, закрываемое крышкой-эмблемой. Полость шариковых и роликовых подшипников заполняют солидолом УС-2 на одну треть объема при очередных осмотрах и ремонтах станка.

Мачта с механизмом подачи бурового инструмента (рис. 89) шарнирно связана с верхней частью рамы установки, где она закреплена на двух осях *6*. Мачта *12* служит для спуска и подъема бурового инструмента. Высота ее до оси кронблока составляет 9,4 м, а грузоподъемность—2 т. С помощью механизма подачи, установленного на мачте, можно бурить с дополнительной нагрузкой и разгрузкой, а также расхаживать буровой снаряд в процессе бурения. Вертлюг-сальник *14*, укрепленный с помощью серьги *2* на канате лебедки, и связанная с ним через переводник *3* ведущая труба *4* приводятся в движение цепью *5*. Цепь *5* соединена стяжками *16* со стальными канатами *1*, которые переброшены через крайние блоки *11* кронблока мачты и соединены со щеками *15* вертлюга-сальника. Таким образом, получаются две замкнутые цепи, приводимые в движение рычагом (который использован в рычажно-дифференциальном вращателе) через пару зубчатых колес *10* и *7* и звездочки, установленные на валу *8*. Ход ведущей трубы составляет 2,5 м. Щеки *15* вертлюга-сальника перемещаются по направляющим *13*, которые препятствуют вращению при бурении.

Мачту с механизмом подачи ведущей трубы смазывают солидолом УС-2 через каждые 50 ч работы станка через колпачковые масленки, установленные в местах смазки.

Мачту из транспортного положения в рабочее поднимают лебедкой станка. Для этого канат лебедки перебрасывают через ролик, расположенный на раме ниже коробки передач и через ролик, установленный на оси *9* внизу мачты. Затем пропускают канат под рабочей панелью мачты, перебрасывают снизу вверх через центральный блок кронблока и закрепляют зажимом его свободный конец на оси *9*. Поднимают мачту на первой скорости коробки передач. Перед подъемом вертлюг-сальник и ведущую трубу с мачты снимают и проверяют надежность тормозов лебедки, поднимая мачту на 0,5...0,75 м, а затем опуская ее в исходное положение.

При спуске мачты канат закрепляют так же, как и при подъеме. Притормаживая барабан лебедки левым тормозом, открепляют мачту и плавно, без сильных рывков, опускают ее.

Для правильной эксплуатации буровой установки обслуживающий персонал должен знать устройство, назначение отдельных узлов и взаимное расположение деталей установки, чтобы быстро устранить неполадки, возникающие во время работы. Смазку и регулировку установки нужно выполнять тщательно и своевременно. На месте бурения установку переводят из транспортного положения в рабочее, устанавливая ее так, чтобы ось шпинделя вращателя находилась над устьем будущей скважины, а затем подводят под установку домкраты. Бурить без домкратов запрещается. Под плиты домкратов подкладывают деревянные брусья толщиной 150... 180 мм, закопав их до уровня поверхности. Откидывают откидную площадку, отрегулировав ее положение стяжками, поднимают и закрепляют в вертикальном положении мачту, проверяют натяжение цепей механизма подачи ведущей трубы и его ход.

Перед пуском буровой установки осматривают и при необходимости подтягивают все крепежные детали, обращая особое внимание на плотность и надежность затяжки болта, скрепляющего вращатель с горловиной коробки передач. Рукоятку включения «лебедка-вращатель» переводят в положение «вращатель», а главный фрикцион станка выключают. Проверяют крепление каната на барабане лебедки, а также тормоза. Отпущенные тормозные ленты не должны прилегать к тормозным шкивам лебедки. Осматривают плашки и зажимные болты патронов шпинделя вращателя, а также

крепление втулки вращателя в корпусе. При обнаружении осевого люфта подтягивают роликоподшипники вращателя, уменьшая число прокладок.

После подготовительных работ запускают двигатель и включают сцепление. Категорически запрещается при пуске двигателя наматывать пусковой шнур на руку. После того как сцепление двигателя включится и раздаточная коробка установки заработает, включают главный фрикцион бурового станка. Буровой насос можно включать только при выключенной раздаточной коробке.

В процессе бурения нельзя оставлять буровой станок без надзора и допускать его перегрузки. Необходимо следить, чтобы подшипники не перегревались. Температура их не должна превышать 60 °С. При спуско-подъемных операциях кремальеру рычажно-дифференциального вращателя и механизм подачи ведущей трубы устанавливают на защелку, а при бурении защелку откидывают.

По окончании бурения буровую установку переводят в транспортное положение, выключая все механизмы и устанавливая рычаги в нейтральное положение. Если имеется чистая вода, моют из шланга с помощью бурового насоса всю установку. Затем отключают буровой насос и останавливают двигатель. Весь буровой инструмент убирают, опускают мачту и поднимают откидную площадку и домкраты, винты которых смазывают и укладывают в транспортное положение. На рабочей площадке установки при переездах не должно быть лишних предметов.

§ 3. Инструмент для колонкового бурения

Технологический инструмент при колонковом бурении включает в себя породоразрушающий инструмент, колонковые и шламовые трубы, переходники, расширители, бурильные и утяжеленные бурильные трубы. Из него собирают буровой снаряд, состоящий из колонкового набора и колонны бурильных труб.

При спуско-подъемных операциях используют вспомогательный инструмент (шарнирные ключи, элеваторы, подкладные вилки).

Колонковый набор — часть бурового снаряда, предназначенная для разрушения горной породы, приема и сохранения керна.

Колонковый набор состоит из породоразрушающего инструмента, колонковой трубы для приема и сохранения керна и переходника для соединения с колонной бурильных труб. В качестве породоразрушающего инструмента используют коронки, армированные резцами из твердых сплавов или алмазными зернами, а также дробовые. Соответственно различают три разновидности колонкового бурения: твердосплавное, алмазное и дробовое.

Колонковый набор для твердосплавного бурения состоит из твердосплавной коронки, колонковой трубы длиной от 1...2 м до 5...7 м и переходника. Твердосплавные коронки представляют собой короночное кольцо, армированное твердосплавными резцами.

Короночные кольца (рис. 90) делают из стальных трубных заготовок. Вверху короночного кольца нарезают наружную трапецеидальную резьбу для соединения с колонковой трубой, а внутреннюю растачивают на конус для облегчения заклинивания керна.

В колонковый набор при алмазном бурении, кроме алмазной коронки, входят алмазный расширитель, устанавливаемый над коронкой, колонковая труба и переходник для соединения с колонной бурильных труб. Основное назначение алмазного расширителя — предупреждать сужение ствола в процессе бурения из-за износа подрезных алмазов коронки.

При дробовом бурении в состав колонкового набора (рис. 91) входят дробовая коронка, колонковая и шламовая трубы и тройной переходник. С помощью тройного переходника соединяют колонковую и шламовую трубы и присоединяют весь колонковый набор к колонне бурильных труб.

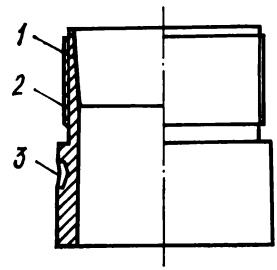


Рис. 90. Короночное кольцо:

1 — конусная расточка; *2* — резьба под колонковую трубу; *3* — углубление для короночного ключа.

Твердосплавные коронки представляют собой короночное кольцо, армированное резцами из твердого сплава. Для бурения используют вольфрамокобальтовые металлокерамические сплавы ВК3, ВК6, ВК8, ВК10, ВК11 и ВК15. Цифра показывает процентное содержание в сплаве кобальта. С увеличением его содержания возрастает устойчивость резцов к ударным нагрузкам,

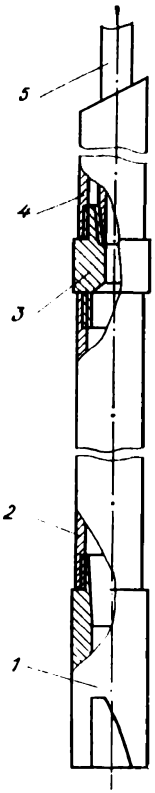


Рис. 91. Колонковый набор для дробового бурения:

1 — дробовая коронка; *2* — колонковая труба; *3* — тройной переходник; *4* — шламовая труба; *5* — укороченная бурильная труба.

но снижается износостойкость. По форме резцы бывают игольчатые, пластинчатые и восьмигранные. Для улучшения условий промывки забоя и охлаждения резцов в короночном кольце между резцами прорезаны промывочные каналы.

По назначению резцы твердосплавных коронок делят на основные и подрезные. Основные резцы устанавливают по торцу коронки и ими разрушают породу забоя. Подрезными резцами наружную и внутреннюю поверхности корпуса коронки оборудуют дополнительно. Их назначение — предупредить быстрый износ коронки по диаметру (особенно при бурении в абразивных породах) и обеспечить калибровку ствола скважины.

Выпуск резцов над торцом коронки может быть одинаковым или ступенчатым. В последнем случае порода забоя разрушается более эффективно. Для бурения в породах средней твердости резцы в коронке устанавливают вертикально, в мягких — с положительным углом наклона, в твердых — с отрицательным.

По размерам и расположению применяемых резцов твердосплавные коронки делят на ребристые, мелкорезцовые и самозатачивающиеся (рис. 92).

Ребристые коронки типа М1, М2 и М5 применяют в мягких и рыхлых малоабразивных, а также в набухающих глинистых породах. Коронками М1 бурят в мягких однородных породах I — III категории по буримости, коронками М2 — в мягких породах II—IV категорий с небольшими прослойками твердых пород. Коронки М5 используют в однородных породах II—IV категорий. Эти коронки обеспечивают большой зазор между колонковым снарядом и стенками скважин. Выпускают ребристые коронки типа М диаметром 93, 112, 132 и 151 мм.

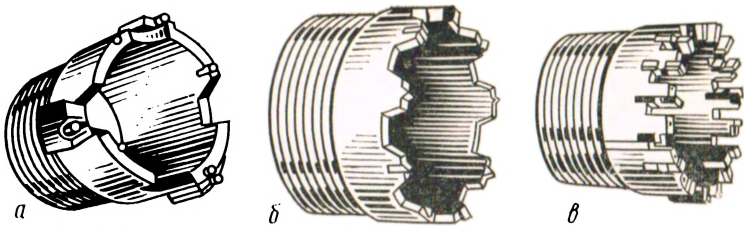


Рис. 92. Твердосплавные буровые коронки:
а — ребристая типа М2; *б* — мелкорезцовая типа СМ4; *в* — самозатачивающаяся типа СА2.

Для бурения малоабразивных пород средней твердости (IV—VI и частично VII категории) используют твердосплавные мелкорезцовые коронки СМ3, СМ4, СМ5, СМ6 и СТ2. Коронки СТ2 могут быть использованы также в трещиноватых, перемежающихся породах. Выпускают мелкорезцовые коронки диаметром от 36 до 151 мм.

Для бурения абразивных пород VI—VIII категорий применяют самозатачивающиеся твердосплавные коронки СА1, СА2, СА3 и СА4. Резцы в самозатачивающихся коронках выполнены в виде тонких пластин или стержней небольшого сечения, закрепленных в матрице из мягкой стали. Износостойкость матрицы значительно меньше износостойкости резцов, вследствие чего в процессе бурения происходят более быстрый износ ее и непрерывное обнажение резцов.

Коронки СА1 используют при бурении плотных, монолитных абразивных пород VI—VII категорий, а коронки СА2, СА3 и СА4 перемежающихся абразивных пород VI—VIII и частично IX категорий.

Алмазные коронки (рис. 93) представляют собой короночное кольцо, к торцу которого прикреплена алмазосодержащая матрица. Для прохода промывочной жидкости в коронке прорезаны промывочные каналы, а на боковой поверхности просверлены три несквозных углубления для короночного ключа, которым навинчивают коронки. В настоящее время в практике бурения разведочных скважин используют алмазные коронки диаметром 36, 46, 59, 76 и 93 мм.

Армируют алмазные коронки техническими алмазами массой 0,25...20 мг. Около 60 % алмазов закрепляют в рабочем торце матрицы (объемные алмазы), остальные (подрезные) — в боковых стенках матрицы, которые слу-

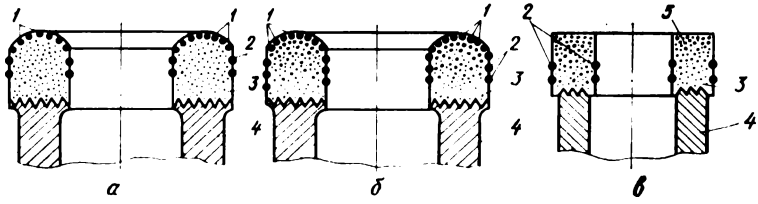


Рис. 93. Алмазные коронки:

а — однослойная; *б* — многослойная; *в* — импрегнированная; *1* — объемные алмазы; *2* — подрезные алмазы; *3* — матрица кольцевая; *4* — корпус коронки; *5* — матрица, насыщенная мелкими алмазами.

жат для калибровки стенок скважины. Обычно подрезные алмазы крупнее объемных.

По размеру и способу размещения алмазов различают три типа коронок: однослойные, многослойные и импрегнированные.

В однослойных коронках (рис. 93, *а*) объемные алмазы массой 3...20 мг расположены на торце коронки одним слоем. Ими в основном бурят малоабразивные монолитные породы VI—X категорий.

В многослойных коронках (рис. 93, *б*) объемные алмазы массой 1,5...3 мг расположены в матрице несколькими слоями параллельно торцу коронки. По мере износа алмазов первого слоя в работу вступают алмазы последующих слоев, что обеспечивает более равномерную скорость бурения по сравнению с однослойными коронками, у которых она вследствие непрерывного износа алмазов постепенно снижается. Применяют многослойные коронки для бурения в абразивных породах IX—X и частично XI категорий по буримости.

Для бурения в абразивных и трещиноватых породах IX—XII категорий используют импрегнированные алмазные коронки (рис. 93, *в*), в которых объемные алмазы массой 0,25...0,3 мг равномерно распределены в матрице коронки по всей ее высоте.

Дробовые коронки (рис. 94) представляют собой отрезок толстостенной трубы длиной 400...500 мм. В верхней части коронка имеет наружную резьбу для соединения с колонковой трубой и внутреннюю конусную расточку. В нижней части имеется прорезь высотой 150... 180 мм и шириной равной $^1/_5$...$^1/_6$ длины средней окружности коронки по торцу коронки, предназначенная для питания забоя скважины дробью.

Изготавливают дробовые коронки из высококачественной стали диаметром 75, 91, 110, 130 и 150 мм. Дробовые коронки работают на забое до износа вырезанной части на 70...80 % по высоте. Для увеличения диаметра бурения на корпус дробовой коронки диаметром 150 мм с наружной стороны наваривают продольные ребра, увеличивая тем самым диаметр коронки до 200 мм.-

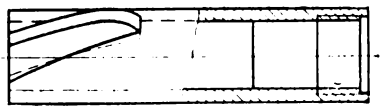


Рис. 94. Дробовая коронка.

Колонковые трубы (рис. 95) изготавливают из цельнотянутых стальных труб с толщиной стенок 3,5...4,5 мм, диаметром 34, 44, 57, 73, 89, 108, 127 и 146 мм и длиной 1,5, 3, 4,5 и 6 м. На обоих концах трубы нарезают внутреннюю трапецеидальную резьбу. Трубы диаметром до 73 мм применяют, как правило, при алмазном бурении, а более 73 мм используют при твердосплавном и дробовом. При необходимости применения длинных колонковых наборов их соединяют друг с другом с помощью ниппелей (рис. 95, *б*).

Шламовые трубы выпускают того же сортимента, что и колонковые. Устанавливают их над колонковой трубой, как правило, при дробовом бурении. Служат они для улавливания крупных частиц шлама и отработанной дроби. На нижнем конце шламовой трубы нарезают левую трапецеидальную резьбу для соединения через тройной переходник с колонковой трубой. Левая резьба предотвращает самопроизвольное отвинчивание шламовой трубы в процессе бурения. Верхний конец шламовой трубы срезан под углом и загнут внутрь, чтобы при подъеме снаряда он не задевал за башмак обсадных труб.

Переходниками (рис. 96) соединяют колонковую трубу с колонной бурильных труб, а если есть шламовая труба, то и с ней. В первом случае применяют фрезерные переходники, во втором — тройные, имеющие дополнительно вверху левую резьбу для соединения со шламовой трубой.

Бурильными трубами передаются породоразрушающему инструменту крутящий момент и осевая нагрузка, а также подается на забой скважины промывочная жидкость. Изготавливают их из цельнотянутых стальных

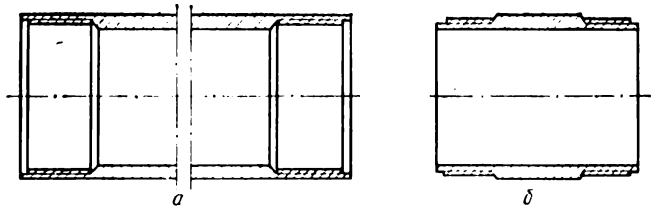


Рис. 95. Колонковая труба:
а — труба; *б* — ниппель.

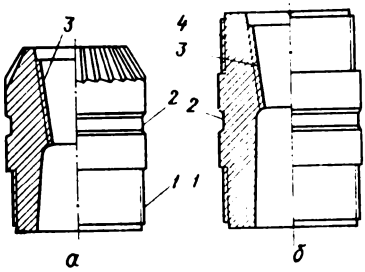


Рис. 96. Переходники:
а — фрезерный; *б* — тройной; *1* — резьба под колонковую трубу; *2* — поясок под замковую трубу; *3* — резьба под замок бурильной трубы; *4* — резьба левая под шламовую трубу.

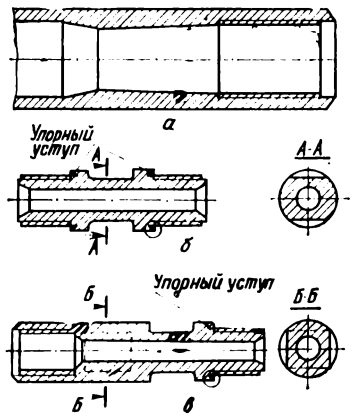


Рис. 97. Бурильная труба ниппельного соединения:
а — бурильная труба; *б* — ниппель типа А; *в* — ниппель типа Б.

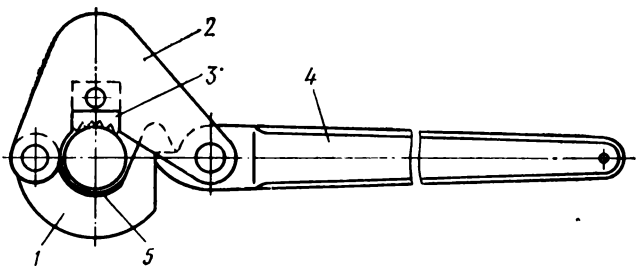


Рис. 98. Шарнирный ключ для бурильных труб:
1 — откидная скоба; *2* — наружная скоба; *3* — сухарь; *4* — рукоятка; *5* — наплавка твердого сплава.

труб длиной от 1,5 до 6 м. На концах труб нарезают резьбу, предварительно утолщая их концы путем высадки внутрь. При колонковом бурении используют бурильные трубы с ниппельными и муфтово-замковыми соединениями.

При ниппельном соединении на обоих концах бурильной трубы нарезают внутреннюю ленточную резьбу, а между собой трубы соединяют ниппелями (рис. 97). Наружный диаметр ниппеля равен наружному диаметру бурильных труб. Применяют бурильные трубы ниппельного соединения при алмазном бурении.

При твердосплавном и дробовом бурении чаще применяют бурильные трубы муфтово-замкового соединения диаметром 42, 50 и 63,5 мм. На высаженных концах бурильных труб нарезают наружную треугольную резьбу.

В свечи бурильные трубы так же, как и при роторном бурении, соединяют муфтами, а свечи в колонну — замками. Каждый замок состоит из ниппеля и муфты.

Ниппель и муфта имеют внутреннюю резьбу, с помощью которой их соединяют с бурильными трубами, а также крупную резьбу с большой конусностью для свинчивания ниппеля и муфты между собой. Благодаря этой резьбе свинчивание и развинчивание свечей происходит значительно быстрее, чем при ниппельном соединении, и в то же время обеспечивается герметичность соединений.

При спуско-подъемных операциях колонну бурильных труб подвешивают на подкладной вилке, вставляемой в прорезь замка или ниппеля. Свинчивают и развинчивают свечи вручную шарнирными ключами (рис. 98) или механическими трубораз-

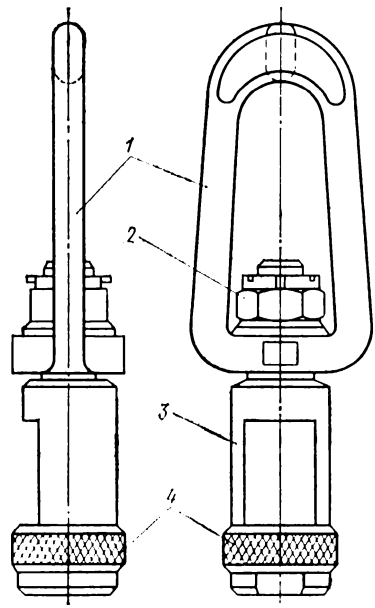


Рис. 99. Элеватор для колонкового бурения:

1 — серьга; *2* — гайка; *3* — корпус; *4* — запорное кольцо.

воротами, установленными на устье скважины. Подъем и спуск колонны бурильных труб осуществляют специальным элеватором (рис. 99), подхватывающим колонну бурильных труб за прорези ниппеля или замка. Чтобы трубы не выпадали из гнезда элеватора, на нем имеется подвижное запорное кольцо.

Утяжеленные бурильные трубы (УБТ) устанавливают непосредственно над колонковой трубой. Они создают необходимую осевую нагрузку на породоразрушающий инструмент, а также сохраняют направление скважины. При колонковом бурении используют утяжеленные бурильные трубы диаметром 73, 89 и 108 мм.

Обсадные трубы применяют для крепления стенок скважин в неустойчивых породах, изоляции пересекаемых скважиной водоносных горизонтов, а также для восстановления циркуляции промывочной жидкости. Изготавливают обсадные трубы из цельнотянутых заготовок труб. При колонковом бурении скважину крепят тонкостенными обсадными трубами ниппельного соединения с толщиной стенок 3,5...4,5 мм и диаметром 44...146 мм.

Свинчивают и развинчивают обсадные трубы двух- или трехшарнирными ключами. Для подвешивания колонны обсадных труб над устьем скважины применяют трубные хомуты.

Контрольные вопросы. 1. Назовите особенности станков колонкового бурения. 2. Для чего предназначена буровая установка СБУДМ-150-ЗИВ? 3. Расскажите об основных узлах буровой установки СБУДМ-150-ЗИВ. 4. В каких случаях бурение ведут с помощью шпиндельного и роторного вращателей? 5. Для каких целей служит механизм подачи установки СБУДМ-150-ЗИВ? 6. Как производят спуск и подъем в рабочее положение мачты установки СБУДМ-150-ЗИВ? 7. Как смазывают рычажно-дифференциальный вращатель? 8. Что такое колонковый набор? Для каких целей он служит? 9. В каких породах применяют твердосплавные, алмазные, дробовые коронки? 10. Назовите типы твердосплавных коронок и область их применения. 11. Как разрушают породу самозатачивающиеся твердосплавные коронки? 12. Назовите типы алмазных коронок и область их применения. 13. Для каких целей служит вырез в нижней части дробовой коронки? 14. Какие типы бурильных труб используют при колонковом бурении? 15. Как соединяются между собой бурильные трубы? 16. Для каких целей в состав бурового снаряда включают бурильные трубы? 17. Для чего необходимы шламовые трубы? 18. Для каких целей при колонковом бурении служит элеватор? 19. Какие трубы используют для закрепления скважин?

Глава 6

БУРОВЫЕ НАСОСЫ

§ 1. Общие сведения. Техническая характеристика насосов

Буровые насосы должны обеспечивать постоянную и равномерную подачу промывочной жидкости в требуемом количестве на забой скважины, регулировать подачу и напор промывочной жидкости при изменении технологического режима бурения и глубины скважины. Они должны иметь повышенную износоустойчивость, так как промывочные жидкости содержат большое количество твердых, часто абразивных частиц разбуриваемой породы.

Для промывки скважин используют поршневые горизонтальные двухцилиндровые буровые насосы двойного действия. При бурении скважин на воду широко применяют буровые насосы НГР-250/50, 11ГрИ, 9МГр-61, НБ-40 и др. Они состоят из двух основных частей: гидравлической и приводной. Гидравлическая часть насоса служит для обеспечения требуемого давления и подачи промывочной жидкости, а приводная — для передачи вращательного движения от приводного двигателя и преобразования его в поступательное движение поршней насоса.

Поршневой насос работает по принципу вытеснения жидкости из цилиндра поршнем, совершающим возвратно-поступательное движение. В насосах двойного действия (рис. 100) при движении поршня происходит одновременно всасывание жидкости в одну камеру цилиндра и выталкивание ее из другой в циркуляционную систему.

Вращение, передаваемое от двигателя через клиноременную передачу на вал *1* насоса, преобразуется кривошипно-шатунным механизмом, состоящим из кривошипов *2* и шатуна *3*, в возвратно-поступательное движение двух крейцкопфов *4*, которые штоками *5* соединены с поршнями *11* насоса. Для равномерной подачи жидкости кривошипы *2* приводного вала *1* повернуты один относительно другого на 90°. При движении поршня вправо в цилиндре *15* нагнетательный клапан *10* закрывается, а всасывающий *6*, связанный со всасывающим шлангом *13* и приемным клапаном *14*, открывается. Создаваемое поршнем разрежение засасывает жидкость из отстойни-

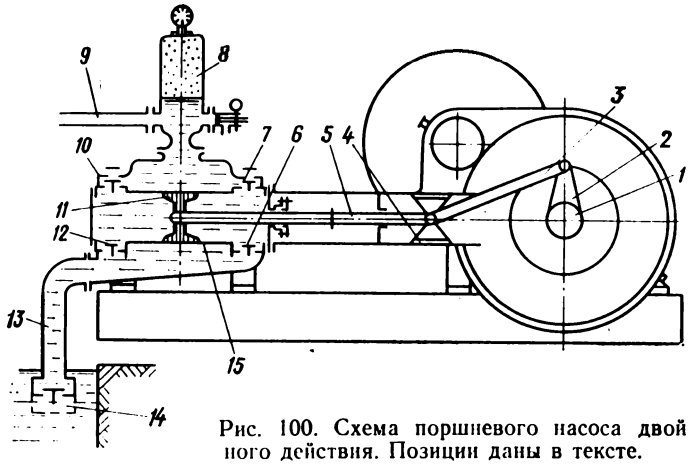


Рис. 100. Схема поршневого насоса двойного действия. Позиции даны в тексте.

ка в левую камеру цилиндра. Одновременно из правой камеры жидкость выталкивается поршнем через нагнетательный клапан *7* в воздушный колпак *8* и нагнетательный шланг *9* в циркуляционную систему при закрытом всасывающем клапане *12*. При движении поршня влево жидкость, находящаяся в левой камере, выталкивается через клапан *10* в циркуляционную систему, а в правую камеру засасывается промывочная жидкость через клапан *12*. Таким образом, поршни, совершая возвратно-поступательные движения, засасывают и одновременно нагнетают промывочную жидкость.

Подачу и давление в большинстве поршневых насосов меняют с помощью сменных цилиндровых втулок с разным внутренним диаметром или различной частотой вращения приводного вала насоса. Подачу жидкости в скважину при постоянной подаче насоса регулируют обычно трехходовым регулировочным краном путем отвода излишней жидкости в отстойник. Для сглаживания пульсации промывочной жидкости и равномерной подачи ее в нагнетательную линию на насосе устанавливают воздушный колпак (компенсатор).

Буровой насос должен развивать давление, необходимое для преодоления сопротивления потоку жидкости в бурильных трубах, кольцевом зазоре между колонной бурильных труб и стенками скважины, а также в нагнетательном и всасывающем шлангах. С увеличением глубины скважины возрастают гидравлические сопротивле-

ния, возникающие при прокачивании промывочной жидкости по колонне бурильных труб и при подъеме ее по затрубному пространству. При бурении мелких скважин применяют насосы с рабочим давлением 2 ... 2,5 МПа, а для скважин глубиной до 300 м — 4 МПа и более.

Давление промывочной жидкости в нагнетательной линии контролируют с помощью манометра, устанавливаемого на воздушном колпаке. Все буровые насосы имеют предохранительные клапаны, которые срабатывают при превышении допустимого давления.

К всасывающему штуцеру насоса присоединяют резинотканевый рукав с металлическими спиралями. Другой конец шланга, опускаемый в отстойник, имеет приемный клапан, способствующий пуску насоса при большой высоте всасывания, и предохраняющий насос от попадания крупных частиц шлама.

На нагнетательном штуцере насоса закрепляют буровой шланг, изготовленный из многослойного резинотканевого материала. Длина шланга в зависимости от высоты мачты колеблется от 10 до 20 м. В основном применяют нагнетательные шланги с внутренним диаметром 38 и 50 мм. Другой конец нагнетательного шланга присоединяют к вертлюгу-сальнику, который подает промывочную жидкость во вращающуюся колонну бурильных труб. Одновременно вертлюг-сальник служит для поддержания бурового инструмента на весу, обеспечивая свободное вращение колонны бурильных труб.

Высота всасывания поршневых насосов не превышает 5 ... 7 м и снижается с увеличением плотности и температуры промывочной жидкости, длины всасывающего трубопровода и числа ходов поршня. Высота всасывания, особенно при промывке скважин глинистым раствором, должна быть по возможности минимальной.

§ 2. Устройство буровых насосов

Буровой насос 11ГрИ (рис. 101) применяют для комплектования установок УРБ-3АМ и 1БА15В. Он обеспечивает подачу 3,75 ... 6,5 л/с промывочной жидкости при давлении от 4 до 6,3 МПа. Буровой насос 11ГрИ состоит из двух основных частей — приводной и гидравлической, смонтированных на общей раме-салазках. Выпускают насос в двух исполнениях: с коротким трансмиссионным валом без фрикционной муфты и с длинным трансмисси-

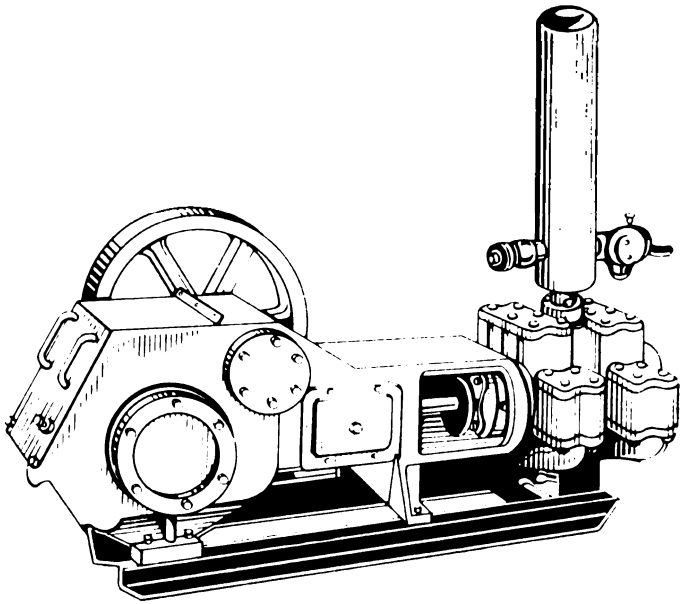


Рис. 101. Буровой насос 11ГрИ.

оным валом и фрикционной муфтой. Пуск насоса без фрикционной муфты осуществляют включением двигателя.

Приводная часть насоса (рис. 102) имеет кривошипно-шатунный механизм и зубчатый редуктор, расположенные в общем литом корпусе *4*. Зубчатый редуктор состоит из ведущего трансмиссионного вала-шестерни *7* с закрепленным на нем приводным шкивом и ведомой шестерни эксцентрикового вала *1*. Трансмиссионный вал-шестерня крепится в верхней части корпуса на двух конических подшипниках *6*. На ведомом валу на подшипниках *5* смонтированы два шатуна *2* с крейцкопфами *9*, которые соединяются резьбовыми втулками *10* со штоками *16* поршней насоса. Шатуны на валу закреплены стопорными планками *3*. Со стороны гидравлической части штоки уплотняют с помощью гайки *11* резиновыми самоуплотняющимися манжетами, а со стороны приводной части — сальниками, состоящими из корпуса *12*, набивки *13* и нажимного фланца *14*. На штоках ус-

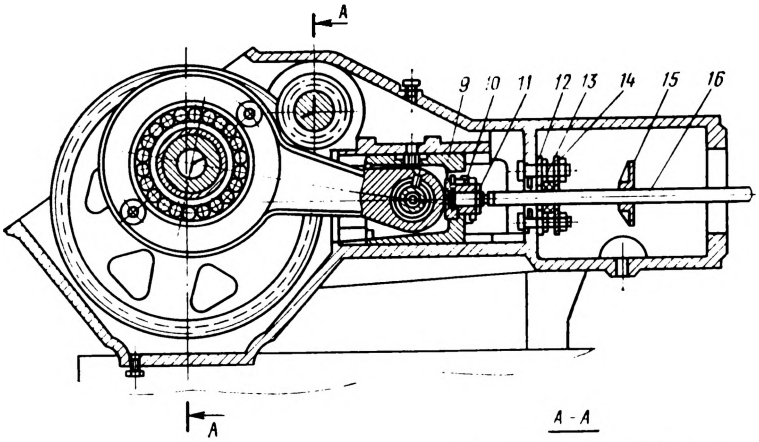


Рис. 102. Приводная часть насоса 11ГрИ. Позиции даны в тексте.

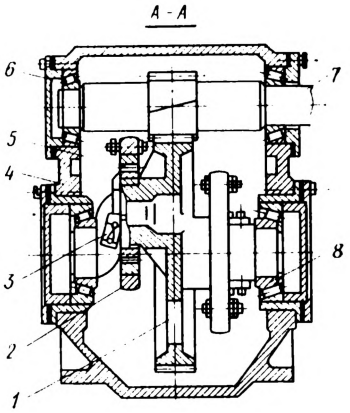
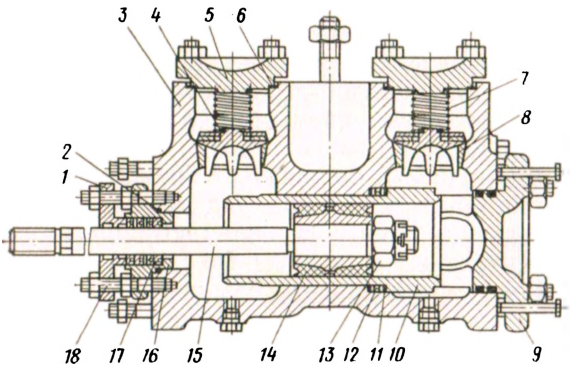


Рис. 103. Гидравлическая часть насоса 11ГрИ. Позиции даны в тексте.



тановлены резиновые отбойные диски *15*, защищающие сальники приводной части и направляющие крейцкопфов от попадания глинистого раствора.

Для осмотра узлов приводной части насоса, а также для разборки и сборки крейцкопфов с шатунами в корпусе имеются боковые окна, закрываемые легкосъемными крышками. Все детали приводной части смазывают разбрызгиванием масла, заливаемого в ее корпус.

Гидравлическая часть насоса (рис. 103) состоит из монолитного чугунного блока цилиндров *3*, сменных цилиндровых втулок *10* и поршней *14*, штоков *15*, приемного коллектора, воздушного колпака, предохранительного клапана и трехходового крана. Поршни *14* насоса надеты на конические поверхности штоков *15* и закреплены гайками *13* со шплинтами. Насос имеет три сменные цилиндровые втулки с внутренним диаметром соответственно 100, 90 и 80 мм. Штоки уплотняются сальниками, состоящими из корпуса *16* и манжеты *17*. Уплотняют сальники через нажимной фланец *1*, подтягивая шпильки *18*. В блок цилиндров сальники вставляют с прокладками *2*.

Цилиндровые втулки уплотняют резиновыми прокладками *11*, между которыми расположено кольцо *12* с прорезанными в нем пазами и отверстиями. При размыве уплотнения через отверстия в кольце пробрызгивается промывочная жидкость и через отверстие в стенке блока цилиндров выбрасывается наружу, сигнализируя тем самым о повреждении уплотнения. Цилиндровые крышки *9*, с помощью которых раскрепляют цилиндровые втулки в блоке цилиндров, уплотняют резиновыми кольцами круглого сечения, вставляемыми в канавки крышек. Полости цилиндров заканчиваются всасывающими и нагнетательными камерами с клапанами *4* тарельчатого типа с резиновыми уплотнителями и с нижними перьевыми направляющими, одинаковыми по размерам и конструкции и полностью взаимозаменяемыми. Клапан с конической наружной поверхностью вставляют в коническое седло *8* блока цилиндров и прижимают пружиной *7*. Закрывается клапан крышкой *5* с прокладкой.

На нагнетательной линии установлен воздушный колпак с предохранительным клапаном (рис. 104) поршневого типа, который обеспечивает безопасность работы при всех сменных втулках. При повышении давления в нагнетательной линии сверх допускаемых величин предохранительная шпилька срезается, шток с поршнем

перемещается, открывая сливное отверстие, и часть жидкости сливается в отстойник по отводному шлангу. Давление в нагнетательной линии снижается. В зависимости от диаметра сменных цилиндровых втулок в предохранительном клапане устанавливают шпильки разного диаметра, рассчитанные на предельное давление жидкости, которое в нагнетательной линии контролируют манометром.

На конце всасывающего шланга (резинотканевый рукав с металлическими спиралями с внутренним диаметром более 100 мм), опускаемого в приемную емкость, крепят приемный клапан. Внутренний диаметр нагнетательного шланга не менее 50 мм.

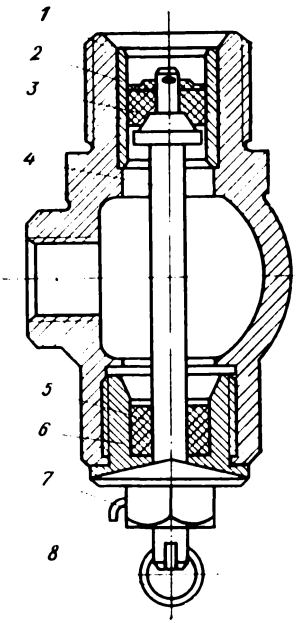


Рис. 104. Предохранительный клапан насоса 11ГрИ:

1 — корпус; *2* — втулка; *3* — уплотнение; *4* — шток; *5* — амортизатор; *6* — крышка; *7*—шпилька предохранительная; *8*—кольцо.

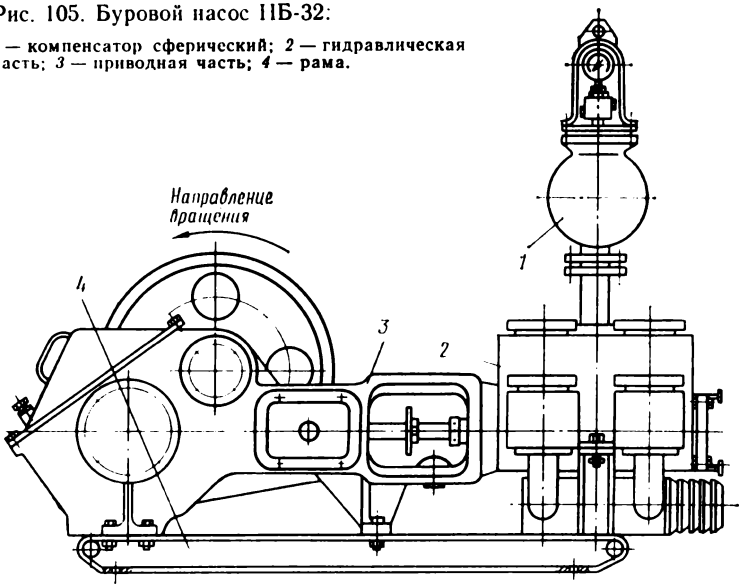
Буровой насос НГР-250/50 аналогичен насосу 11ГрИ и комплектуется со станками и установками колонкового бурения (в том числе со станками типа ЗИФ и самоходными буровыми установками СБУДМ-150-ЗИВ). Как и насос 11ГрИ, он состоит из приводной и гидравлической частей, смонтированных на общей раме-салазках. Всасывающие и нагнетательные клапаны насоса — тарельчатого типа. В корпусе блока цилиндров установлен предохранительный клапан, срабатывающий при повышении допустимого давления в нагнетательной камере. Часть промывочной жидкости из нагнетательной камеры при этом перетекает во всасывающую камеру насоса.

Давление в нагнетательной линии контролируют манометром с гасителем колебаний. Пуск и остановку насоса проводят с помощью фрикционной муфты, вмонтированной в приводной шкив насоса.

Подача бурового насоса НГР-250/50 4,2 л/с при давлении 5 МПа.

Рис. 105. Буровой насос 11Б-32:

1 — компенсатор сферический; *2* — гидравлическая часть; *3* — приводная часть; *4* — рама.



Буровой насос 9МГр-61 предназначен для подачи промывочной жидкости при бурении скважин большого диаметра, а также глубоких (до 1 500 м) структурных скважин. По конструкции насос 9МГр-61 аналогичен насосу 11ГрИ и отличается лишь большей мощностью и подачей. Комплект сменных цилиндровых втулок и поршней позволяет регулировать подачу и давление нагнетания промывочной жидкости в широких пределах. Частоту вращения изменяют путем замены на валу насоса приводных шкивов диаметром 900 и 1 350 мм. При этом число двойных ходов поршней составляет соответственно 55 и 90 в 1 мин.

Буровой насос 9МГр-61 позволяет подавать в скважину от 4,8 до 16,7 л/с промывочной жидкости при изменении давления соответственно от 15,7 до 4,5 МПа. Насос имеет воздушный колпак и оснащен предохранительным клапаном со срезаемой шпилькой.

Буровыми насосами 9МГр-61 оснащены насосно-силовые блоки буровых агрегатов 1БА15В. Насос с приводным двигателем размещается на общей раме, устанавливаемой на двухосном прицепе.

Буровые насосы НБ-32 (рис. 105), **НБ-40 и НБ-50** по конструкции схожи между собой и по устройству похожи на насос 11ГрИ. Этими насосами оснащают буровую установку УРБ-2А-2 и буровые агрегаты 1БА15В и 1БА15К. Они имеют сменные втулки и поршни к ним диаметрами 80...130 мм, что позволяет в достаточно широких пределах изменять подачу воды и давление насосов.

Наиболее широко используемый насос НБ-40 обеспечивает подачу 5,5...12,25 л/с промывочной жидкости при давлении соответственно от 6,3 до 3,2 МПа.

В зависимости от конструкции на трансмиссионном валу приводной части насоса могут быть установлены: шкив для клиноременной передачи (с правой или левой стороны насоса), шкив для клиноременной передачи с фрикционной муфтой или шкив с пневмомуфтой.

Пуск в работу насоса, оснащенного только шкивом, производят включением двигателя.

Фрикционная двухдисковая муфта, встроенная в шкив, позволяет управлять насосом (пуск и остановка) при работающем двигателе. При пуске насоса сначала включают приводной двигатель, а затем уже с помощью фрикционной муфты запускают в работу насос.

Пневмомуфта, так же как и фрикционная муфта, встроенная в шкив насоса, позволяет дистанционно управлять пуском и остановкой насоса при работающем двигателе. Сжатый воздух под давлением до 0,8 МПа подается в баллон пневмомуфты через специальный вертлюжок.

В отличие от других типов буровых насосов, насосы типа НБ оснащены сферическими компенсаторами, служащими для снижения неравномерности давления промывочной жидкости на выходе из насоса.

Компенсатор (рис. 106), установленный на гидравлическом блоке с помощью тройника *9* вместе с предохранительным клапаном *7* и трехходовым регулировочным краном *8*, состоит из корпуса *5*, который разделен на две полости резиновой диафрагмой *6*, армированной металлическим сердечником *10* со стабилизатором *11*. На крышке компенсатора *4* установлено вентильное устройство *3* с манометром *2*, который сверху закрыт ограждением *1*.

Верхнюю часть корпуса компенсатора (внутри резиновой диафрагмы) заполняют сжатым газом (воздухом

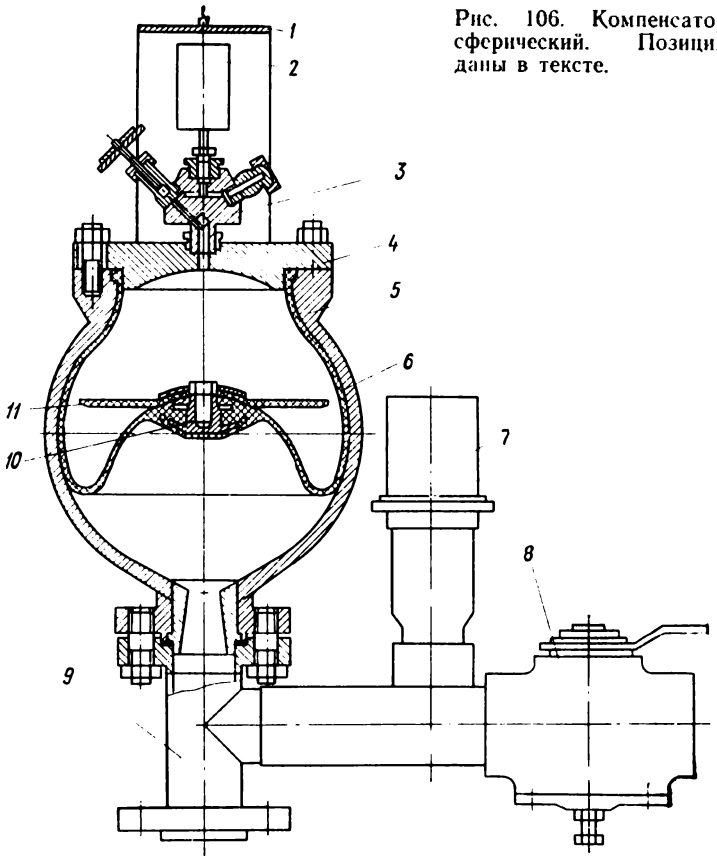


Рис. 106. Компенсатор сферический. Позиции даны в тексте.

или азотом). Давление газа должно составлять около 60 % рабочего давления насоса. Эксплуатировать насос при давлении газа в компенсаторе менее указанного в характеристике насоса (указывается на таблице, установленной на ограждении насоса) запрещается.

При работе насоса промывочная жидкость заполняет нижнюю часть компенсатора. Если ее давление больше, чем давление сжатого газа внутри диафрагмы, то диафрагма начинает сжиматься до тех пор, пока давления не станут равными. При снижении давления промывочной жидкости диафрагма возвратится в исходное положение. В результате колебания резиновой диафраг-

мы происходит выравнивание давления и скорости движения промывочной жидкости.

Заполняют верхнюю полость компенсатора сжатым газом от баллона высокого давления или компенсатора через вентильное устройство (рис. 107). При этом надо исключить возможность попадания в полость компенсатора масел и других горючих веществ.

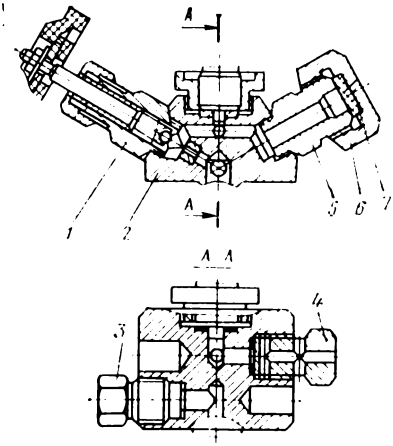


Рис. 107. Вентильное устройство. Позиции даны в тексте.

Перед наполнением воздушной полости сжатым газом игольчатый вентиль *1* вентильного устройства и пробки *3* и *4* должны быть закрыты. От воздушного штуцера *5* отворачивают накидную гайку *6* и через рукав высокого давления подсоединяют компенсатор к источнику сжатого газа. Заполняют компенсатор газом до необходимого давления при открытом игольчатом вентиле. Вентильное устройство монтируют в крышке компенсатора через переходник *2*.

После заполнения компенсатора газом закрывают вентиль на источнике питания и игольчатый вентиль компенсатора и, открыв пробку *4*, выпускают газ из подводящего рукава высокого давления. Затем закрывают пробку *4* и отсоединяют рукав от воздушного штуцера, на который снова устанавливают накидную гайку *6* с прокладкой *7*. При работе насоса игольчатый вентиль *1* должен быть открыт. Закрыв его, можно при необходимости сменить манометр без выпуска газа из компенсатора. Для выпуска газа служит пробка *3*.

При смене диафрагмы или перед разборкой компенсатора необходимо выпустить газ и снизить его давление в компенсаторе до атмосферного.

§ 3. Эксплуатация буровых насосов

При монтаже буровой насос устанавливают горизонтально. Все контрольно-измерительные приборы насоса

5. Основные неисправности буровых насосов, их причины и способы устранения

Неисправности	Причины	Способы устранения
Насос не подает жидкость	Слишком велика высота всасывания	Уменьшить высоту всасывания, подняв уровень промывочной жидкости в отстойнике
	Значительные подсосы воздуха на линии всасывания	Проверить плотность всех соединений на линии всасывания
	Корпус приемного клапана не полностью погружен в жидкость	Заглубить приемный клапан на глубину 0,3...0,5 м
	Корпус приемного клапана забит шламом или посторонними предметами	Очистить приемный клапан
Насос не обеспечивает полной подачи жидкости	Подсосы воздуха; клапаны насоса неисправны или засорились и пропускают жидкость	Очистить клапаны, проверить плотность, уплотнений. Детали, пришедшие в негодность, заменить
	Засорение приемного клапана на всасывающей линии	Очистить приемный клапан
	Наличие изношенных поршней	Вынуть и осмотреть поршни, заменить изношенные
Насос не развивает необходимого давления	Ослаблено натяжение приводных ремней, происходит их проскальзывание	Подтянуть приводные ремни
	Срабатывает предохранительный клапан	Отрегулировать предохранительный клапан на необходимое давление
Во время работы насоса слышны посторонние шум и стуки гидравлической части насоса	Ослабла посадка поршней на конусах штоков	Осмотреть крепление поршней, подтянуть гайки и контргайки

	Ослабло крепление цилиндровых втулок	Подтянуть гайки цилиндровых крышек
	Износилась набивка сальников цилиндровых втулок	Сменить набивку
	Ослабли или сломались пружины клапанов	Осмотреть клапаны, сменить негодные пружины
	Цилиндры недостаточно заполнены жидкостью; большая высота всасывания	Проверить, не засорен ли приемный клапан всасывающего шланга, свободно ли поднимаются всасывающие клапаны. Уменьшить, если можно, высоту всасывания
Сильный нагрев штоков при работе насоса	Сильно затянуты сальники	Ослабить затяжку сальников цилиндров и крейцкопфных камер
Сильное нагревание крейцкопфов или пальцев крейцкопфов	Слабое поступление масла вследствие недостатка его в ванне или засорения отверстий для прохода масла	Проверить уровень масла в ванне, добавить его до верхней риски маслоуказателя, очистить все отверстия для масла в корпусе, в крейцкопфах и шатунах
	Масло имеет малую вязкость	Сменить масло или добавить масло повышенной вязкости
Стук в приводной части во время перемены хода поршней	Ослаблено соединение штока с крейцкопфом	Подтянуть гайки штока и втулки крейцкопфов
	Разболтались втулка крейцкопфной головки шатуна или палец крейцкопфа	Заменить изношенную деталь
Сильный нагрев подшипников коренного или трансмиссионного вала	Недостаток смазки	Добавить масло
	Загрязненное масло	Сменить масло в ванне с промывкой подшипников и полости ванны

должны находиться в поле зрения бурильщика. Шкивы и вращающиеся части закрывают специальными ограждениями. Перед пуском насоса задвижки на напорной линии открывают, а всасывающий шланг с приемным клапаном опускают в приемную емкость. Для предотвращения засорения приемной сетки клапан не должен доходить до дна емкости на 20 см и погружаться в промывочную жидкость менее чем на 30...50 см, чтобы избежать подсоса воздуха.

При остановке насоса на длительный срок (на 15 мин и более), особенно в холодное время года, промывочную жидкость из гидравлической части сливают, открывая спускные пробки.

Во время работы бурового насоса необходимо следить за следующим: затяжкой всех гаек, плотностью фланцевых соединений гидравлической части насоса, состоянием сальников штоков, нормальным поступлением масла к пальцам крейцкопфов и в подшипники валов приводной части насоса, показаниями манометра и его исправностью, достаточным зажатием цилиндровых втулок, состоянием рабочих поверхностей штоков и крейцкопфов, плотностью закрытия крышек приводной части и уровнем масла в масляной ванне.

Масло (12...15 л) для смазки насоса заливают в корпус приводной части. Уровень его замеряют маслоуказателем, установленным на корпусе. При замере уровня маслоуказатель вывертывают из корпуса, насухо протирают и вставляют, не завертывая, обратно. Уровень масла должен находиться между рисками маслоуказателя. Полностью масло меняют не реже одного раза в 2 месяца. При смене масла поверхность ванны промывают керосином и насухо протирают. Для смазки насоса летом применяют смесь, состоящую из 50 % масла СУ и 50 % нигрола Л, а зимой — машинное масло Л, смешанное с 10 % керосина.

При появлении посторонних стуков в цилиндрах или приводной части, а также при сильном нагревании (свыше 70 °С) насос немедленно останавливают, выявляют и устраняют неисправности. Продолжительная бесперебойная работа насоса во многом зависит от регулярной и своевременной проверки его состояния и устранения замеченных неисправностей (табл. 5). Не реже чем через 30 ч работы насоса рекомендуется проводить текущий ремонт (осмотр рабочих поверхностей крейцкопфов,

штоков, цилиндровых втулок, зубчатого зацепления и клапанов, смену дефектных уплотнительных прокладок и клапанных пружин, подтягивание ремней, болтов, гаек и цилиндровых втулок).

При эксплуатации насосов типа НБ увеличение пульсации давления на выходе насоса свидетельствует об отсутствии сжатого газа в компенсаторе или выходе из строя диафрагмы. Причины плохой работы насоса устраняют только после снижения давления в компенсаторе до атмосферного.

Контрольные вопросы. 1. Для чего предназначены буровые насосы? 2. Из каких частей состоят буровые насосы и каково их назначение? 3. Как работает буровой насос двойного действия? 4. Как регулируют подачу и давление буровых насосов? 5. Чем отличаются насосы 11ГрИ и 9МГр-61 один от другого? 6. Для чего предназначены предохранительные клапаны буровых насосов? 7. Для чего служит компенсатор, как он работает? 8. Как заполняют компенсатор сжатым газом? 9. Расскажите о подаче промывочной жидкости от бурового насоса в скважину. 10. Как смазывают буровые насосы? 11. Что надо сделать, если насос не подает промывочную жидкость в требуемом количестве?

Глава 7

БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН БЕЗ ПРОМЫВКИ

§ 1. Общие сведения

Для инженерно-геологических и гидрогеологических исследований, а также для водоснабжения бурят мелкие скважины глубиной 50...100 м. Как правило, сооружают их в перемежающихся рыхлых, мягких и средних по твердости породах, которые в процессе углубки необходимо закреплять колонной обсадных труб. Диаметр таких скважин обычно не превышает 200 мм.

Неглубокие скважины в основном бурят с помощью буровых установок вращательного (шнекового), ударно-канатного и вибрационного бурения. Применяют также самоходные установки комбинированного бурения, позволяющие сочетать вращательный способ бурения с ударно-канатным, а также вибрационный с ударно-канатным. К таким установкам относятся УГБ-50М, ЛБУ-50, АВБ-2М и УБР-2, смонтированные на шасси автомобилей высокой проходимости, а также передвижные установки типа УБР-1 и др.

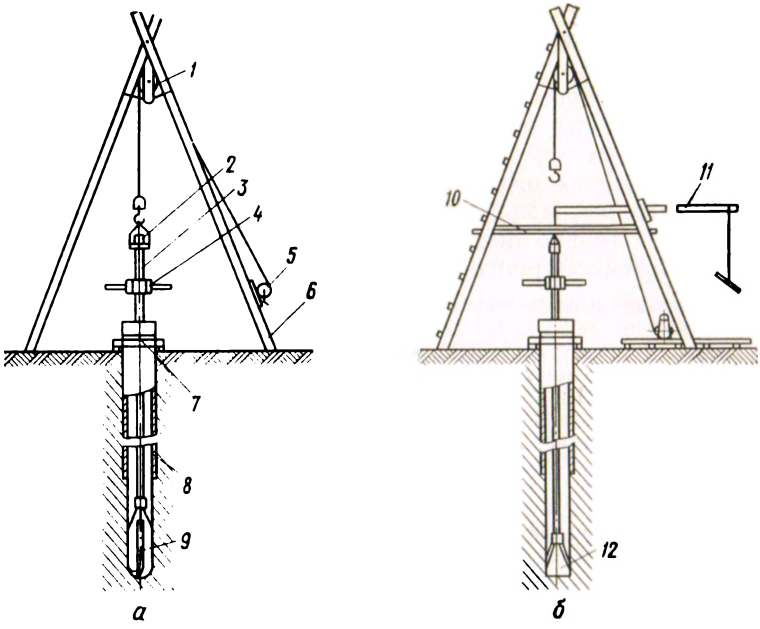


Рис. 108. Схема установки ручного бурения. Позиции даны в тексте.

Скважины глубиной до 10...15 м при достаточно простом геологическом разрезе, а также в труднодоступных отдаленных районах бурят вручную.

Основные преимущества ручного бурения — простота производства работ и высокая транспортабельность применяемого оборудования.

Ручное бурение производится вращательным и ударным способами (рис. 108) без промывки скважины. Вращательным способом сооружают скважины в мягких связных породах, ударным — в породах средней твердости и в неустойчивых.

При вращательном способе бурения (рис. 108, *а*) вручную поворачивают поворотный хомут *4*, закрепленный на колонне бурильных труб *3*, через которую вращение передается породоразрушающему инструменту *9*. Колонна бурильных труб подвешена через вертлюг *2* на крюке каната ручной лебедки *5*. Канат переброшен через подвесной блок *1* трехногой деревянной или металличе-

ской буровой вышки *6* высотой до 8...9 м. Лебедки применяют копровые или строительные грузоподъемностью до 2 т. Копровые лебедки устанавливают непосредственно на буровой вышке, а строительные — на специальном фундаменте около вышки. Скважину закрепляют колонной обсадных труб *8*, поддерживаемых на устье трубным хомутом *7*.

При ударном способе бурения поднимают и сбрасывают снаряд с помощью балансира *11* с одновременным поворотом колонны бурильных труб поворотным хомутом на 20...40° (см. рис. 108, *б*). Повороты бурового снаряда необходимы для равномерного разбуривания забоя и округления стенок скважины. Для облегчения спуско-подъемных операций с буровым снарядом вышку оборудуют полатями *10*.

В качестве породоразрушающего инструмента при ударном способе бурения применяют плоские, двутавровые, округляющие и крестовые долота. Извлечение из скважины разрушенной породы (шлама), а также бурение неустойчивых рыхлых пород проводят желонками. Для увеличения массы бурового снаряда над буровым долотом устанавливают ударные штанги.

§ 2. Установка ЛБУ-50

Буровая установка ЛБУ-50 предназначена для сооружения гидрогеологических скважин диаметром 200 мм на глубину до 50 м и шурфов диаметром 1 050 мм и глубиной 15 м.

Основной способ бурения скважин — шнековый в сочетании с ударно-канатным.

Шурфы бурят специальным ковшовым буром, опускаемым на забой по гладкой бурильной колонне. Поднимают его на поверхность на канате с помощью лебедки установки.

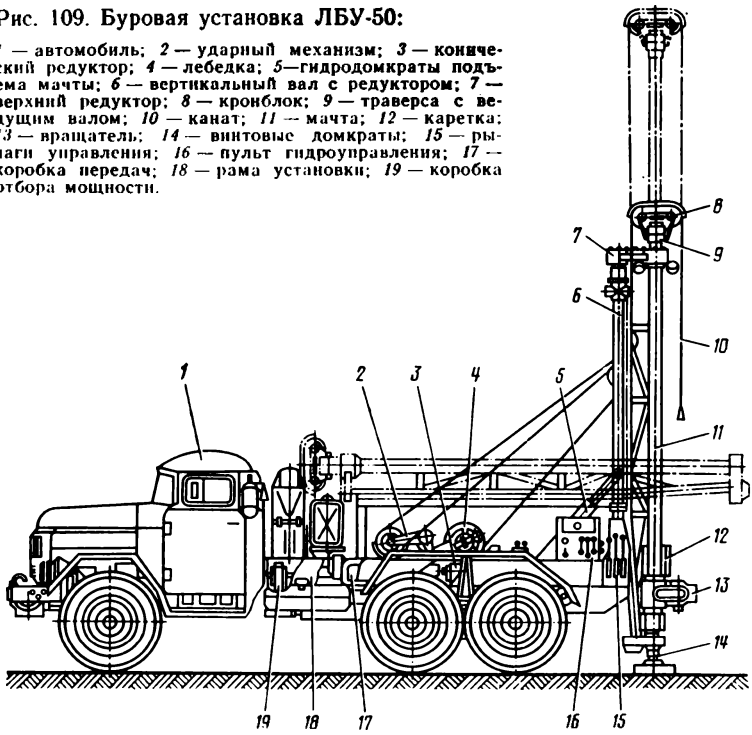
Все оборудование установки ЛБУ-50 смонтировано на шасси автомобиля высокой проходимости ЗИЛ-131.

Основные узлы самоходной буровой установки ЛБУ-50 показаны на рисунке 109.

При транспортировке установки мачта находится в горизонтальном положении. Гидроцилиндры подачи в верхней части соединены с подвижной траверсой, а в нижней — с нижней плитой мачты с помощью штоков. Траверса мачты и гидроцилиндры обеспечивают увеличе-

Рис. 109. Буровая установка ЛБУ-50:

1 — автомобиль; *2* — ударный механизм; *3* — конический редуктор; *4* — лебедка; *5*—гидродомкраты подъема мачты; *6* — вертикальный вал с редуктором; *7* — верхний редуктор; *8* — кронблок; *9* — траверса с ведущим валом; *10* — канат; *11* — мачта; *12* — каретка; *13* — вращатель; *14* — винтовые домкраты; *15* — рычаги управления; *16* — пульт гидроуправления; *17* — коробка передач; *18* — рама установки; *19* — коробка отбора мощности.



ние высоты мачты на величину хода гидроцилиндров подачи вращателя.

На рисунке 110 показана кинематическая схема установки ЛБУ-50. Привод установки осуществляется от ходового двигателя *1* автомобиля, контроль за которым осуществляется по спидометру *14*. Вращение через коробку отбора мощности *2*, коробку передач *16* и конический редуктор *15* передается на вращатель *11* и лебедку *6* с ударным механизмом *5*. Лебедка и вращатель могут работать отдельно и вместе. От коробки передач вращение передается на маслонасосы *3* и *4* гидросистемы установки.

От конического редуктора через карданный вал вращение передается на угловой редуктор *13*, связанный через зубчатую муфту *12*, вертикальный вал *9* и предохранительную муфту *8* с верхним редуктором *7*, закрепленным на верхней плите мачты. Зубчатая муфта верти-

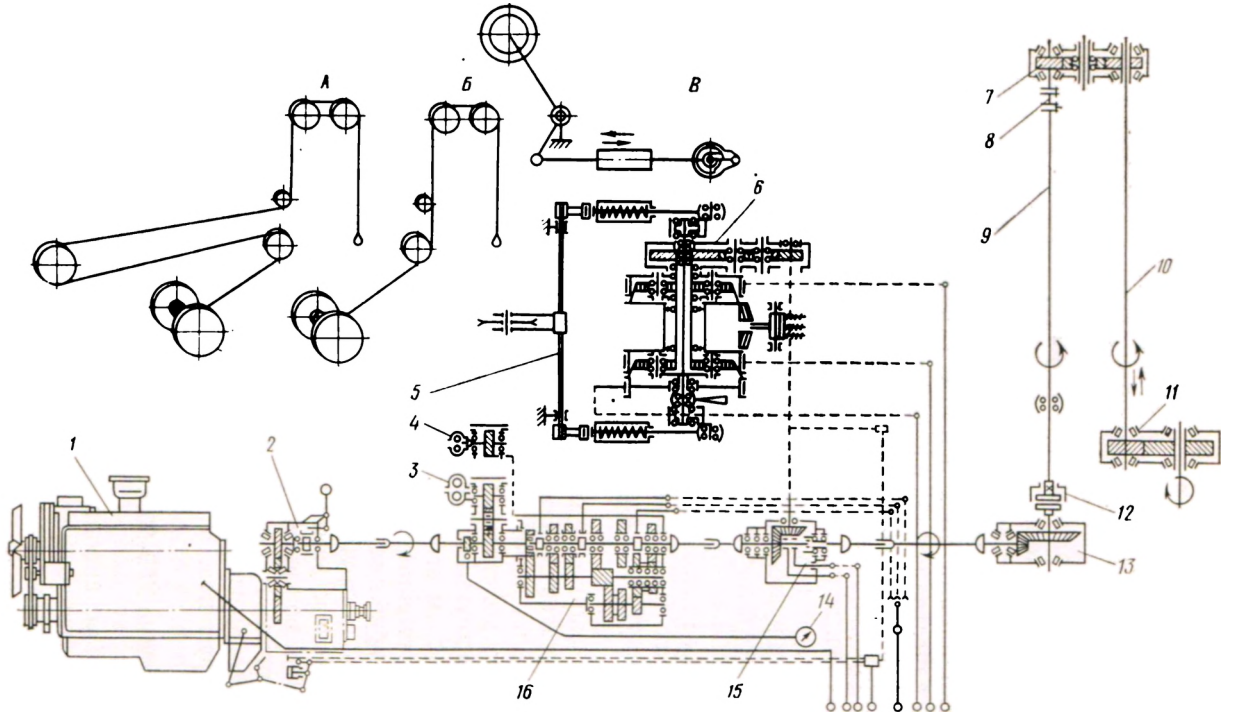


Рис. 110. Кинематическая схема установки ЛБУ-50:

А — схема оснастки при работе ударно-канатным способом; *Б* — при работе лебедкой на прямом канате; *В* — при работе ударным механизмом. Позиции даны в тексте.

кального вала в рабочем положении надета на полумуфту углового редуктора, а перед опусканием мачты в транспортное положение она перемещается вверх и фиксируется защелкой. Полумуфта выключается гидравлическим механизмом, управление которым сблокировано с рукояткой подъема и опускания мачты. Через проходное отверстие верхнего редуктора проходит вертикальный вал *10*, верхний конец которого закреплен в траверсе, а нижний — в ведущей шестерне вращателя. Вращатель соединен шарнирно с кареткой, перемещаемой гидроцилиндрами подачи вверх и вниз по направляющим, в качестве которых используют трубы передних ног мачты. К шпинделю вращателя через съемные патроны-переходники присоединяют шнеки при бурении скважин или бурильные трубы при бурении шурфов. Установка ЛБУ-50 имеет комплект шнеков диаметром 180 мм.

Для сооружения шурфов применяют специальный ковшовый бур диаметром 740 мм. В днище бура есть окна, снабженные ножами и резиновыми клапанами, устанавливаемыми при сооружении шурфов в водонасыщенных породах. В верхней части бура находятся складные ножи-расширители, разбуривающие шурф диаметром до 1050 мм.

При спуско-подъемных операциях ножи-расширители поворачиваются на шарнирах и входят в корпус бура, а при спуске на забой под действием специального пружинного устройства выдвигаются в рабочее положение. Такая конструкция бура позволяет проходить шурф с одновременным его креплением.

Бур перемещается по гладкоствольной колонне, собранной из труб диаметром 112 мм и длиной по 1 м. Нижняя бурильная труба имеет шпонки и кольцевые выточки для шарикового замка, обеспечивающего соединение бура с трубой во время бурения.

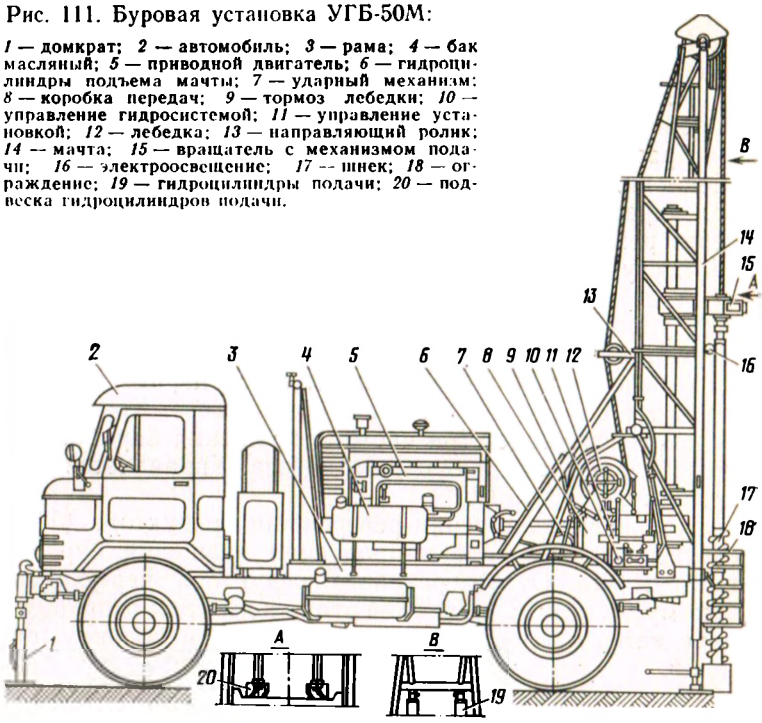
Установка ЛБУ-50 снабжена двухосным автомобильным прицепом для перевозки бурового и вспомогательного инструмента.

§ 3. Установка УГБ-50М

Буровая установка УГБ-50М предназначена для бурения гидрогеологических скважин глубиной до 50 м с начальным диаметром 230 мм шнековым способом без промывки с выполнением пробных откачек, а также для

Рис. 111. Буровая установка УГБ-50М:

1 — домкрат; *2* — автомобиль; *3* — рама; *4* — бак масляный; *5* — приводной двигатель; *6* — гидроцилиндры подъема мачты; *7* — ударный механизм; *8* — коробка передач; *9* — тормоз лебедки; *10* — управление гидросистемой; *11* — управление установкой; *12* — лебедка; *13* — направляющий ролик; *14* — мачта; *15* — вращатель с механизмом подачи; *16* — электроосвещение; *17* — шнек; *18* — ограждение; *19* — гидроцилиндры подачи; *20* — подвеска гидроцилиндров подачи.



сооружения скважин при инженерно-геологических и разведочных работах.

Установка может бурить скважины также ударно-канатным и колонковым способами, что особенно важно при бурении твердых пород, когда шнековый способ бурения не может быть применен.

Колонковое бурение используют при сооружении разведочных скважин глубиной до 100 м при начальном диаметре 200 мм. Для этого в установке предусмотрен привод бурового насоса, а сам насос установлен на дополнительной раме непосредственно около установки.

Буровая установка УГБ-50М (рис. 111) смонтирована на шасси автомобиля повышенной проходимости ГАЗ-66. Все основные узлы установки расположены на общей сварной раме, которая крепится к раме автомобиля.

Установка снабжена специально оборудованным автоприцепом с комплектом рабочего бурового (шнеково-

то) инструмента и необходимым инвентарем. Обсадные трубы, колонковый инструмент и бурильные трубы доставляют отдельным грузовым транспортом.

На рисунке 112 представлена кинематическая схема буровой установки УГБ-50М.

Вращение от приводного двигателя *1* через муфту сцепления *2*, включаемую рычагом *17*, и промежуточный вал передается на коробку передач *4*. От нее вращение через реверсивный редуктор *15*, включаемый рукояткой *14*, поступает на вращатель *7*, а через зубчатую передачу на лебедку *9* и связанный с ней ударный механизм *13*. Для управления лебедкой служат рычаги *10*, *11* и *12*. Через шкив *3*, установленный на приводном валу коробки передач, с помощью клиноременной передачи вращение может передаваться на буровой насос. Коробка передач обеспечивает три частоты вращения барабана лебедки, вращателя и бурового насоса. Управляется она с помощью рычага *16*.

Конические шестерни реверсивного редуктора *15* обеспечивают изменение направления вращения бурового инструмента. От реверсивного редуктора через зубчатую муфту *5* и приводной вертикальный вал *6* вращение передается на подвижный вращатель *7* и колонну штоков *8*.

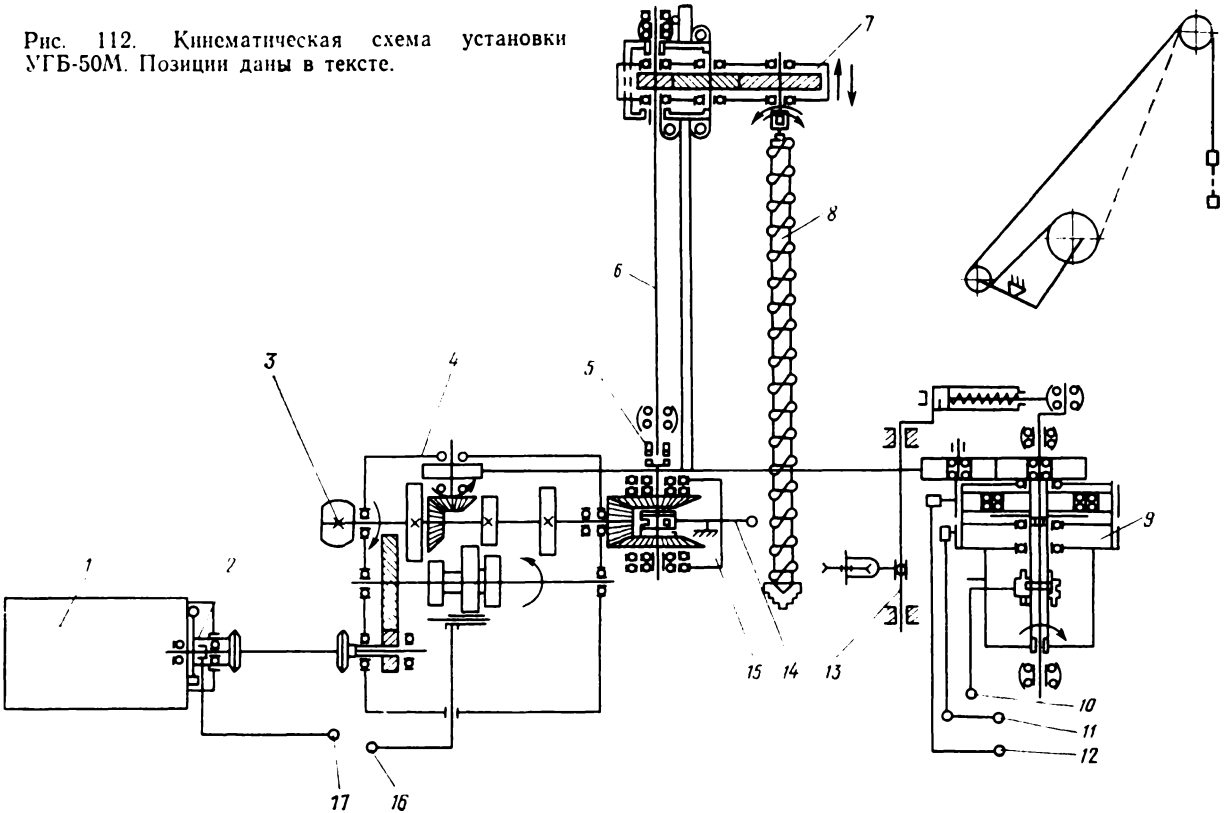
Число ударов инструмента при ударно-канатном способе бурения регулируют изменением частоты вращения приводного двигателя.

Пробные откачки из скважины проводят штанговым насосом с помощью ударного механизма при наименьшей частоте вращения с числом качания не более 45 в 1 мин и длиной хода 650 мм.

Коробка передач (рис. 113) служит для передачи вращения вращателю, лебедке, ударному механизму и буровому насосу.

Вращение от приводного двигателя через промежуточный вал *4* и полумуфты *2* и *3* передается на ведущий вал *19*, закрепленный в корпусе *13* коробки. Шестерня *1* ведущего вала находится в постоянном зацеплении с шестерней *6*, закрепленной неподвижно на промежуточном шлицевом валу *16*. На этом же валу установлен подвижный блок *5* из трех шестерен, вводимых с помощью рукоятки *20* в зацепление с блоком шестерен *9* и шестернями *17* и *18* приводного вала *7*. В результате приводному валу сообщаются три частоты вращения. Че-

Рис. 112. Кинематическая схема установки УГБ-50М. Позиции даны в тексте.



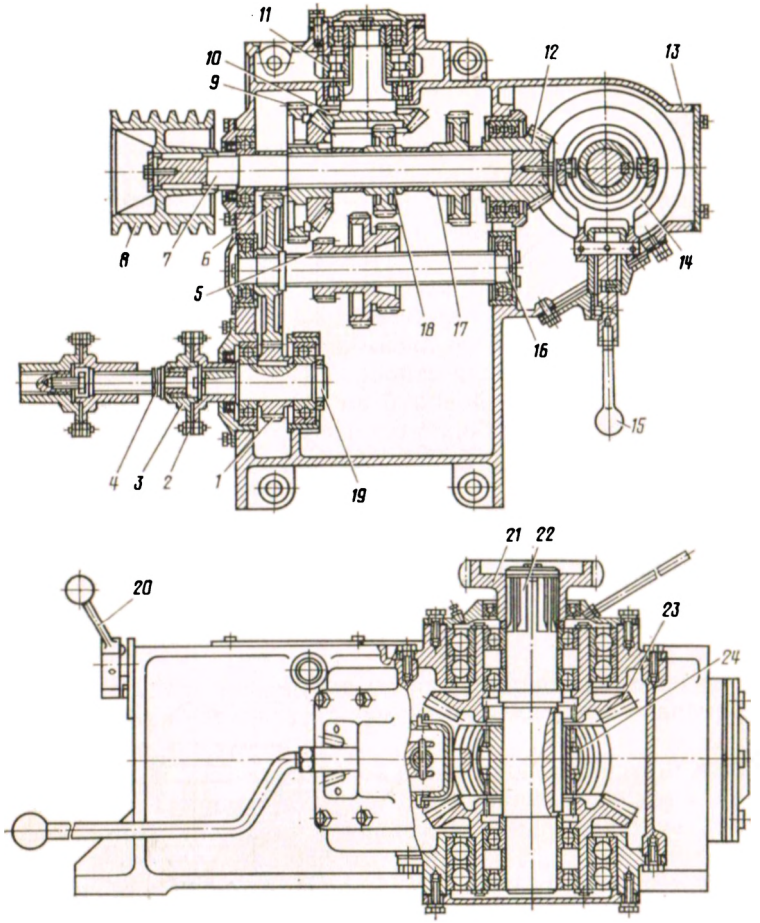


Рис. 113. Коробка передач установки УГБ-50М. Позиции даны в тексте.

рез коническую шестерню *10*, находящуюся в постоянном зацеплении с блоком шестерен *9*, и шестерню *11* вращение передается на лебедку установки. На одном конце приводного вала закреплен шкив *8* для привода бурового насоса, а на другом — коническая шестерня *12*, находящаяся в зацеплении с двумя коническими шестернями *23*, свободно вращающимися на вертикальном валу *22* и оснащенными зубчатыми муфтами. На этом же ва-

лу на двух шпонках установлена подвижная муфта *24*. Передвигая ее по валу вилкой *14* через рукоятку переключения *15* изменяют направление вращения вертикального вала. На конце вертикального вала *22* неподвижно закреплена зубчатая муфта *21*, с помощью которой он соединяется с валом привода вращателя.

Вращатель (рис. 114) передает вращение буровому снаряду от вертикального вала коробки передач.

Рама *3*, в которой помещен вращатель *6* установки, перемещается по укрепленным на мачте направляющим. В корпусе *5* вращателя на подшипниках установлены три косозубые шестерни, передающие крутящий момент от вертикального вала *4* шпинделю вращателя. На вертикальный вал вращение от реверсивного редуктора передается через соединительную *1* и промежуточную *2* муфты. В шпиндель вставляется патрон *7* при шнековом бурении или ведущая труба при колонковом. В нижней части патрона имеется шестигранное отверстие для хвостовика шнека.

Ведущая труба для колонкового бурения шестигранного сечения имеет внутреннее отверстие для прохода промывочной жидкости. В верхней части ведущей трубы сделаны пазы для закрепления ее в шпинделе вращателя и резьба для присоединения вертлюга-сальника, а в нижней — резьба для соединения с бурильными трубами.

Вверх и вниз вращатель перемещают цилиндрами подачи с обязательным стопорением его в рабочем положении. В корпусе вращателя имеются два отверстия для фиксации вращателя в рабочем и транспортном положении.

При спуске-подъеме вращатель отводят в сторону от устья скважины поворотом на цапфах рамы.

На боковой крышке вращателя устроена проушина, соединяющая его с подъемной скобой каната и поддерживающая колонну шнеков при самопроизвольном затягивании шнековой колонны в скважину во время бурения.

При укладке мачты в транспортное положение нижнюю зубчатую муфту отключают от вала коробки передач.

Мачта установки — цельносварная, трубчатая, с открытой передней гранью, с высотой до оси кронблока 8 м — шарнирно закреплена на раме установки. Ее можно устанавливать или в вертикальное (рабочее) положение, или в горизонтальное (транспортное). При уклад-

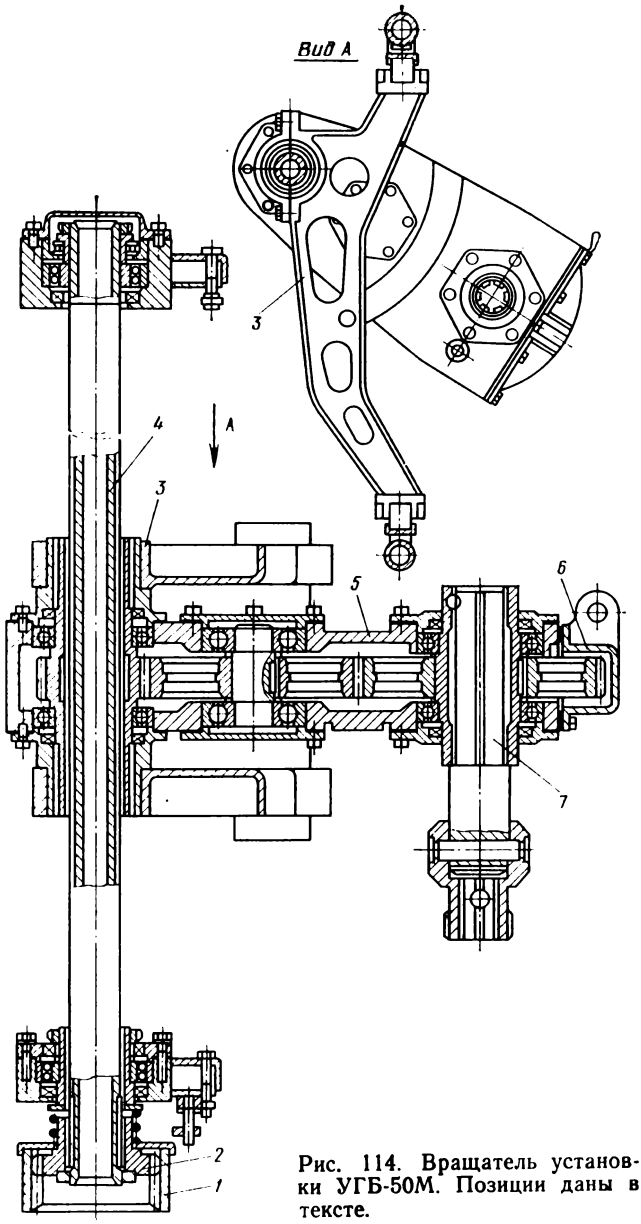


Рис. 114. Вращатель установки УГБ-50М. Позиции даны в тексте.

ке мачты в транспортное положение она опирается верхней частью на специальную стойку, расположенную на раме автомобиля между приводным двигателем и задней стенкой кабины водителя. Поднимают и опускают мачту двумя гидравлическими домкратами двойного действия, закрепленными шарнирно на мачте и раме установки.

В верхней части мачты на неподвижной оси установлены рабочий ролик и траверса, предназначенные для крепления конца дополнительного каната и подвески дополнительного блока.

При двухструнной талевой оснастке грузоподъемная сила на крюке достигает 50 кН, при трехструнной — 70 кН, а при работе на прямом канате — 25 кН.

Нижние концы ног мачты заканчиваются винтовыми домкратами, опирающимися на башмаки. В рабочем положении ноги мачты присоединяются к раме.

Лебедка (рис. 115) установки планетарного типа грузоподъемностью 2,6 т. Вал *19* лебедки свободно вращается на двух сферических шарикоподшипниках, смонтированных в кронштейнах *2* и *11*. На валу свободно посажен барабан *5*, разделенный на две секции, на которые наматывается канат *18*. Одна секция с канавами предназначена для работы ударным механизмом, а также для спуско-подъемных операций с буровым снарядом, другая гладкая — для укладки запасного каната.

Лебедка получает вращение от коробки передач через промежуточную шестерню *14* и шестерню *13*, установленную на солнечной шестерне *10* планетарной передачи. Ведущий диск *8* и прижимное кольцо *9* являются опорами для осей трех шестерен-сателлитов *17* планетарной передачи. Ведущий диск посажен на вал на подшипниках и имеет зубчатую полумуфту.

К внутреннему диску барабана крепят также зубчатую полумуфту *3*. На валу на шпонках неподвижно закреплена зубчатая муфта *6*, которая может вводиться в зацепление с муфтой *7* включения барабана. Механизм включения размещен на переднем кронштейне *2* и состоит из диска *1* и рычага *4*.

Венцовая шестерня *16* с внутренним зацеплением вмонтирована в тормозной шкив *15* барабана лебедки. На конце вала лебедки закреплен кривошип *12*, предназначенный для привода ударного механизма.

Управляют работой лебедки два ленточных тормоза:

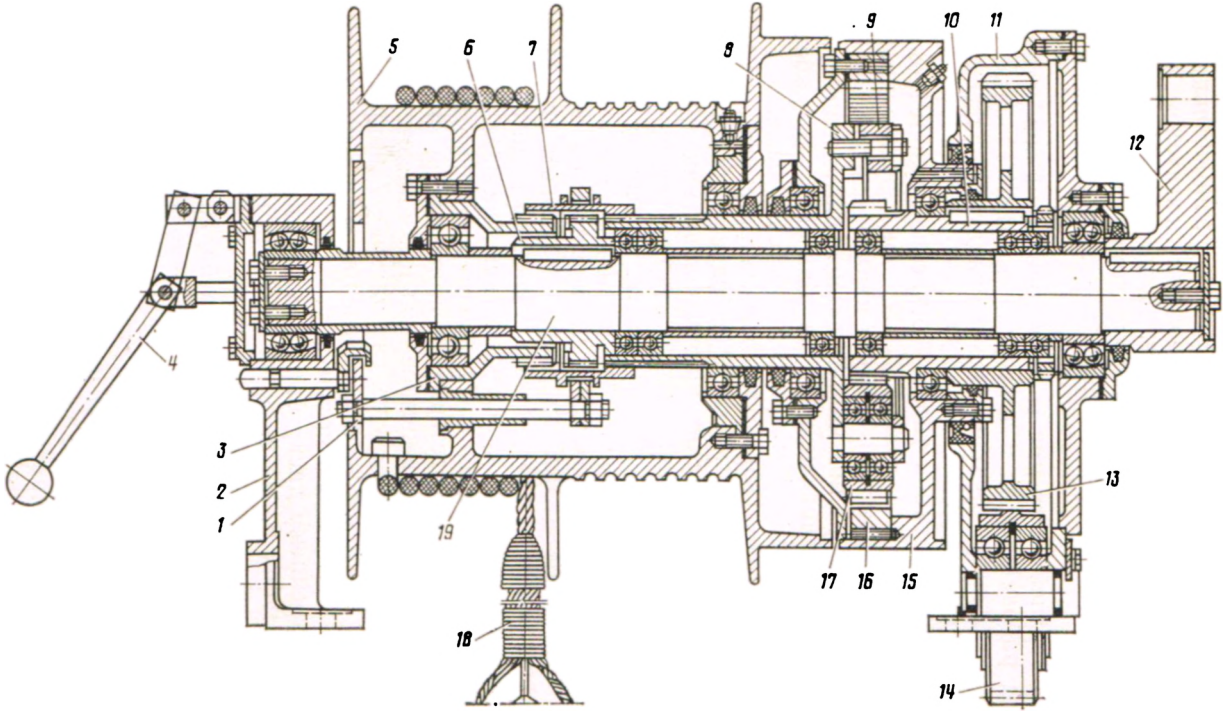


Рис. 115. Лебедка установки УГБ-50М. Позиции даны в тексте.

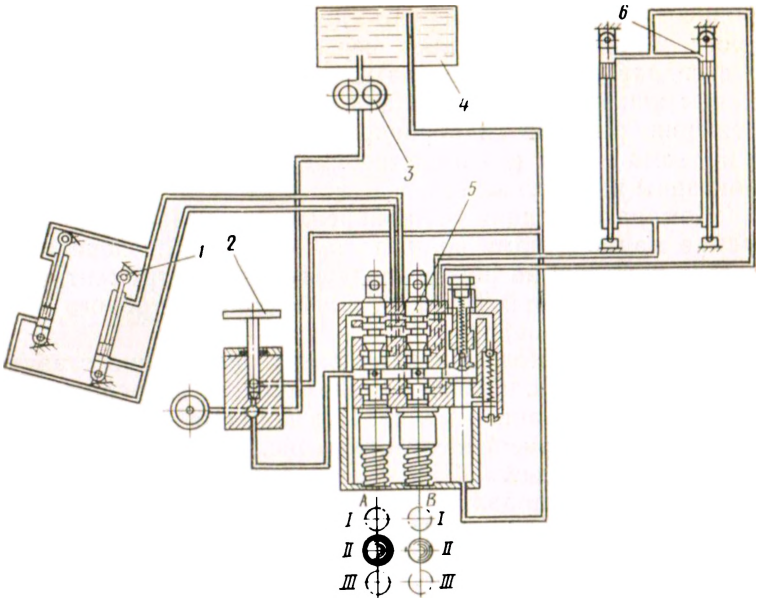


Рис. 116. Гидросистема установки УГБ-50М:
I — подъем; II — нейтральное положение; III — опускание. Позиции даны в тексте.

тормоз подъема и тормоз спуска. Управление тормозами лебедки выведено на центральный пост и осуществляется двумя рычагами с эксцентриковыми зажимами.

Рычаг управления тормозом подъема предназначен для подъема бурового инструмента при извлечении его из скважины, а рычаг управления тормозом спуска — для остановки барабана лебедки при спуске и подъеме бурового инструмента, а также для постепенного стравливания каната с барабана по мере углубления скважины при ударном бурении.

Ударный механизм состоит из вала, балансира с роликом и кривошипно-шатунного механизма. Вал ударного механизма приводится в качательное движение кривошипно-шатунным механизмом от вала лебедки. Шатун имеет пружинные амортизаторы.

Гидросистема установки (рис. 116) предназначена для подачи бурового снаряда на забой, а также спуска и подъема мачты. Из масляного бака *4* масло маслонасосом *3* по трубопроводу подается к дросселю *2*, с по-

мощью которого регулируют давление в системе. От дросселя масло поступает через гидрораспределитель *5* в гидравлические домкраты *1* подъема и опускания мачты или в домкраты подачи *6* бурового снаряда. Положения рычагов гидрораспределителя для опускания и подъема мачты (А) и для перемещения вращателя (В) показаны на рисунке 116.

Домкраты подачи *6*, прикрепленные шарнирно на ферме мачты к раме вращателя, служат для передачи осевой нагрузки на породоразрушающий инструмент, бурения с разгрузкой, а также для подъема бурового инструмента при аварии.

Перед подъемом мачты рукоятку управления ставят в нейтральное положение и удаляют из гидросистемы воздух прокачиванием масла. При подъеме мачты левую рукоятку гидрораспределителя (рис. 117) переводят в положение «подъем». При этом масло поступает в нижнюю полость гидравлических домкратов подъема мачты и мачта поднимается. Из штоковых полостей масло поршнем выдавливается в маслобак. После подъема мачты закрепляют ноги и с помощью винтовых домкратов выравнивают установку по отвесу на мачте. При этом рессоры задних колес должны быть полностью разгружены.

При опускании мачты левую рукоятку переводят в положение «спуск». При этом масло поступает в штоковую полость домкратов и мачта опускается. Для остановки мачты в любом положении достаточно левую рукоятку поставить в положение «нейтраль».

Вверх вращатель перемещают, установив правую рукоятку гидрораспределителя в положение «подъем». В результате масло, поступая в штоковую полость домкратов подачи, будет поднимать поршень и связанный с ними вращатель. При спуске вращателя правую рукоятку ставят в положение «спуск».

Перед подъемом и спуском мачты, а также перед бурением левая и правая рукоятки гидрораспределителя должны находиться в положении «нейтраль», а дроссель должен быть полностью открыт. Скорости подъема и спуска мачты, а также перемещения вращателя регулируют дросселем, изменяя давление масла в системе.

Безотказная и долговечная работа буровой установки в первую очередь зависит от своевременной и правильной смазки узлов и механизмов. Вращающиеся детали

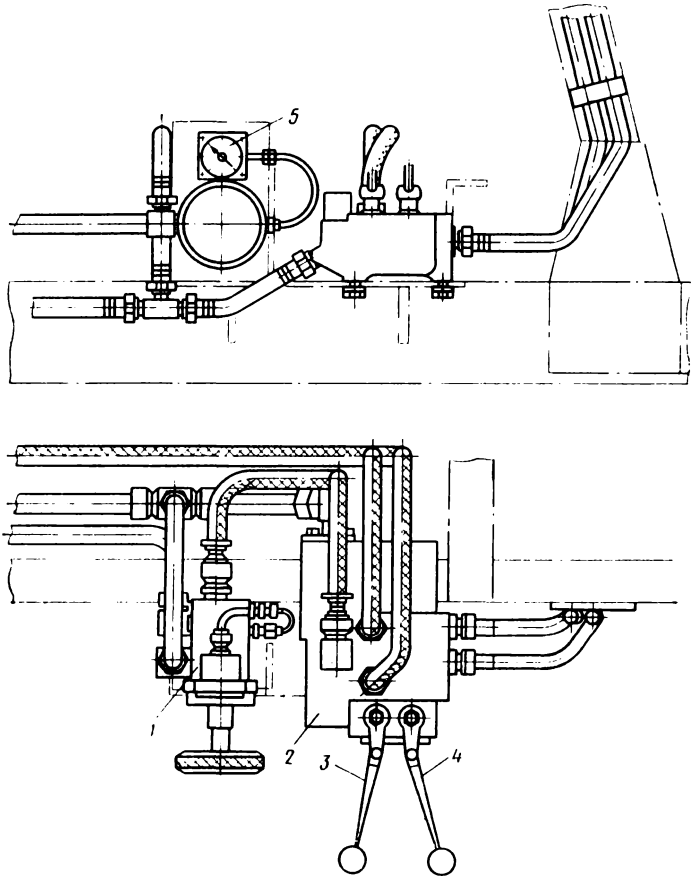


Рис. 117. Пульт управления гидросистемой:
1 — дроссель; *2* — гидрораспределитель; *3* — рукоятка управления подъемом мачты; *4* — рукоятка управления вращателем; *5* — манометр.

коробки передач и вращателя смазывают разбрызгиванием масла, заливаемого в корпуса коробки и вращателя. Обычно применяют индустриальное масло 30.

В коробку передач заливают около 12 л масла, которое полностью заменяют через 500 ч работы буровой установки. Масло из коробки передач поступает к шестерне планетарной передачи лебедки. В корпус вращателя заливают 6...8 л масла с таким расчетом, чтобы его уровень поддерживался на высоте, равной $^1/_3$ ширины

шестерен. Полностью масло во вращателе заменяют также через 500 ч работы установки. При смене масла корпуса коробки и вращателя промывают керосином.

Подшипники муфты сцепления приводного двигателя, рабочего и направляющего роликов мачты, верхний подшипник реверсивного редуктора коробки передач, втулки подшипников вала балансира и оттяжного ролика ударного механизма, а также оси вращения рычагов управления и всех шарнирных соединений смазывают ежедневно солидолом. Остальные узлы установки смазывают солидолом при разборке.

§ 4. Вибробуровой агрегат АВБ-2М

Самоходный вибробуровой агрегат АВБ-2М предназначен для бурения инженерно-геологических скважин без промывки вибрационным способом на глубину до 20 м и ударно-канатным (кольцевым забоем) на глубину до 40 м. С помощью этого агрегата можно также сооружать неглубокие скважины на воду.

Вибробуровой агрегат АВБ-2М смонтирован на шасси автомобиля ГАЗ-66, основные узлы его показаны на рисунке 118.

На рисунке 119 показана кинематическая схема агрегата АВБ-2М. Привод основных механизмов агрегата осуществляется от ходового двигателя *2* автомобиля ГАЗ-66. Через коробку передач *3* и раздаточную короб-

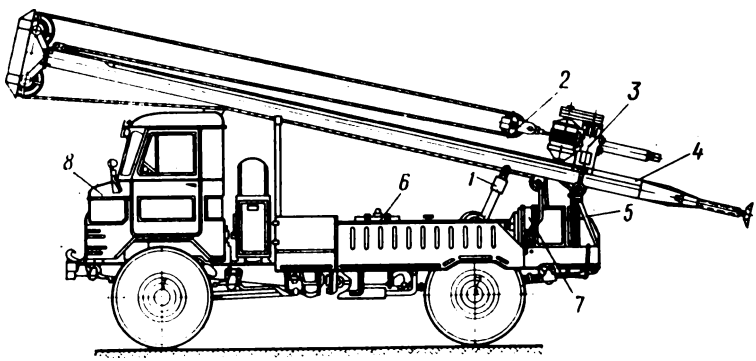


Рис. 118. Вибробуровой агрегат АВБ-2М:

1 — винтовой подъемник мачты; *2* — талевый блок; *3* — вибромолот; *4* — мачта; *5* — опора мачты; *6* — генератор; *7* — лебедка; *8* — автомобиль.

ния, возникающие при прокачивании промывочной жидкости по колонне бурильных труб и при подъеме ее по затрубному пространству. При бурении мелких скважин применяют насосы с рабочим давлением 2...2,5 МПа, а для скважин глубиной до 300 м — 4 МПа и более.

Давление промывочной жидкости в нагнетательной линии контролируют с помощью манометра, устанавливаемого на воздушном колпаке. Все буровые насосы имеют предохранительные клапаны, которые срабатывают при превышении допустимого давления.

К всасывающему штуцеру насоса присоединяют резинотканевый рукав с металлическими спиралями. Другой конец шланга, опускаемый в отстойник, имеет приемный клапан, способствующий пуску насоса при большой высоте всасывания, и предохраняющий насос от попадания крупных частиц шлама.

На нагнетательном штуцере насоса закрепляют буровой шланг, изготовленный из многослойного резинотканевого материала. Длина шланга в зависимости от высоты мачты колеблется от 10 до 20 м. В основном применяют нагнетательные шланги с внутренним диаметром 38 и 50 мм. Другой конец нагнетательного шланга присоединяют к вертлюгу-сальнику, который подает промывочную жидкость во вращающуюся колонну бурильных труб. Одновременно вертлюг-сальник служит для поддержания бурового инструмента на весу, обеспечивая свободное вращение колонны бурильных труб.

Высота всасывания поршневых насосов не превышает 5...7 м и снижается с увеличением плотности и температуры промывочной жидкости, длины всасывающего трубопровода и числа ходов поршня. Высота всасывания, особенно при промывке скважин глинистым раствором, должна быть по возможности минимальной.

§ 2. Устройство буровых насосов

Буровой насос 11ГрИ (рис. 101) применяют для комплектования установок УРБ-3АМ и 1БА15В. Он обеспечивает подачу 3,75...6,5 л/с промывочной жидкости при давлении от 4 до 6,3 МПа. Буровой насос 11ГрИ состоит из двух основных частей — приводной и гидравлической, смонтированных на общей раме-салазках. Выпускают насос в двух исполнениях: с коротким трансмиссионным валом без фрикционной муфты и с длинным трансмисси-

ку *4* автомобиля вращение с помощью коробки отбора мощности *5* и раздаточного редуктора *7* передается на лебедку *8* и генератор *6*. Вращение на лебедку от раздаточного редуктора поступает через карданный вал, а на генератор — через зубчатую муфту, смонтированную в раздаточном редукторе и включаемую рукояткой Б, и двойную эластичную муфту. При проведении спуско-подъемных операций генератор отключают. Коробка отбора мощности включается рукояткой А.

Лебедка агрегата грузоподъемностью 4 т предназначена для выполнения спуско-подъемных операций, ведения ударно-канатного бурения и удержания в подвешенном состоянии вибропогружателя. При необходимости увеличения грузоподъемности лебедки применяют двухструнную талевую оснастку.

В качестве рабочего органа для бурения используется вибратор ВБ-79. При работе его подвешивают на канате лебедки и приводят во вращение от электродвигателя через клиноременную передачу. На мачте агрегата для вибратора установлены направляющие.

С вибрационного бурения на ударно-канатное переходят путем снятия вибратора и присоединения к канату лебедки ударного инструмента.

Вибратор используют также для погружения и извлечения обсадных труб и ликвидации прихватов бурового снаряда в скважине.

Мачту агрегата в рабочее положение устанавливают при помощи винтового подъемника *1*, приводимого в действие от электродвигателя, либо вручную при помощи съемной рукоятки. Вручную приподнимают мачту при неработающем двигателе, когда необходимо откинуть кабину автомобиля для осмотра и смазки двигателя. Высота мачты до оси кронблока 7,5 м, максимальная грузоподъемность 12 т.

Для питания электродвигателей вибратора и винтового подъемника мачты служит синхронный генератор трехфазного тока мощностью 25 кВт. Все рукоятки и кнопки управления выведены на пульт бурового мастера, расположенный около устья скважины.

Необходимый буровой инструмент и оборудование для вибрационного бурения размещены на платформе бурового агрегата.

В составе бригады, обслуживающей вибробуровой агрегат АВБ-2М, должен быть электромонтер.

§ 5. Установки для механического бурения неглубоких скважин

За последнее время для замены ручного бурения при сооружении неглубоких скважин различного назначения (в том числе и на воду) диаметром до 200 мм созданы небольшие, транспортабельные, легкоразбираемые на отдельные блоки буровые установки для механического бурения.

Эти установки применяют для сооружения скважин в породах от I до XII категорий по буримости вращательным, ударным, вибрационным и другими способами.

При сооружении скважин глубиной до 30 м в рыхлых и сыпучих породах используют установки ударно-канатного бурения УБП-15М, БУКС-ЛГТ и БУВ-1Б, снабженные специальным инструментом (забивные, ударные гильзы и желонки). Этот инструмент разрушает породу по кольцу на забое и извлекает на поверхность образцы породы. Установки просты по конструкции и состоят из лебедки, приводного двигателя и легкой мачты или треноги высотой до 6 м. Монтируют их на одноосных прицепах. Установка БУВ-1Б имеет также кривошипно-шатунный ударный механизм, позволяющий работать с ударным снарядом массой 200 кг. Стенки скважины крепят обсадными трубами с помощью вибромолота.

Для сооружения неглубоких скважин в породах различной твердости применяют установки комбинированного бурения БУЛИЗ-15, УБР-1 и УБР-2, сочетающие ударно-канатный, вибрационный и вращательный способы бурения.

Буровая установка БУЛИЗ-15 (буровая установка линейных изысканий) предназначена для бурения инженерно-геологических скважин глубиной до 15 м с начальным диаметром 168 мм в породах I—IV категорий по буримости вращательным, ударно-канатным и вибрационным способами. Смонтирована она на автомобиле УАЗ-462 и состоит из следующих узлов и механизмов: трубчатой мачты высотой 5,2 м и грузоподъемностью 5 т, опоры мачты, лебедки грузоподъемностью 1,2 т, откидного вращателя, механизма подачи бурового инструмента и рычагов управления. Установка оснащена одноблочным вибратором с приводом от двигателя автомобиля посредством гибкого вала.

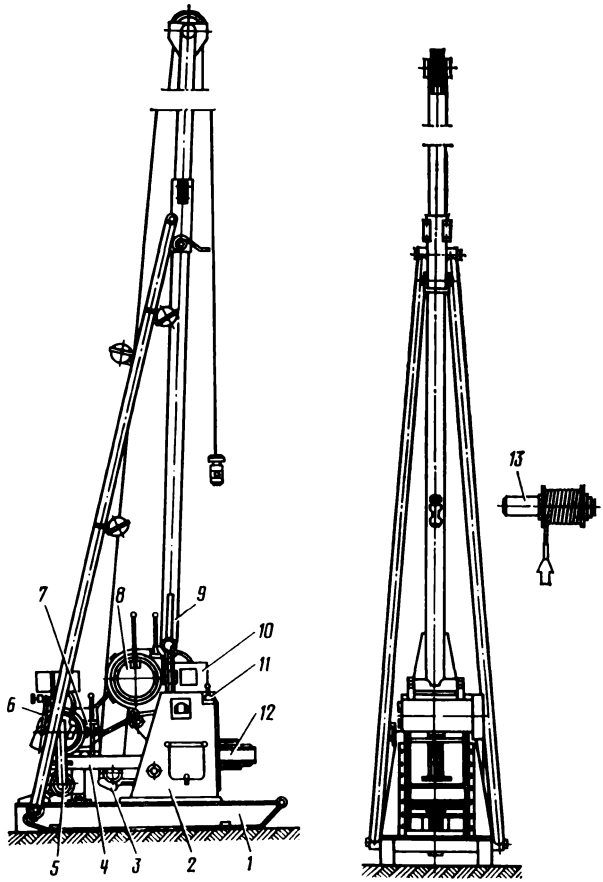


Рис. 120. Буровая установка УБР-1:

1 — рама; *2* — стойка; *3* — ударный механизм; *4* — рама коробки передач; *5* — генератор; *6* — приводной двигатель; *7* — коробка передач; *8* — лебедка; *9* — мачта; *10* — раздаточная коробка; *11* — вал; *12* — вращатель; *13* — катушка.

Буровой инструмент транспортируют в специально оборудованном одноосном прицепе.

Установкой УБР-1 бурят скважины диаметром до 121 мм на глубину до 15 м ударно-канатным и медленно-вращательным способами с одновременным креплением стенок скважины обсадными трубами.

Основные узлы буровой установки УБР-1 показаны на рисунке 120.

Все узлы установки смонтированы на общей раме сварной конструкции. Вращение от бензинового двигателя Д-300 мощностью 4,4 кВт через коробку передач с помощью втулочно-роликовой цепи передается на раздаточную коробку, от которой оно поступает на вращатель, лебедку и ударный механизм. Ротор вращателя с проходным отверстием 135 мм обеспечивает вращение бурового снаряда и обсадных труб с частотой вращения 0,12 и 0,2 $с^{-1}$. Поступательное движение ротору сообщают вручную через двойную цепную передачу, ведущие звездочки которой жестко посажены на вал. На квадраты, имеющиеся на концах вала, надевают ключ-трещотку, с помощью которого подают ротор вверх или вниз. Ход ротора 510 мм.

Фрикционную лебедку грузоподъемностью 1 т используют при ударно-канатном бурении и спуско-подъемных операциях.

Ударный механизм установки позволяет работать с буровым снарядом массой до 200 кг, обеспечивая 27 и 45 ударов в 1 мин при высоте подъема бурового снаряда над забоем 550 мм.

Мачта установки грузоподъемностью 3 т имеет высоту до оси кронблока 7 м. Поднимают ее в вертикальное положение специальной съемной катушкой, закрепляемой в роторе установки. Эту же катушку используют для самоперетаскивания установки в собранном виде на небольшие расстояния. При необходимости установка может быть разобрана на отдельные узлы. Масса наиболее тяжелого узла 120 кг. Обслуживают установку УБР-1 двое рабочих.

Установка УБР-2 конструктивно похожа на установку УБР-1, но предназначена для бурения более глубоких (до 25 м) скважин с начальным диаметром 243 мм. Она снабжена более мощным двигателем, а мачта и лебедка имеют бо́льшую грузоподъемность.

Грузоподъемность лебедки 1,8 т, а ударный механизм позволяет работать с буровым снарядом массой 300 кг, обеспечивая 37 ударов в 1 мин при высоте подъема его над забоем 600 мм.

Мачта установки грузоподъемностью 6 т с высотой до оси кронблока 8 м состоит из цельнометаллической трубы диаметром 146 мм и двух подкосов, связанных шарнирно с подвижным хомутом на мачте с одной сторо-

ны и с рамой установки с другой. Мачту поднимают и опускают специальной лебедкой.

Установка оснащена подвижным ротором с проходным отверстием 255 мм.

§ 6. Инструмент для бурения скважин без промывки

При различных способах бурения скважин без промывки используют следующий инструмент.

При **шнековом бурении** буровой инструмент состоит из комплекта шнеков и породоразрушающего инструмента. Шнеки передают вращение породоразрушающему инструменту и поднимают с забоя разрушенную породу.

Шнек — это труба, вокруг которой по винтовой линии навита и приварена стальная лента толщиной 4...6 мм.

Шнеки изготавливают двух типов: без проходного отверстия и с проходным отверстием. Шнеки без проходного отверстия (рис. 121), состоящие из трубы *3* и навитой на нее спирали *2*, имеют быстроразъемное шестигранное замковое соединение. На одном конце шнека имеется шестигранный хвостовик *1*, а на другом — соответствующая шестигранная муфта *4*. В хвостовике и муфте есть отверстия. Для соединения шнеков необходимо муфту одного шнека надеть на хвостовик другого так, чтобы совпали концы спиралей и отверстия под соединительный палец *6*. Палец вставляют легким ударом

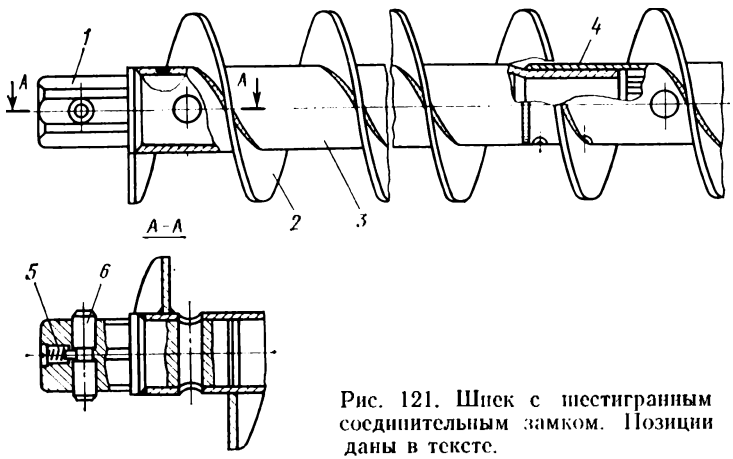


Рис. 121. Шнек с шестигранным соединительным замком. Позиции даны в тексте.

молотка и стопорят пружинным фиксатором *5*. Изготавливают шнеки с шестигранным соединением диаметром 135, 150, 180, 200 и 300 мм и длиной от 1 до 2,5 м. Наиболее часто используют шнеки диаметром 135 мм и длиной 1,5 м.

Шнеки с проходным отверстием (рис. 122) имеют резьбовые соединения с крупной ленточной резьбой. Выпускают их диаметром 80, 100 и 200 мм.

В качестве породоразрушающего инструмента используют различные долота. При шнековом бурении долото должно подавать срезанную породу с забоя скважины на ленту шнека. Диаметр долота для уменьшения трения колонны шнеков о стенки скважины принимают на 15...20 мм больше диаметра шнека. Для шнеков с шестигранным соединением выпускают долота диаметром 151, 165, 198, 215 и 320 мм, а для шнеков с резьбовыми соединениями — 90, 110 и 215 мм.

Мягкие и рыхлые породы бурят трехлопастными, ступенчатыми и спиральными долотами (рис. 123).

Трехлопастное долото (рис. 123, *а*) состоит из литого корпуса *3* с тремя лопастями *6*, рабочие грани которых армированы пластинками твердого сплава ВК-8. К одной из лопастей приварена спираль *4*, переходящая при соединении долота с колонной шнеков в спираль шнека. Соединяется долото со шнеками с помощью шестигранного хвостовика с фиксатором *1* и соединительного пальца *2*. Для предотвращения интенсивного износа долота по диаметру боковую поверхность лопастей армируют подрезными резцами *5* из твердого сплава.

В ступенчатом долоте со съемной лопастью (рис. 123, *б*) режущая лопасть *1* соединена с корпусом *3* долота винтом *2*. При износе лопасть долота заменяют, что позволяет многократно использовать корпус долота. Режущую часть лопасти армируют твердосплавными пластинками *4*.

Спиральное долото (рис. 123, *в*) представляет собой спиральный корпус *2*, торец которого заострен под углом 120° и армирован твердосплавными пластинками *3*. Корпус долота вставлен в паз шестигранного хвостовика *1* и приварен. Малая контактная площадь долота с забоем и спиральная форма позволяют увеличить скорость бурения.

Для бурения твердых пород разработана конструкция шарошечного долота со спиралью.

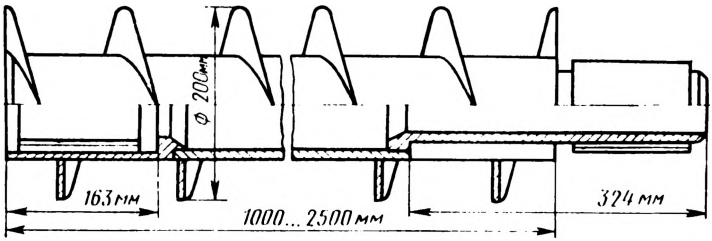


Рис. 122. Шнек с резьбовым соединением.

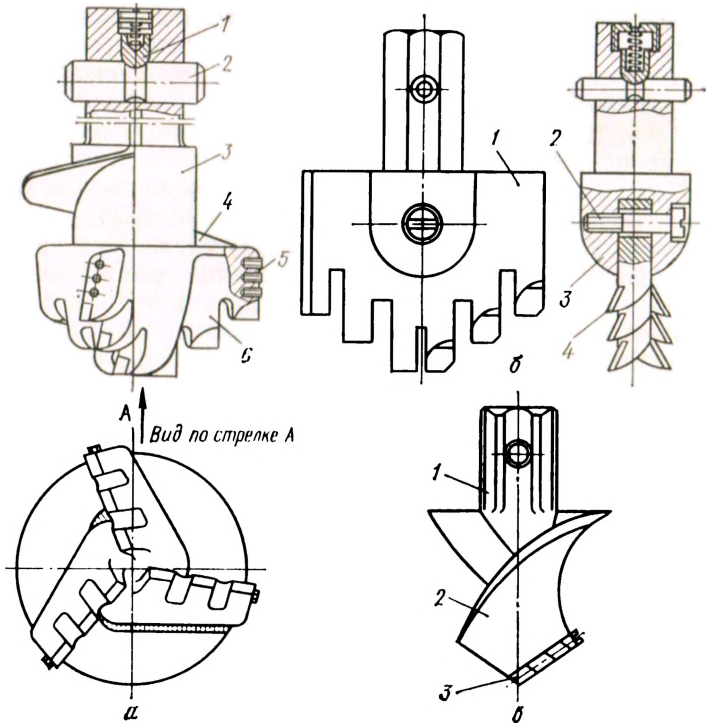


Рис. 123. Долота для шнекового бурения. Позиции даны в тексте.

При необходимости получения качественных образцов породы из скважины применяют колонковые шнеки, имеющие керноприемное устройство и оснащенные буровыми коронками.

Колонковый шнек (рис. 124) — это труба *2* с навитой спиралью. На одном конце трубы имеется наружная правая резьба для присоединения буровой коронки *1*, а на другом — хвостовик *4* для соединения со шнеками. Внутри трубы шнека помещена разрезанная вдоль оси керноприемная труба *3*. После подъема шнека необходимо отвернуть ключом коронку в концах трубы, извлечь ее вместе с керном из трубы шнека. Разъединив трубу на две половины, извлекают керн.

Кроме колонкового и нескольких обычных шнеков, в комплект

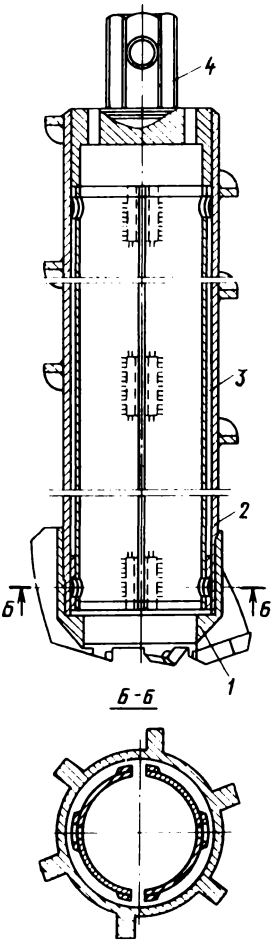


Рис. 124

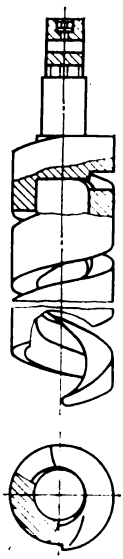


Рис. 125

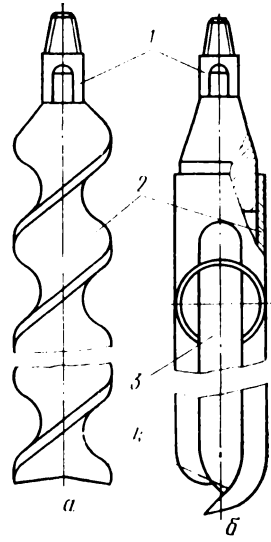


Рис. 126

Рис. 124. Колонковый шнек с шестилопастной коронкой. Позиции даны в тексте.

Рис. 125. Аварийный штопор.

Рис. 126. Породоразрушающий инструмент при медленновращательном бурении:

а — спиральный бур: *1* — головка; *2* — корпус; *3* — лезвие; *б* — ложковый бур: *1* — головка; *2* — цилиндр; *3* — прорезь; *4* — лезвие.

бурового снаряда, применяемого в установке УГБ-50М, включают специальные бурильные трубы диаметром 73 мм и длиной 3, 1,5 и 1,25 м, имеющие такое же замковое штыревое соединение, как и шнеки.

При спуско-подъемных операциях колонну шнеков удерживают на устье скважины специальной подкладной вилкой.

Для ликвидации аварий при шнековом бурении используют аварийный инструмент, применяемый при роторном и колонковом бурении (колокола, метчики и др.), а также специальный инструмент, например аварийный штопор.

Аварийный штопор (рис. 125) — основной инструмент для извлечения из скважины шнеков при их обрыве и прихвате. Штопор, опускаемый в скважину на специальных бурильных трубах, навинчивают вручную при правом вращении на спираль шнека. Извлекают его лебедкой или механизмом вращателя установки.

При **медленновращательном бурении,** как ручном, так и с помощью буровых установок, используют два типа породоразрушающего инструмента — спиральные и ложковые буры.

Спиральный бур (рис. 126, *а*) обычно применяют для бурения глинистых вязких пород. Лезвие бура закаливают или армируют твердым сплавом. Шаг спиральных витков зависит от буримых пород. В мягких породах используют спиральные буры с меньшим шагом.

При медленном вращении спиральный бур под давлением (до 700 кН) углубляется в породу забоя. Срезанная лезвием бура порода перемещается вверх, заполняя витки спирали и удерживаясь на них. На поверхность породу извлекают вместе с буром.

Изготавливают спиральные буры только цельнотянутыми из вязкой стали диаметром 47, 74, 108, 147 и 190 мм. Длина спиральных буров 0,5 ... 0,8 м.

Ложковый бур (рис. 126, *б*) используют при бурении мягких устойчивых пород (глинистые пески, суглинки, песчаные глины, чистые влажные пески и др.). Это полый стальной цилиндр с продольной прорезью. Один край прорези заточен и может работать при вращении как лезвие, а другой несколько подогнут внутрь. Ширина прорези зависит от буримых пород. Для бурения сыпучих, несвязных пород ее делают меньше, чем для вязких. В верхней части ложкового бура имеется головка *1*

с конусной резьбой для соединения с бурильными трубами. Ложковому буру сообщают одновременно вращательное и поступательное движение, а разрушаемая при этом порода поступает внутрь бура. По окончании бурения бур поднимают на поверхность и через прорезь в корпусе извлекают породу.

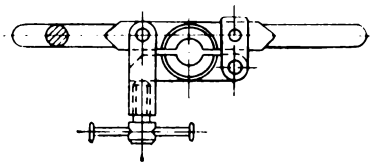


Рис. 127. Шарнирный хомут.

Изготавливают ложковые буры из листовой стали или стальной трубы и затем приваривают к ним резьбовую головку. Режущие поверхности ложкового бура закаливают или армируют твердым сплавом. Диаметры ложковых буров 47, 79, 108 и 145 мм, а длина — 0,5... 0,8 м.

При ручном бурении спиральными и ложковыми бурами применяют бурильные трубы муфтово-замкового соединения диаметром 33,5 и 42 мм. Для работы с бурильными трубами применяют вертлюги, подкладные вилки, шарнирные ключи и шарнирные хомуты (рис. 127).

При **вибрационном бурении** в качестве породоразрушающего инструмента используют виброзонды, грунтоносы и виброжелонки (рис. 128). Они позволяют не только проводить углубку скважины, но и отбирать образцы буримых пород.

Виброзонд (рис. 128, *а*) — это цельнотянутая тонкостенная труба длиной 1 .... 3 м, имеющая на нижнем конце заостренный башмак, а на верхнем — переходник для соединения с бурильными трубами. Конструкция башмака подбирается в зависимости от характера буримых пород, а диаметр его больше, чем у трубы. Угол скоса режущей кромки башмака 15...60°. Саму режущую кромку закаливают или наплавляют твердым сплавом. По всей длине трубы делают одну или две продольные прорези. Через них после извлечения виброзонда на поверхность можно наблюдать строение буримых пород. Эти же прорези служат для облегчения очистки зонда от породы после ее геологического описания. В устойчивых связных глинистых породах применяют виброзонды с одной прорезью с углом выреза 140 ... 160°. Такой вырез позволяет легко очищать зонд от породы. В менее устой-

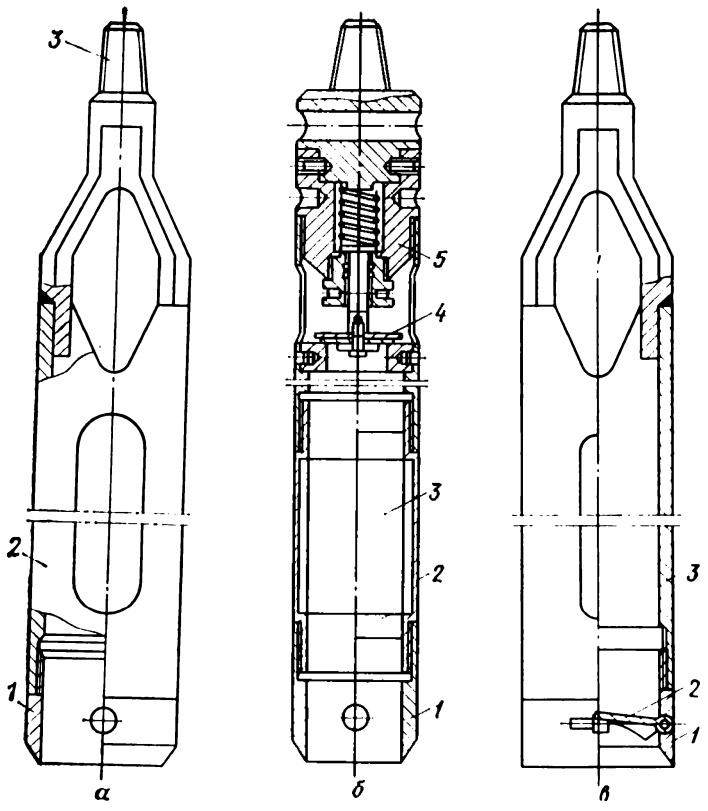


Рис. 128. Породоразрушающий инструмент при вибрационном бурении:

а — виброзонд: *1* — башмак; *2* — труба с окнами; *3* — коническая резьба под штанговый замок; *б* — грунтонос: *1* — башмак; *2* — разъемная труба; *3* — разъемный вкладыш для приема керна; *4* — клапан; *5* — переходник; *в* — виброжелонка: *1* — башмак; *2* — клапан плоский; *3* — труба с окнами.

чивых, но связных породах используют зонды с двумя вырезами, расположенными один против другого.

Для облегчения очистки виброзондов от породы используют разъемные грунтоносы (рис. 128, *б*). Они позволяют отбирать образцы пород с ненарушенной структурой. При извлечении грунтоноса из скважины порода удерживается в разъемной трубе благодаря созданному вакууму.

Слабосвязные (сыпучие и оплывающие) породы бурят виброжелонками (рис. 128, *в*), входное отверстие которых закрыто обратным клапаном. В верхней части виброжелонок есть отверстия для очистки их от породы.

При **ударно-канатном бурении** используют такой же буровой и вспомогательный инструмент, как и на установках УКС-22М и УКС-30М.

При необходимости отбора керна применяют буровой снаряд, позволяющий вести бурение кольцевым забоем. В качестве породоразрушающего инструмента в этом случае используют забивные стаканы, которые изготавливают из обсадных труб диаметром 73, 89, 108, 127, 146, 168, 219 и 273 мм. В нижней части стакана устанавливают башмак (рабочее кольцо) с упрочненной режущей кромкой. На верхней его части имеется резьбовой переходник для соединения с ударной штангой, входящей в буровой снаряд.

В слабосвязных породах используют забивные стаканы, в башмак которых вмонтирован клапан, удерживающий породу от выпадения при подъеме стакана из скважины. Так же, как и виброзонды, забивные стаканы с целью облегчения очистки их от породы делают разъемными.

Контрольные вопросы. 1. В каких случаях применяют бурение скважин без промывки? 2. Когда целесообразно ручное бурение? 3. Каковы преимущества установок комбинированного бурения? 4. Чем отличается установка ЛБУ-50 от УГБ-50М? 5. Как приводятся в действие основные механизмы установки УГБ-50М? 6. Как бурят скважины с помощью установок ЛБУ-50 и УГБ-50М? 7. Как управляют лебедкой установки УГБ-50М? 8. Для каких целей служит гидравлическая система установки УГБ-50М? 9. Как перемещают вращатель установки УГБ-50М? 10. Какой основной рабочий орган у агрегата АВБ-2М? 11. Как поднимают мачту агрегата АВБ-2М? 12. Чем различаются установки БУЛИЗ-15 и УБР-1? 13. Как крепят неглубокие скважины при механическом бурении? 14. Как перемещают установку УБР-1? 15. В чем различаются установки УБР-2 и УБР-1? 16. Каков порядок соединения шнеков? 17. Как выбирают диаметр долота при шнековом бурении? 18. Как отбирают образцы пород при шнековом бурении? 19. Как ликвидируют аварии со шнеками? 20. Для чего предназначены спиральные и ложковые буры? 21. Какой породоразрушающий инструмент используют при вибрационном бурении? 22. В каких случаях используют виброжелонки? 23. Для чего предназначены забивные стаканы?

Глава 8

КОМПРЕССОРНЫЕ СТАНЦИИ

§ 1. Общие сведения

Компрессорные станции применяют при сооружении скважин на воду для снабжения сжатым воздухом эрлифтов во время опытных откачек и бурения скважин большого диаметра с обратной промывкой, а также для бурения скважин с продувкой забоя воздухом. Наибольшее распространение получили передвижные компрессорные станции, состоящие из компрессора, двигателя и вспомогательных устройств, смонтированных на двухосной прицепной тележке с пневматическими шинами. Приводным двигателем может служить как двигатель внутреннего сгорания, так и электрический. На передвижных станциях установлены, как правило, поршневые воздушные компрессоры.

В компрессорах одноступенчатого сжатия (рис. 129, *а*) вращение коленчатого вала компрессора с помощью шатуна преобразуется в возвратно-поступательное движение поршня. При этом поршень перемещается в цилиндре вверх и вниз из одного крайнего положения в

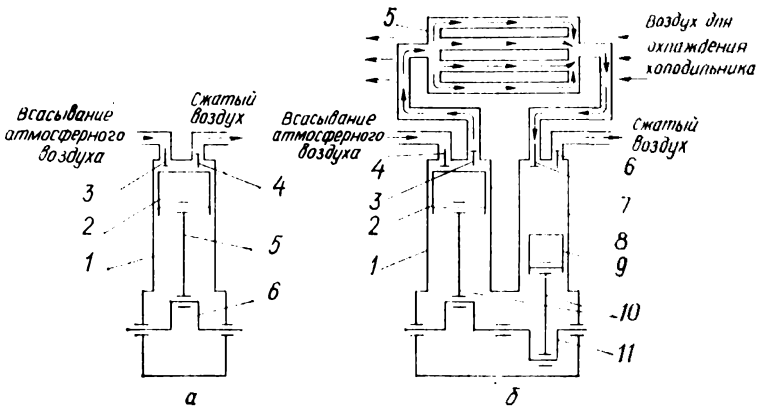


Рис. 129. Схема поршневых воздушных компрессоров:

а — одноступенчатого сжатия: *1* — цилиндр; *2* — поршень; *3* — всасывающий клапан; *4* — нагнетательный клапан; *5* — шатун; *6* — коленчатый вал; *б* — двухступенчатого сжатия; *1, 8*—цилиндры первой и второй ступеней сжатия; *2, 9*— поршни первой и второй ступеней сжатия; *3, 6* — нагнетательные клапаны; *4, 7* — всасывающие клапаны; *5* — холодильник; *10* — шатуны; *11* — коленчатый вал.

другое, которые называют верхней и нижней «мертвыми» точками. В крышке цилиндра расположены автоматические клапаны: всасывающий и нагнетательный.

При движении поршня вниз воздух в цилиндре разрежается и его давление по сравнению с атмосферным снижается. В результате всасывающий клапан открывается и атмосферный воздух через воздушный фильтр засасывается в цилиндр. При движении поршня вверх всасывающий клапан под действием пружины закрывается, всасывание прекращается, а воздух, находящийся в цилиндре, сжимается. Давление в цилиндре возрастает и достигает такого значения, при котором открывается нагнетательный клапан. Сжатый воздух по трубопроводу поступает в воздухосборник. Таким образом, за одно вращение коленчатого вала совершается рабочий цикл компрессора, состоящий из всасывания воздуха при движении поршня вниз, сжатия и нагнетания его при движении поршня вверх.

Максимальное давление воздуха в одноступенчатых компрессорах не превышает 0,5 МПа. Поэтому чаще применяют компрессоры двухступенчатого сжатия (рис. 129, *б*) с рабочим давлением до 0,7 МПа. В этих компрессорах воздух после сжатия в цилиндре первой ступени до 0,2 ... 0,3 МПа поступает во вторую ступень, где сжимается до 0,6 ... 0,7 МПа. При сжатии воздух нагревается, поэтому, прежде чем попасть в цилиндр второй ступени, его охлаждают в промежуточном холодильнике, который, как и цилиндры компрессора, охлаждают вентиляторами коленчатого вала компрессора.

Большинство компрессорных станций снабжено регулятором, автоматически снижающим подачу сжатого воздуха при повышении давления в воздухосборнике. Кроме того, воздушные системы холодильника и воздухосборника оборудованы предохранительными клапанами, срабатывающими при превышении допустимого давления в первой и второй ступенях компрессора.

Поршневыми воздушными четырехцилиндровыми компрессорами двухступенчатого сжатия оборудованы наиболее широко применяемые при сооружении скважин на воду передвижные компрессорные станции ЗИФ-55 (рис. 130), ЗИФ-51, ПКС-5, ДК-9 и ДК-9М.

Компрессорные станции ЗИФ-51, ЗИФ-55 и ПКС-5 обеспечивают подачу (по всасываемому воздуху) 85 л/с при рабочем давлении сжатого воздуха 0,7 МПа, а ком-

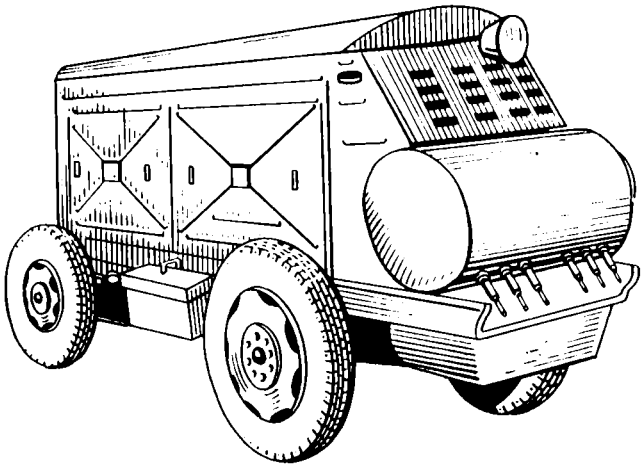


Рис. 130. Передвижная компрессорная станция ЗИФ-55. Позиции даны в тексте.

прессорные станции ДК-9 и ДК-9М — соответственно 150 и 170 л/с при рабочем давлении 0,6 МПа.

В компрессорных станциях ЗИФ-55 и ПКС-5 используют автомобильные шестицилиндровые двигатели, в ЗИФ-51 — электродвигатель, а в станциях ДК-9 и ДК-9М — дизельные двигатели.

Для контроля за работой компрессорных станций установлен щит управления с контрольно-измерительными приборами.

Скорость передвижения компрессорных станций на буксире автомобиля не должна превышать 25 км/ч по шоссе и 12 км/ч по проселочной дороге.

§ 2. Компрессорная станция ДК-9М

Компрессорную станцию ДК-9М (рис. 131) используют чаще других при сооружении скважин на воду.

Она оснащена четырехцилиндровым воздушным поршневым компрессором двухступенчатого сжатия с вертикальным расположением цилиндров. Он состоит из картера, на котором монтируют два блока цилиндров с крышками и клапанами, коленчатого вала с шатунами и поршнями, маслонасоса с маслопроводами, вентилятора и двух воздушных фильтров.

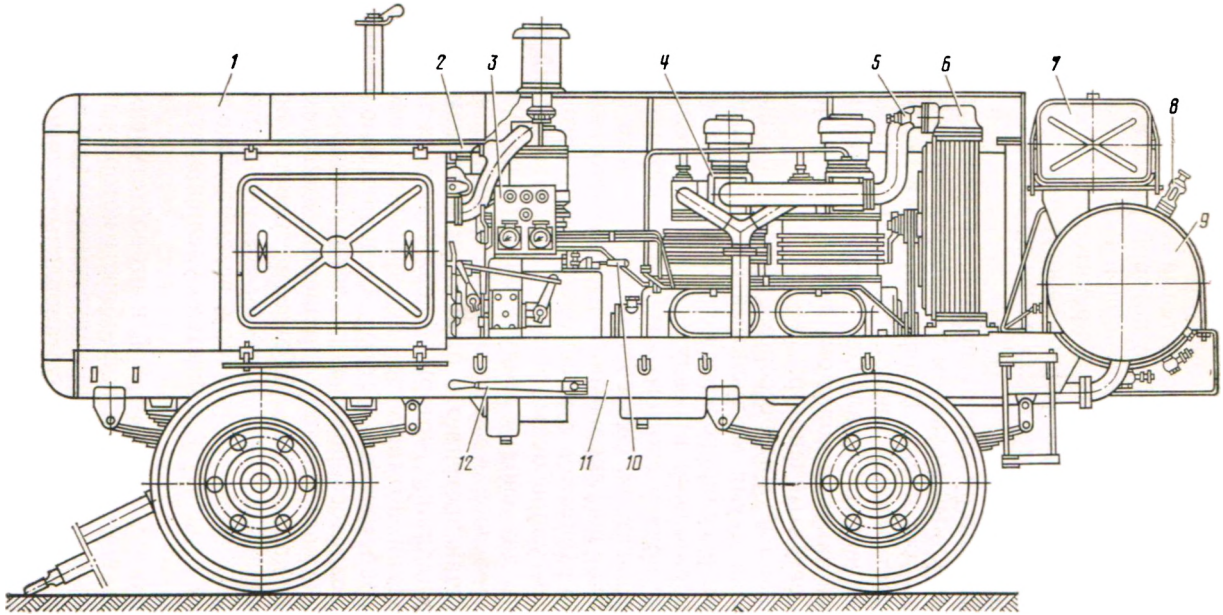


Рис. 131. Передвижная компрессорная станция ДК-9М:

1 — **кузов**; *2* — **приводной двигатель**; *3* — щит приборов; *1* — компрессор; *5* — **предохранительный клапан первой ступени**; *6* — **холодильник**; *7* — **топливный бак**; *8* — **предохранительный клапан второй ступени**; *9* — воздухосборник; *10* — **управление двигателем**; *11* — ходовая часть; *12* — рычаг управления муфтой сцепления.

Блок цилиндров — чугунная отливка (цилиндры первой и второй ступеней) с наружной ребристой поверхностью, служащей для отвода тепла в атмосферу. Сверху его закрывают крышкой, в которой расположены четыре пластинчатых клапана первой и второй ступеней.

Коленчатый вал в картере крепится на трех подшипниках скольжения. Для равномерности его вращения и вывода поршней из «мертвых» точек на коленчатом валу установлен маховик.

Снизу к картеру крепят поддон, закрывающий кривошипно-шатунный механизм и одновременно служащий резервуаром для масла. В передней части поддона расположен шестеренный маслонасос, приводимый во вращение от коленчатого вала компрессора. Нижняя часть маслонасоса закрыта кожухом. Масло из картера поступает через сетчатый фильтр.

Засасываемый компрессором воздух очищается от пыли и песка двумя воздушными фильтрами. Компрессор снабжен регулировочным устройством, которое при повышении давления в воздухосборнике автоматически прекращает подачу сжатого воздуха и снижает частоту вращения двигателя. Оно состоит из сетчатого фильтра, трубопровода, регулировочного и обратного клапанов, отжимных механизмов и пневморегулятора. Его работой управляет регулировочный клапан, срабатывающий при превышении давления в воздухосборнике на 0,65 МПа. В случае превышения давления сжатый воздух через обратный клапан поступает к отжимным механизмам всасывающих клапанов, которые удерживают их в открытом положении. Компрессор прекращает всасывание воздуха и работает вхолостую. Одновременно сжатый воздух из воздухосборника попадает в пневморегулятор, который снижает частоту вращения двигателя. При уменьшении давления до рабочего регулировочный клапан прекращает подачу сжатого воздуха к отжимным механизмам и пневморегулятору, всасывающие клапаны включаются в работу и двигатель увеличивает частоту вращения.

Давление воздуха в первой и второй ступенях контролируют манометры, на циферблаты которых нанесена красная черта максимально допустимого давления. Кроме того, на щите приборов установлены манометры давления масла в смазочной системе компрессора и двигателя, а также указатель температуры воды охлаждающей

системы двигателя. Щит на кронштейне, на котором также смонтированы акселератор двигателя и пневморегулятор, крепится к двигателю.

В компрессоре станции ДК-9М применена воздушная система охлаждения. Сжатый воздух после первой ступени поступает в промежуточный холодильник. Проходя многократно по трубкам холодильника, он охлаждается и поступает в цилиндр второй ступени.

Для накопления и сглаживания колебаний давления сжатого воздуха предназначен воздухосборник, представляющий собой стальной сварной сосуд цилиндрической формы. Отбирают воздух от воздухосборника через раздаточные вентили.

Для выпуска масла и влаги холодильник и воздухосборник имеют специальные продувочные вентили.

§ 3. Эксплуатация компрессорных станций

Перед пуском компрессора проверяют уровень масла в картере, открывают раздаточные и продувочные вентили воздухосборника и холодильника, включают муфту сцепления и, открыв краник топливного бака двигателя, запускают его. Усилие на рычаге управления при нормальной регулировке муфты должно составлять 300... 500 Н.

После пуска компрессора холодильник и воздухосборник продувают 5... 8 мин, работая с открытыми продувочными вентилями. Затем, закрыв их, а также часть раздаточных вентилей воздухосборника, поднимают давление во второй ступени до рабочего. Компрессор работает нормально, если давление в цилиндрах первой и второй ступеней не выше допустимого, а при его повышении открываются предохранительные клапаны, которые должны быть отрегулированы и опломбированы. При закрытых раздаточных вентилях проверяют работу регулировочного устройства и только после этого направляют сжатый воздух потребителям.

Компрессорную станцию необходимо содержать в чистоте, ежедневно осматривать все узлы, немедленно устранять все пропуски воздуха в соединениях, регулярно проверять и подтягивать все болтовые соединения.

Во время работы компрессора следует постоянно следить за показаниями приборов на щите управления. При резком возрастании или снижении давления в цилиндрах

первой и второй ступеней, при появлении стука в кривошипно-шатунном механизме, при сильных сотрясениях и вибрации компрессора работу станции прекращают, выявляют и устраняют неисправности.

Увеличение или уменьшение давления может происходить из-за неисправности всасывающих и нагнетательных клапанов. Стук в кривошипно-шатунном механизме появляется в результате износа шатунных и коренных подшипников коленчатого вала, втулки верхней головки шатуна или ослабления крепления подшипников.

Во время работы станции необходимо следить за исправностью вентилятора и холодильника, так как из-за недостаточного охлаждения компрессор может перегреться. Работа вентилятора зависит от натяжения клиновых ремней, прогиб между которыми при нагрузке в 30...40 Н должен составлять 10...15 мм. При неисправном вентиляторе работать нельзя.

Через каждые 2 ч работы компрессора следует сливать из холодильника и воздухосборника через продувочные вентили скопившиеся масло и воду.

Работа воздушных компрессорных станций с высоким КПД возможна только при своевременной и правильной смазке всех узлов станции. Компрессоры передвижных станций ЗИФ-51, ЗИФ-55 и ПКС-5 смазывают, разбрызгивая масло, заливаемое в картер компрессора.

В компрессорах передвижных станций ДК-9 и ДК-9М применяют комбинированную систему смазки, при которой поршни и цилиндры компрессора смазывают, разбрызгивая масло, находящееся в картере, а подшипники коленчатого вала, шатунов и пальцев поршней — нагнетая масло маслонасосом. Давление в маслосистеме ограничивается редукционным клапаном, перепускающим лишнее масло через сливную трубку обратно в картер.

Масло в картер компрессора заливают через верхнюю пробку до верхней риски масломерного щупа, регулируя его уровень. Работа при уровне масла ниже риски щупа недопустима. Температура масла в картере не должна превышать 80°С. Для смазки компрессора используют компрессорное масло К-12, ГОСТ 1861—73, заменяя его полностью через 100 ч работы компрессора. При недостатке масла в картере может снизиться давление в маслосистеме, что, в свою очередь, приведет к перегреву компрессора и выходу его из строя. Давление масла может уменьшиться также из-за неисправности маслопро-

водов или загрязнения маслопровода, подсоединенного к манометру. В этом случае необходимо проверить и подтянуть соединения, сменить или прочистить трубки маслопроводов.

Остальные узлы компрессорной станции (оси рессор, пальцы передней оси и дышла, поворотные кулаки и подшипники ступиц колес ходовой части станции) смазывают смазкой УСС-1, ГОСТ 4366 — 76 через 300 км пробега, шаровые пальцы головок рулевой тяги — через 500 км, поршни регулировочной системы компрессора — через 500 ч, а подшипники ведомого шкива вентилятора компрессора — через 250 ч работы.

Перед остановкой компрессора открывают продувочные вентили холодильника и воздухосборника, сливая из них масло и воду, затем переводят двигатель на малую частоту вращения, выключают муфту сцепления и останавливают двигатель.

Контрольные вопросы. 1. Какие компрессорные станции применяют при бурении скважин на воду? 2. Почему при бурении скважин на воду используют двухступенчатые компрессоры? 3. Как происходит сжатие воздуха в компрессоре? 4. Для чего служит воздухосборник компрессора? 5. Для чего служат предохранительные клапаны? 6. Как регулируют давление сжатого воздуха в компрессоре передвижной станции ДК-9М? 7. Как охлаждается компрессор станции ДК-9М? 8. Как смазывают компрессор?

Часть II
ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БУРОВЫХ РАБОТ

Глава 1
ВРАЩАТЕЛЬНОЕ БУРЕНИЕ

§ 1. Основные положения об организации буровых работ по сооружению скважин

Скважину на воду сооружают в такой последовательности: монтаж буровой установки и оборудования, механическое бурение, крепление скважины (обсадка и цементация), каротаж скважины, установка фильтровой колонны, разглинизация водоносного горизонта, монтаж и демонтаж эрлифта, пробная откачка, монтаж погружного насоса, демонтаж буровой и оборудования.

Буровая бригада, выполняющая работы по сооружению скважин на воду, состоит из трех звеньев, по 3...4 человека в каждом:

бурильщик (сменный буровой мастер)	5—6-го разряда
помощник бурильщика	4—5-го »
машинист (моторист)	4-го »
буровой рабочий	3-го »

При сокращенной бригаде из состава звена исключают машиниста или помощника бурильщика.

Каждый бурильщик (сменный мастер), кроме выполнения своих непосредственных обязанностей, руководит звеном.

Распределение рабочих операций между рабочими буровой бригады (звена) при сооружении скважины следующее:

Монтажно-демонтажные и транспортно-такелажные работы

Бурильщик	Разбивка мест расположения бурового оборудования, перегон и монтаж агрегата (установка агрегата, подъем мачты, проверка и опробование оборудования), другие работы
Помощник бурильщика	Планировка площадки под буровую установку, установка насоса и глиномешалки, монтаж агрегата, устройство циркуляционной системы, погрузочные и земляные работы

Буровой рабочий	Погрузка и разгрузка оборудования, инструмента и материалов, рытье отстойников и прокладка желобов, загрузка глины и воды в глиномешалку
Машинист	Подготовка агрегата к переезду, монтаж агрегата, устройство базы ТСМ, погрузочные работы
	Бурение
Бурильщик	Управление механизмами бурового агрегата, контроль за режимом бурения
Помощник бурильщика	Контроль за качеством глинистого раствора, спуско-подъемные и другие операции, приготовление глинистого раствора
Буровой рабочий	Спуско-подъемные и другие вспомогательные операции, очистка циркуляционной системы и приготовление глинистого раствора в процессе бурения, уборочные и погрузочно-разгрузочные работы
Машинист	Заправка и смазка двигателей, спуско-подъемные и другие вспомогательные работы
	Крепление скважины
Бурильщик	Осмотр и подбор обсадных труб, управление лебедкой при спуске труб, подготовка скважины к цементации
Помощник бурильщика	Проверка и очистка резьбовых соединений обсадных труб, замер их, спуск труб и подготовка скважины к цементации
Буровой рабочий	Очистка обсадных труб от грязи, спуск обсадных труб
Машинист	Спуск обсадных труб
	Монтаж эрлифта
Бурильщик	Осмотр и подбор воздухопроводных и водоподъемных труб, управление лебедкой при спуске труб
Помощник бурильщика	Проверка и очистка резьбовых соединений воздухопроводных и водоподъемных труб, спуск труб, присоединение арматуры к колонне водоподъемных труб
Буровой рабочий	Спуск воздухопроводных и водоподъемных труб
Машинист	Подготовка компрессора к работе, подключение воздухопроводных труб к компрессору
	Пробная откачка
Машинист	Заправка и смазка двигателя компрессорно-силового блока, контроль за работой компрессора при откачке

При круглосуточной работе буровой бригады (тремя звеньями) важно правильно организовать прием и сдачу смены, чтобы каждый отвечал за порученный ему участок и принимал (или передавал) закрепленный за ним инструмент и инвентарь.

Смену нужно передавать на ходу, во время работы, не прекращая бурения.

Обязанности между членами бригады при передаче смены могут быть распределены примерно так: сменный буровой мастер сдает (принимает) сведения о состоянии скважины, буровой установки, двигателя и насоса; помощник бурильщика передает (принимает) оборудование, основной и вспомогательный инструмент; машинист проверяет состояние двигателя, наличие топлива и смазки; буровой рабочий осматривает циркуляционную систему, проверяет наличие глины и воды для промывки скважины, чистоту буровой установки и подмостка (пола).

Во время бурения и других сопутствующих бурению операций необходимо организовать работу так, чтобы каждый точно знал свои обязанности.

Буровой инструмент и принадлежности размещают так, чтобы при работе с ними затрачивать минимальное время.

Учитывая значительную удаленность объекта работ от базы и постоянного места жительства рабочих, выходные дни членам бригады устанавливают по индивидуальному графику с таким расчетом, чтобы буровые работы не прерывались.

§ 2. Подготовительные работы к бурению скважин. Монтаж и демонтаж буровой установки

Подготовительные работы к бурению скважины начинают с расчистки и планировки площадки для расположения буровой установки и оборудования.

Площадка для буровых установок должна находиться на расстоянии не менее 30 м от ближайших зданий, сооружений, линий электропередачи, шоссейных дорог и т. д. (согласно требованиям техники безопасности). Размеры площадки зависят от типа применяемой установки: для УРБ-3АМ, УРБ-2А они составляют 10×20 м, для 1БА15В — 15×20 м. По углам площадки на расстоянии 15...20 м от оси скважины роют четыре ямы размером 1,2×0,5 м и глубиной 1,2 м, в которые закапывают якоря

под углом 25 ... 30° к вертикали в противоположной от мачты стороне. Якоря представляют собой металлические стержни или деревянные брусья, к которым после установки мачты или вышки крепят растяжки из стального каната, направленные по диагонали квадрата сечения мачты.

Для свободного подъезда автотранспорта к площадке прокладывают дорогу. На расстоянии 20 ... 25 м от устья скважины располагают вагончик или будку для буровой бригады. В 30 ... 40 м от буровой установки устраивают склад топливно-смазочных материалов.

В непосредственной близости от буровой установки и насоса оборудуют циркуляционную систему. Для этого роют приемную емкость 2×2 м или 2×3 м, глубиной 1,5 м, один или два отстойника размером 1×1 м и глубиной 1 м. Приемную емкость и отстойники с устьем скважины соединяют циркуляционными желобами с небольшим уклоном (неглубокие траншеи шириной 40 ... 60 см и глубиной 25 ... 35 см). Иногда желобную систему собирают из деревянных или металлических желобов.

Типовая схема расположения буровой установки, оборудования и циркуляционной системы показана на рисунке 132.

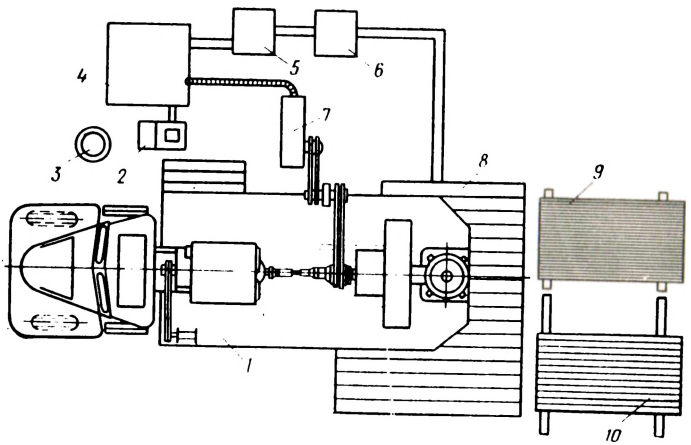


Рис. 132. Типовая схема расположения буровой установки, оборудования и циркуляционной системы:

1 — буровая установка УРБ-3АМ; *2* — глиномешалка; *3* — емкость для воды; *4* — приемная емкость; *5, 6* — отстойники; *7* — буровой насос; *8* — мостики; *9* — бурильные трубы; *10* — обсадные трубы.

Если породы рыхлые, то на месте заложения скважины роют шурф 0,5×0,5 м или 1×1 м, глубиной 1,5... 2 м, в который ставят направляющую трубу для закрепления скважины от обрушения. Трубу центрируют строго по отвесу, чтобы придать вертикальное направление стволу скважины. Пространство между стенками шурфа и направляющей трубой забрасывают битым камнем и заливают цементным раствором.

Верхний конец направляющей трубы должен возвышаться над поверхностью земли не менее чем на 5... 10 см. Если поверхность представлена устойчивыми породами, направляющую трубу не ставят.

Монтаж буровой установки начинают с заземления ее оборудования. Для этого пластинку-заземлитель укладывают на дно отстойника глинистого раствора и засыпают слоем грунта толщиной не менее 100 мм. В качестве заземлителя используют квадратную металлическую пластинку размером 800×800 мм с приваренным к ней отводом из полосовой стали. Отвод заземлителя присоединяют к проушинам, приваренным к раме установки гибким проводом.

Пока установка не заземлена, запуск генератора запрещается.

После осмотра всех механизмов двигатель установки запускают вхолостую для проверки его работы на всех режимах. Затем опробуют механизмы установки на холостом ходу, чтобы убедиться в отсутствии утечек масла, топлива и воды. Если все механизмы работают нормально, приступают к подъему мачты. Сначала ставят ее в рабочее положение, открепляя верхние секции от нижней, и надежно соединяют болтами. К мачте крепят полати, лестницы с ограждениями и оттяжки.

Закончив подъем мачты, вывинчивают домкраты передних ног нижней секции до упора их в деревянные подкладки, предварительно уложенные на землю. Потом закрепляют хомуты, соединяющие ноги мачты с рамой буровой установки. Мачту крепят растяжками к врытым в землю якорям. Натяжение должно быть равномерным, и регулируют его стяжными гайками.

Приводной шкив насоса с контрприводом буровой установки соединяют клиноременной передачей. Привод глиномешалки осуществляют от электродвигателя, получающего питание от генератора установки.

Для большей устойчивости установки и во избежание

вибрации под раму автомобиля ставят переносные домкраты.

Демонтаж буровой установки начинают с опускания мачты, отсоединяя от якорей растяжки, сматывая их и прикрепляя к мачте. Освобождают хомуты, крепящие ноги мачты к раме установки. Мачту складывают в транспортное положение и закрепляют ее хомутами на передней стойке автомобиля. Ведущую трубу с вертлюгом и талевой системой прикрепляют к мачте.

Одновременно демонтируют буровой насос и глиномешалку.

§ 3. Технология бурения скважин вращательным способом без отбора керна

Забуривание скважины и подготовка к бурению. Забуривание скважины ведут с минимальной (первой) частотой вращения снаряда при ограниченной осевой нагрузке на долото и промывкой с расходом 1...1,5 л/с. Углубив скважину на 3...4 м, извлекают долото на поверхность и отсоединяют его от ведущей трубы. Затем в пробуренный ствол скважины опускают направляющую обсадную трубу, центрируют ее и затрубное пространство заливают цементным раствором до устья скважины. Через 12 ч после заливки приступают к дальнейшему бурению скважины.

Если верхняя часть буримых пород сложена неустойчивыми мягкими породами, мощность которых не превышает 5 ... 8 м, скважину забуривают до плотных пород, углубляясь в них на 0,5 ... 1 м, затем устанавливают направляющую трубу.

Бурение. Процесс бурения скважины вращательным способом без отбора керна состоит из спуска бурового снаряда, механического бурения, наращивания бурового снаряда, промывки скважины перед подъемом бурового снаряда, подъема бурового снаряда и замены породоразрушающего инструмента (долота).

Буровой снаряд спускают в скважину следующим образом. Опускают породоразрушающий инструмент (долото) с одной или несколькими утяжеленными трубами (УБТ), за ним — колонну бурильных труб. Затем устанавливают ее на элеватор, снимают штропы с элеватора и соединяют с их помощью талевый блок с вертлюгом-

сальником. Приподнимают ведущую трубу, пропускают ее через отверстие ротора и навинчивают на спущенную бурильную колонну. Включают буровой насос и опускают вращающийся буровой снаряд на забой.

В процессе механического бурения разрушается порода на забое и углубляется ствол скважины.

После углубки ствола скважины на длину рабочей части ведущей трубы (на длину бурильной трубы) наращивают буровой снаряд. Для этого выключают буровой насос, останавливают вращение ротора и с помощью лебедки установки поднимают буровой снаряд до выхода соединения бурильной колонны с ведущей трубой из ротора. Затем под замок бурильной трубы ставят элеватор, опускают колонну бурильных труб на ротор и отвинчивают ведущую трубу. Потом отводят ее в сторону, а на колонну бурильных труб навинчивают еще одну заранее подготовленную бурильную трубу. После этого колонну опускают в скважину, навинчивают ведущую трубу, включают буровой насос и ротор, спускают буровой снаряд на забой и продолжают бурение. Бурение ведут до тех пор, пока механическая скорость углубки бурового снаряда не начнет резко уменьшаться вследствие износа долота.

Перед подъемом бурового снаряда скважину промывают без углубки для очистки забоя и ствола скважины от разбуренной породы (шлама). Поднимают его в последовательности, обратной спуску, то есть сначала отвинчивают и отводят в сторону ведущую трубу, а затем поднимают из скважины бурильную колонну, развинчивая трубы и извлекая утяжеленные бурильные трубы с долотом. Долото заменяют новым, вновь опускают буровой снаряд и продолжают бурение.

Под технологическим режимом бурения понимают совокупность параметров, характеризующих работу породоразрушающего инструмента, то есть скоростные и качественные показатели бурения, связанные с разрушением горных пород на забое скважины.

Режим бурения выбирают в зависимости от геологических условий и физико-механических свойств буримых пород, от типа и диаметра породоразрушающего инструмента, от качества и состояния оборудования и инструмента, а также от глубины скважины и целей бурения.

Оптимальный режим бурения — это технологический

режим бурения, обеспечивающий получение наилучших технико-экономических показателей бурения.

Рациональный режим бурения устанавливают с учетом технических возможностей бурового оборудования и инструмента.

Специальный режим бурения применяют для получения заданных качественных показателей бурения или для решения специальных задач (бурение в зонах геологических осложнений, на контактах твердых и мягких пород в водоносных горизонтах, намеченных для дальнейшей эксплуатации). При специальном режиме бурения, как правило, скорость бурения снижают, но скважина сооружается высокого качества. Для этого буровой мастер должен поддерживать режим бурения, установленный на основании проектного геологического разреза данной скважины, который обеспечит не только наилучшие технико-экономические показатели бурения, но и высокое качество.

При вращательном бурении основными параметрами являются осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент, частота вращения бурового снаряда и расход очистного агента.

Осевая нагрузка определяет силу, приложенную по оси бурового снаряда к породоразрушающему инструменту.

При бурении роторным способом она создается или от суммарной массы бурового снаряда, или от части его массы (при бурении с разгрузкой).

Разгрузка веса от бурового снаряда происходит в результате натяжения рабочего каната буровой лебедки, при котором бурильные трубы испытывают растяжение, а нагрузку на долото создает лишь масса утяжеленных бурильных труб.

Осевую нагрузку, приходящуюся на 1 см диаметра породоразрушающего инструмента, называют удельной нагрузкой.

Повышение осевой нагрузки на долото, как правило, способствует увеличению механической скорости бурения. Однако при возрастании нагрузки на долото необходимо учитывать прочность бурильных труб, соотношение между диаметрами долота и бурильных труб, возможность искривления скважины, а также расход промывочной жидкости, подаваемой на забой. Промывка с малой подачей воды насосом снижает эффект увеличения на-

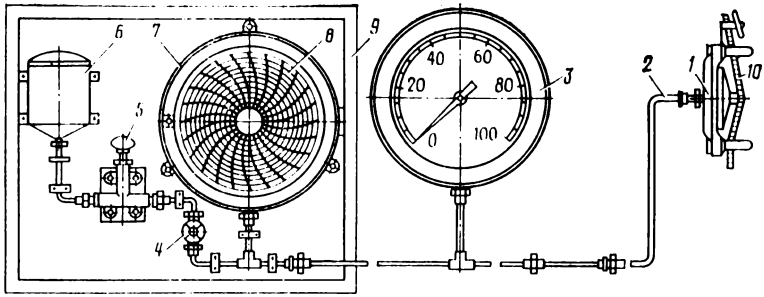


Рис. 133. Схема гидравлического индикатора веса:
1 — трансформатор давления; *2* — медные трубки; *3* — манометр показывающий; *4* — дроссель; *5* — насос; *6* — резервуар для жидкости; *7* — манометр регистрирующий; *8* — картограмма; *9* — шкаф; *10* — канат.

грузки, так как раздробленная порода не полностью выносится с забоя и долото перемалывает шлам, мешающий зубьям долота внедряться в забой скважины. Поэтому при бурении скважины буровой мастер особое внимание должен обращать на поддержание заданной осевой нагрузки.

Осевую нагрузку в процессе бурения скважины измеряют гидравлическими индикаторами веса. При бурении передвижными и самоходными установками применяют индикаторы веса ГИВД-1 (рис. 133) при глубине скважин до 400 м и ГИВ-2 при большей глубине.

Шкаф с регистрирующим манометром и насосом подвешивают на двух стойках, врытых в землю и не связанных с рамой установки (в противоположной стороне от поста бурильщика).

Показывающий манометр укрепляют на врытом в землю столбе с правой стороны лебедки на высоте 2,5 ... 3 м, в поле зрения бурильщика. Трансформатор давления крепят на неподвижном конце талевого каната, на 0,5 м выше показывающегося манометра.

Неподвижный конец каната на всем протяжении от кронблока до места крепления должен проходить свободно, не задевая за мачту или раму станка.

Для проверки герметичности системы заполняют жидкостью бачок индикатора веса на $^3/_4$ его высоты пресной (желательно кипяченой) отфильтрованной водой, содержащей 1 % хромпика для защиты от коррозии. В зимнее время используют водный раствор денатурированного этилового спирта. Перед началом работы заво-

дят часы, устанавливают диаграмму и заполняют перо чернилами. По картограмме самопишущего манометра индикатора веса можно установить баланс рабочего времени, то есть продолжительность бурения и других работ.

Осевую нагрузку на долото регулируют в зависимости от буримых пород, типа долота и степени его износа. В начале бурения, когда долото не сработано, удельная осевая нагрузка должна быть для шарошечных долот меньше 2 ... 2,5 кН, а для лопастных — меньше 0,5 ... 1 кН. Чтобы обеспечить постоянную удельную нагрузку на долото, по мере его износа осевую нагрузку увеличивают: для шарошечных 2,5 ... 4 кН, для лопастных 1 ... 2 кН на 1 см диаметра долота. При бурении твердых пород осевую нагрузку увеличивают до максимальной, а при переходе с твердых пород к мягким уменьшают на 50 %.

До приработки опор новых шарошечных долот первые 5 ... 10 мин бурить нужно при уменьшенной осевой нагрузке.

Частота вращения бурового снаряда определяется частотой вращения ротора буровой установки в единицу времени (обычно в минуту).

Современные буровые установки, применяемые для бурения скважин на воду, УРБ-3АМ, УРБ-2А и буровой агрегат 1БА15В имеют три прямые частоты вращения ротора и одну обратную. При оптимальной частоте вращения бурового снаряда (3,3 ... 5,0 $с^{-1}$) получают наилучшие результаты бурения. Поэтому буровой мастер должен полностью использовать максимальные частоты вращения ротора при бурении скважин на воду.

Частоту вращения ротора снижают при увеличении диаметра долота, уменьшении диаметра бурильных труб, повышении абразивности пород, переходе из пласта меньшей твердости в пласт большей твердости и при бурении чередующихся пластов небольшой мощности.

Расход очистного агента — объем промывочной жидкости (глинистого раствора, воды), подаваемой на забой скважины в единицу времени (в минуту, секунду), которая предназначена для выноса частиц разбуриваемой породы и очистки забоя скважин во время бурения, а также охлаждения породоразрушающего инструмента и поддержания устойчивости ствола скважины при бурении в рыхлых породах. Чем больше промывочной жид-

кости подается на забой, тем выше скорость восходящего потока в затрубном пространстве, тем интенсивнее очищается забой скважины от выбуренной породы (шлама) и эффективнее работа долота на забое.

При низкой скорости восходящего потока жидкости, вследствие недостаточной подачи насоса, крупные частицы породы не выносятся на поверхность, а оседают на забой. При этом зубья долота слабо внедряются в породу забоя и в основном размалывают крупные частицы шлама до мелких фракций, в результате чего резко снижается механическая скорость бурения. При бурении скважин на воду скорость восходящего потока жидкости (глинистого раствора) в затрубном пространстве скважины должна быть не менее 0,25 ... 0,5 м/с.

Подачу насоса, необходимую для нормальной циркуляции промывочной жидкости, подсчитывают по формуле

$$Q = vF,$$

где Q — подача насоса, м³/с; v — скорость восходящего потока промывочной жидкости, м/с; F — площадь кольцевого сечения (затрубного пространства) скважины (м²), определяемая по формуле

$$F = 0{,}785\left(D^2 - d_{\text{н}}^2\right),$$

где D — диаметр скважины, м; $d_{\text{н}}$ — наружный диаметр бурильных труб, м.

При недостаточной подаче бурового насоса, чтобы получить необходимую скорость восходящего потока промывочной жидкости, бурят с уменьшенной осевой нагрузкой, периодически промывая забой в течение нескольких минут без углубления скважины (при холостом вращении бурового снаряда).

При бурении мягких пород расход промывочной жидкости должен быть больше, чем при бурении твердых.

Породоразрушающий инструмент. В практике бурения скважин на воду вращательным способом применяют различный породоразрушающий инструмент: пикобуры, лопастные, ступенчатые и шарошечные долота. Тип породоразрушающего инструмента (долота) влияет на качественные и количественные показатели бурения.

Наибольшую скорость бурения в рыхлых и неплотных песчано-глинистых породах при условии подачи необходимого расхода промывочной жидкости на забой

обеспечивают пикобуры. При ограниченной подаче промывочной жидкости на забой рационально применять лопастные долота. Наиболее распространены трехшарошечные долота.

Режим бурения в различных геологических условиях. Скважины бурят в различных геологических и гидрогеологических условиях, поэтому выбор режима бурения зависит от физико-механических свойств пород и условий их залегания.

Ниже рассмотрены режимы бурения для наиболее характерных условий:

1. В рыхлых породах (песок, гравий, галечник) бурение следует вести лопастными или трехшарошечными долотами М и МС с самоочищающимися шарошками, которые имеют высокий зуб и крупный шаг, при удельной нагрузке на лопастное долото 0,5...1 кН, а на трехшарошечное 1...1,5 кН при частоте вращения бурового снаряда 2,5 ... 3,3 $с^{-1}$, расходе промывочной жидкости 5 л/с и более.

При наличии плывунов в разрезе скважины ствол ее во избежание обвалов и прихвата бурового снаряда проходят как можно быстрее без перерывов.

2. В глинистых и полускальных породах (глины, суглинки, мергели, мел и т. п.), обладающих вязкостью и пластичностью, бурят в основном трехшарошечными долотами МС и С при удельной нагрузке на долото 1,5 ... 2 кН, частоте вращения снаряда 2,5 ... 4,0 $с^{-1}$, расходе промывочной жидкости 5 ... 8 л/с.

При бурении в мощных пластах вязкой глины для промывки следует применять воду. Циркулируя в скважине и смешиваясь с частицами глины, она образует естественный глинистый раствор.

3. В скальных породах (песчаники, известняки, доломиты, сланцы и т. п.) бурят трехшарошечными долотами СТ и Т при удельной нагрузке на долото 2,5 ... 3 кН, частоте вращения снаряда 2,5 ... 3,3 $с^{-1}$, расходе промывочной жидкости 5 ... 6 л/с.

При бурении в твердых и абразивных породах осевую нагрузку на долото увеличивают до 5 кН.

Водоносные горизонты в устойчивых сильнотрещиноватых скальных породах необходимо проходить с промывкой водой, причем допускается полное или частичное поглощение промывочной жидкости.

§ 4. Промывка скважин

При роторном бурении скважин на воду в качестве промывочной жидкости для плотных устойчивых пород обычно применяют воду, для слабосвязных, рыхлых и разрушенных пород — глинистый раствор, для твердых пород (для снижения их твердости) и в условиях многолетней мерзлоты — водные растворы минеральных солей. Промывочная жидкость очищает забой от частиц разбуренной породы и выносит их на поверхность, охлаждает породоразрушающий инструмент, удерживает рыхлые стенки скважины от обрушения.

Количество промывочной жидкости, требуемой для бурения одной скважины, можно определить следующим образом:

при работе в нормальных условиях

$$Q = 2Q_c;$$

при работе без циркуляции промывочной жидкости

$$Q = Q_c + Q_{oc} + Q_n,$$

где Q — количество промывочной жидкости, м³; Q_c — объем скважины проектной глубины, м³; Q_{oc} — объем очистной системы, принимаемый в зависимости от геологических условий и глубины скважины 3...8 м³; Q_n — объем потерь промывочной жидкости, как правило, принимаемый 3...6 % объема скважины, м³ (исключая катастрофические поглощения).

Глинистый раствор состоит из воды и глины, которые в результате механического перемешивания образуют глинистую смесь. Для приготовления глинистого раствора лучше применять глины, не содержащие большого количества солевых примесей, например бентонитовые глины, но они встречаются редко и дороже обычных местных (каолинитовых) глин. Поэтому порошкообразную бентонитовую глину добавляют к местным глинам для улучшения качества глинистого раствора.

Для глинистого раствора рекомендуется применять пресную мягкую воду. В тех случаях, когда используют морскую или жесткую воду, ее необходимо смягчать.

Свойства глинистых растворов зависят от содержания в них глинистых частиц и их размеров.

Глинистые растворы, приготовленные из качественных глин с малым содержанием или полным отсутствием солей, обладают свойствами коллоидных растворов. В коллоидном растворе частицы состоят из многих мо-

лекул, и качество его зависит от степени раздробленности растворенных частиц. Чем мельче они раздроблены, тем дольше коллоидный раствор сохраняется, не изменяя своих свойств. Коллоидный глинистый раствор, находясь в состоянии покоя, постепенно превращается в густую массу, которая при перемешивании или движении снова становится жидкостью. Это свойство раствора называют тиксотропией. Тиксотропные свойства глинистого раствора имеют большое практическое значение.

При прекращении циркуляции раствор загустевает и частицы выбуренной породы остаются во взвешенном состоянии, что предохраняет буровой снаряд от прихвата.

Однако при большой тиксотропии увеличивается вязкость глинистого раствора, затрудняется прокачка его буровым насосом и ухудшается очистка раствора от частиц выбуренной породы. Поэтому глинистый раствор должен обладать такой тиксотропией, при которой он легко превращается в подвижную жидкость во время прокачки и быстро восстанавливает первоначальную структуру (студенистую массу) при прекращении циркуляции.

При бурении слабосвязных пористых пород существенное значение имеет способность глинистого раствора глинизировать (кольматировать) стенки скважины.

Процесс глинизации проходит следующим образом. Под гидростатическим давлением столба жидкости в скважине свободная вода из циркулирующего глинистого раствора фильтруется через пористые породы стенок скважины. Мелкие частицы глины вместе с водой проникают в поры и трещины породы, а более крупные остаются на поверхности стенок скважины, образуя глинистую корку.

Растворы, содержащие крупные частицы породы, то есть малоколлоидные, образуют на стенках скважины рыхлую корку, сужая ее ствол. Малоустойчивая глинистая корка часто обрушивается со стенок скважины, нарушая устойчивость слабосвязных пород и образуя сальники. Все это может привести к прихватам бурового снаряда.

Коллоидный глинистый раствор создает на стенках скважины тонкую, но очень плотную и устойчивую корку, через которую вода из раствора почти не фильтруется. Она укрепляет стенки скважины и позволяет бу-

рить большие интервалы неустойчивых, слабосвязных пород без крепления их обсадными трубами.

Плотность, вязкость, содержание песка и водоотдача определяют качество глинистых растворов.

Плотность γ — это масса 1 см^3 раствора в граммах (г/см^3). Плотность глинистого раствора характеризует концентрацию глины в растворе и определяет гидростатическое давление промывочной жидкости на забой и стенки скважины. Глинистый раствор должен иметь плотность 1,05...1,30 г/см^3, в зависимости от буримых пород.

В полевых условиях плотность глинистого раствора измеряют ареометром АГ-2 (рис. 134, *а*). На цилиндрической части поплавка ареометра нанесены две градуированные шкалы *1*, по левой измеряют плотность от 0,9 до 1,7, а по правой — от 1,6 до 2,4 г/см^3.

При определении плотности глинистого раствора левой рукой держат стакан *3*, а правой снимают поплавок *2*, закрепленный при помощи двух штифтов. Затем в стакан *3* наливают глинистый раствор до контрольных отверстий, прикрепляют поплавок к стакану и, смыв с поверхности ареометра глинистый раствор, погружают его в ведро с чистой пресной водой. По левой шкале ареометра делают отсчет. Деление, до которого погрузился ареометр, соответствует плотности глинистого раствора.

Если ареометр опустился ниже деления 1,7 на левой шкале, то его вынимают, отвинчивают грузик *4* и вновь опускают в ведро с водой. В этом случае для снятия отсчета показаний плотности пользуются правой шкалой.

После определения плотности раствора ареометр разбирают, промывают водой, протирают или просушивают и вновь собирают, не забыв привинтить грузик *4*.

Правильность показаний ареометра проверяют измерением плотности воды, заливая в стакан вместо глинистого раствора пресную воду. Исправный ареометр, погруженный в ведро с водой, должен показывать на левой шкале единицу.

Условная вязкость характеризует способность глинистого раствора выносить частицы разбуренной породы (шлам) с забоя и удерживать их во взвешенном состоянии при остановке циркуляции.

Истинную вязкость в полевых условиях замерить трудно, так как необходимы специальные приборы. Поэтому вязкость глинистого раствора при бурении услов-

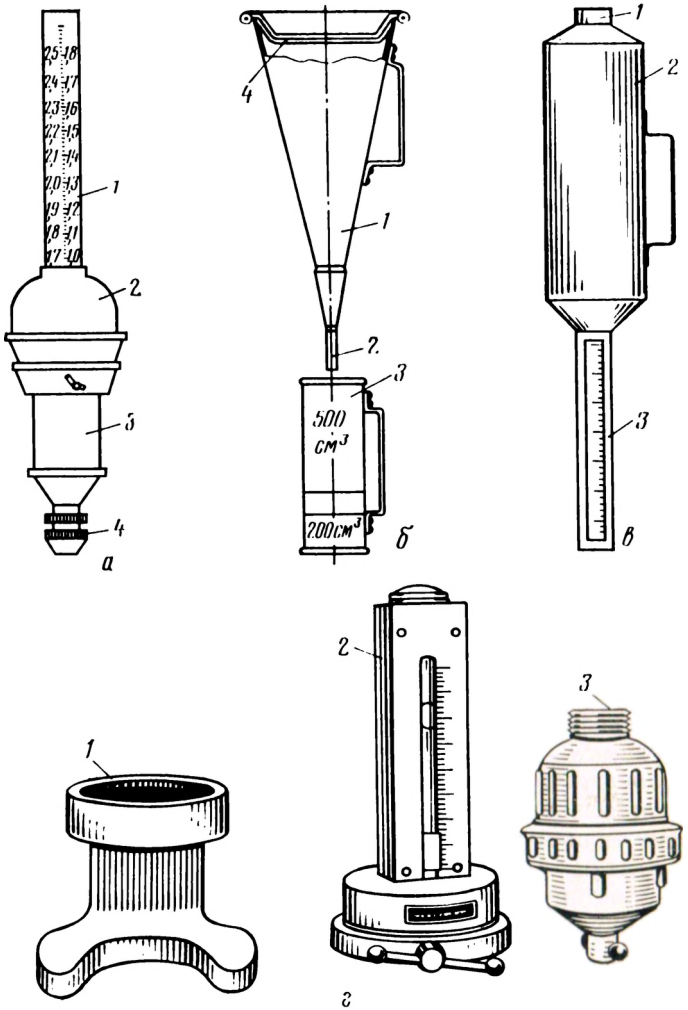


Рис. 134. Приборы для контроля глинистого раствора:

а — ареометр АГ-2: *1* — градуированная шкала; *2* — поплавок; *3* — стакан; *4* — съемный грузик; *б* — стандартный полевой вискозиметр СПВ-5 с мерной кружкой: *1* — воронка; *2* — насадок; *3* — мерная кружка; *4* — сетка; *в* — отстойник ОМ-2: *1* — стаканчик вместимостью 50 см³; *2* — металлический цилиндр вместимостью 500 см³; *3* — стеклянная мензурка с делениями; *г* — прибор для определения водоотдачи ВМ-6: *1* — кронштейн; *2* — узел напорного цилиндра; *3* — фильтрационный стакан.

но измеряют временем (с) истечения определенного объема раствора через калиброванную трубку соответствующего диаметра.

Условную вязкость раствора определяют стандартным полевым вискозиметром СПВ-5 (рис. 134, *б*), к которому прилагается мерная кружка *3*, разделенная перегородкой на две части объемом 200 и 500 см³, сетка *4* и секундомер. Для определения вязкости указательным пальцем закрывают отверстие трубки вискозиметра и наливают через сетку в воронку из кружки сначала 500, потом 200 см³ глинистого раствора. Затем под воронку подставляют кружку с той стороны, где вместимость 500 см³, и отнимают палец от отверстия трубки, одновременно включая секундомер. Когда мерная кружка наполнится, отверстие трубки закрывают пальцем и останавливают секундомер. Время наполнения (с) определяет условную вязкость глинистого раствора.

Обычно используют глинистые растворы с условной вязкостью от 18 до 35 с. При бурении по трещиноватым породам вязкость раствора доводят до 40...50 с и более, вплоть до состояния «не течет».

Вискозиметр периодически проверяют, наливая в него вместо глинистого раствора чистую воду. У исправного вискозиметра время истечения из воронки 500 см³ воды 15 с. После определения вязкости глинистого раствора вискозиметр промывают чистой водой, а трубку продувают.

Содержание песка в глинистом растворе характеризует загрязненность раствора песком и частицами разбуренных пород. Примесь песка и других крупных инертных частиц снижает качество глинистого раствора. Содержание песка в глинистом растворе увеличивается во время бурения, особенно при прохождении песков и песчаников, в результате обогащения раствора частицами разбуренной породы.

Большое содержание песка в глинистом растворе увеличивает износ деталей насоса, вертлюга и бурильных труб, а также приводит к прихвату бурового снаряда. Содержание песка (%) в глинистом растворе определяют с помощью отстойника ОМ-2 (рис. 134, *в*). Для определения содержания песка в отстойник из стаканчика *1* заливают 50 см³ глинистого раствора, а затем 450 см³ чистой воды до уровня отверстия в верхней части отстойника. Закрыв отстойник крышкой, его энергично

встряхивают и ставят вертикально, одновременно включив секундомер. Через 1 мин по делениям мензурки *3* находят объем осадка (см³), удвоенный объем которого дает содержание песка в глинистом растворе, выраженное в процентах к объему пробы промывочной жидкости. Содержание песка в глинистом растворе должно быть не более 4 %.

После определения содержания песка отстойник промывают чистой водой.

Водоотдача показывает способность глинистого раствора отдавать свободную воду пористым породам, в результате чего на их поверхности образуется глинистая корка и происходит глинизация стенок скважины. При высокой водоотдаче раствора снижается устойчивость стенок скважины. Глинистые растворы с низкой водоотдачей обеспечивают безаварийное бурение и способствуют в дальнейшем успешной разглинизации водоносных горизонтов. Глинистый раствор с низкой водоотдачей получают из качественной, хорошо измельченной глины и мягкой воды.

Водоотдача измеряется объемом воды, отфильтровавшимся в течение 30 мин из 100 см³ глинистого раствора через бумажный фильтр под избыточным давлением 10 Па. Как правило, для бурения используют глинистый раствор с водоотдачей не более 25 см³ за 30 мин.

Глинистый раствор, применяемый для вскрытия водоносного горизонта, намеченного к последующей эксплуатации, должен иметь водоотдачу не более 10 см³ за 30 мин. В осложненных условиях бурения по рыхлым, неустойчивым, а также набухающим породам для предупреждения обвалов и прихватов снаряда водоотдачу глинистого раствора снижают химической обработкой до 5...6 и даже 2...3 см³ за 30 мин.

Водоотдачу обычно измеряют прибором ВМ-6 в лабораторных условиях при централизованном снабжении буровых установок глинистым раствором (рис. 134, *г*). Качество глинистых растворов контролируют также с помощью передвижной лаборатории ЛГР-2, размещенной в специальном автобусе КАЗ-663, установленном на шасси грузового автомобиля ГАЗ-63Е повышенной проходимости. Лаборатория оборудована водопроводом, электроосвещением, лабораторным и письменным столами, а также различными приборами и приспособлениями.

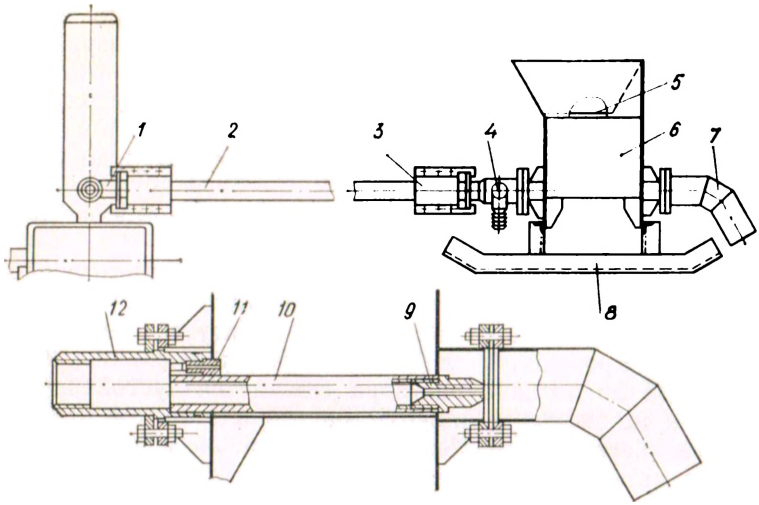


Рис. 135. Гидравлический смеситель:

1 — наконечник нагнетательного шланга; *2* — шланг нагнетательный; *3* — хомут; *4* — кран перепускной; *5* — решетка; *6* — смеситель; *7* — отводной патрубок; *8* — основание; *9* — насадок; *10* — труба; *11* — распылитель; *12* — корпус распылителя.

Приготовление глинистого раствора непосредственно на скважине может быть проведено гидравлическим или механическим способом.

При гидравлическом способе приготовления глинистого раствора применяют специальные гидросмесители (рис. 135). Вода к глиносмесителю, подаваемая буровым насосом по нагнетательному шлангу, направляется в смеситель и, вырываясь с большой скоростью из насадка, перемешивается с порошковой глиной, которую засыпают через решетку в смеситель, где она увлажняется водой, подаваемой из распылителя.

Механический способ заключается в перемешивании порошковой или комковой глины с водой в глиномешалках. Механические глиномешалки бывают вертикальные и горизонтальные, одно- и двухвальные вместимостью от 0,3 до 4 м^3. Привод глиномешалки осуществляется от электродвигателей или от трансмиссии буровой установки с помощью плоскоременных или клиноременных передач.

При бурении скважин на воду чаще пользуются горизонтальными двухвальными глиномешалками ГМЭ-

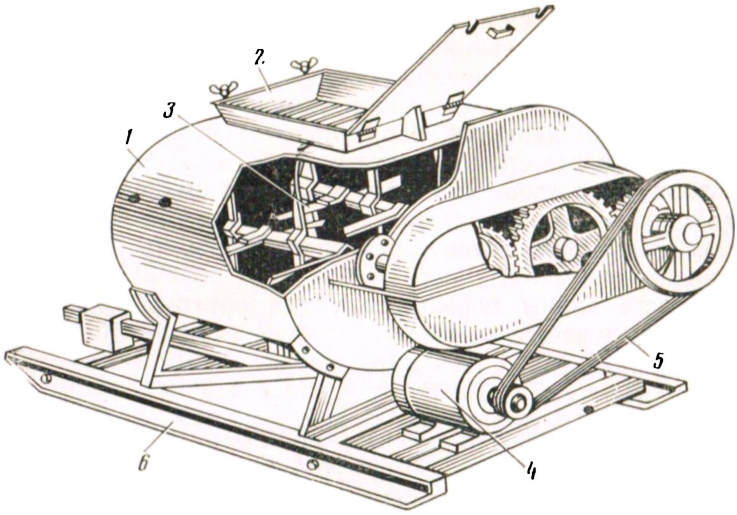


Рис. 136. Глиномешалка ГМЭ-0,75:
1 — барабан; *2* — люк; *3* — лопасти; *4* — электродвигатель; *5* — клиноременная передача; *6* — рама.

0,75 вместимостью 0,75 м³ (рис. 136). Глиномешалка представляет собой овальной формы барабан *1*, внутри которого вращаются в разные стороны два параллельно расположенных вала с закрепленными на них стальными лопатками *3*, перемешивающими глину с водой. В работу глиномешалка приводится от электродвигателя *4* мощностью 2,8 кВт через клиноременную передачу *5*. Корпус глиномешалки и электродвигатель смонтированы на общей раме.

Для приготовления глинистого раствора в глиномешалку заливают чистую пресную воду на $^1/_2$...$^1/_3$ ее объема и засыпают необходимую массу глины в виде комков размером не более 3..*4* см. Для улучшения качества глинистого раствора глину желательно замачивать в воде или в 0,1 %-ном растворе кальцинированной соды за 16...24 ч до загрузки в глиномешалку. Загружать в глиномешалку мерзлую глину нельзя, необходимо ее предварительно отогреть. После загрузки включают привод глиномешалки и глину перемешивают с водой в течение 30...35 мин, в зависимости от качества глины. Через 5... 10 мин после перемешивания, не останавливая вращения

вала, в глиномешалку доливают воду до загрузочного люка. Для получения необходимого качества в приготавливаемый раствор периодически добавляют химические реагенты. По окончании замешивания выключают привод глиномешалки, берут пробу раствора и определяют основные его параметры. Приготовленный и опробованный раствор сливают в приемную емкость. Во время работы глиномешалки запрещается проталкивать глину в ее люк, снимать решетку и брать пробу раствора через люк.

Масса глины, необходимая для приготовления 1 м³ глинистого раствора, равна

$$m_г = \frac{\gamma_г(\gamma_{гр} - \gamma_в)}{\gamma_г - \gamma_в},$$

где $m_г$ — масса глины, т; $\gamma_г$ — плотность глины, т/м³; $\gamma_{гр}$ — заданная плотность глинистого раствора, т/м³; $\gamma_в$ — плотность воды, т/м³.

Плотность глины в неразрушенном состоянии изменяется от 2,2 до 2,8 т/м³, а в раздробленном — от 1,65 до 1,9 т/м³, плотность пресной воды равна 1 т/м³, морской — 1,03 т/м³.

Разделив массу глины, подсчитанную по формуле, на ее плотность в раздробленном состоянии, можно получить расход комковой глины (м³) на 1 м³ раствора.

Пример. Определить необходимый расход глины в раздробленном состоянии и пресной воды для приготовления 1 м³ глинистого раствора плотностью 1,1 т/м³. Плотность глины для приготовления раствора в неразрушенном состоянии 2,6 т/м³, в раздробленном — 1,9 т/м³.

Масса глины в неразрушенном состоянии равна $m_г = 2{,}6(1{,}1 - 1{,}0)/2{,}6 - 10 \approx 0{,}16$ т.

Расход глины в раздробленном состоянии $Q_г = 0{,}16 : 1{,}9 = 0{,}084$ м³.

Расход воды $Q_в = 1 - 0{,}084 = 0{,}916$ м³ = 916 л.

Очистка глинистого раствора от шлама (частиц разбуренной породы) осуществляется циркуляционной системой, обеспечивающей замкнутое движение промывочной жидкости при бурении скважины.

Длина желобов циркуляционной системы, предназначенных для очистки промывочной жидкости и транспортирования ее от устья скважины к отстойникам и приемной емкости, должна составлять 15...20 м. Для лучшей очистки раствора по дну желоба через 1,5...2 м устанавливают перегородки высотой 15...18 см. Из желобов раствор поступает в отстойники, где он окончательно очищается от шлама.

Желоб циркуляционной системы и отстойник необходимо регулярно чистить.

В процессе бурения систематически проверяют качество глинистого раствора, отбирая 2...3 раза в смену пробы входящего и выходящего из скважины раствора, и в полевых условиях измеряют плотность, вязкость раствора и содержание песка в нем.

При прохождении мощных пластов глин глинистый раствор обогащается частицами глины, увеличивая свою вязкость и плотность. В этом случае выходящий из скважины раствор разбавляют чистой водой.

Обработка химическими реагентами глинистого раствора проводится для получения необходимого качества его и сохранения свойств при бурении. Химическая обработка глинистых растворов может быть первичной и вторичной.

При первичной обработке раствору придают свойства, необходимые для бурения в конкретных условиях, при вторичной восстанавливают свойства раствора, утраченные при бурении (влияние растворимых пород, минерализованных вод и других факторов).

Глинистый раствор при бурении скважин на воду обрабатывают следующими химическими реагентами и их смесями.

Кальцинированная сода (Na_2CO_3) — порошок белого цвета, применяется для обработки растворов, приготовленных из низкосортных местных глин, для снижения жесткости воды, а также защищает раствор от влияния солей кальция.

В концентрации 1...1,5 % ее можно использовать для уменьшения водоотдачи и толщины глинистой корки, 3... 3,5 % — для повышения вязкости и прочности структуры раствора. Дальнейшее увеличение концентрации кальцинированной соды в растворе приводит к резкому снижению его вязкости и возрастанию водоотдачи. Добавляют кальцинированную соду в циркулирующий раствор в виде водного раствора 10...15 %-ной концентрации. Допускаемая дозировка — 3...10 кг на 1 м^3 раствора. Оптимальная концентрация кальцинированной соды в глинистом растворе для конкретных условий определяется опытным путем.

Каустическая сода (NaOH), или едкий натр, представляет собой плотное твердое вещество белого цвета с зеленоватым оттенком. Перевозят ее массой по 200 кг

в бочках или в жидком виде в цистернах. Каустическая сода обладает большей щелочностью, чем кальцинированная. Она очень опасна, так как разъедает кожу и одежду, поэтому при работе с ней надевают предохранительные очки и резиновые перчатки.

На глинистый раствор каустическая сода действует аналогично кальцинированной. Добавляют ее в циркулирующий глинистый раствор в жидком виде (плотность 1,4...1,5 г/см³), 2...5 л на 1 м³ раствора.

Жидкое стекло ($Na_2O \cdot nSiO_2$) — коллоидный раствор силиката натрия, вязкая жидкость желто-серого цвета. Применяют для повышения вязкости глинистого раствора. Жидкое стекло вливают в глинистый раствор, тщательно перемешивая, из расчета 20...30 кг на 1 м³ раствора. При добавлении жидкого стекла плотность глинистого раствора значительно увеличивается.

Углещелочной реагент (УЩР) приготовляют из измельченного сухого бурого угля, каустической или кальцинированной соды и воды.

На месте проведения буровых работ УЩР готовят так. В глиномешалку на половину ее объема заливают воду, загружают соду и, включив привод, при перемешивании засыпают уголь. Через 2 ч доливают воду до полного объема и перемешивают еще 20...30 мин. Затем готовый реагент сливают в емкость и выдерживают 24 ч. Обычно на 1 м³ воды засыпают 20 кг соды и 200 кг угля.

Жидкий углещелочной реагент 5...20 %-ной концентрации вливают в циркулирующий глинистый раствор. УЩР в виде пасты вводят в глиномешалку при приготовлении глинистого раствора. Дозировка УЩР при обработке глинистого раствора 20...25 % по массе от объема глинистого раствора.

Торфощелочной реагент (ТЩР) состоит из торфа, каустической соды и воды. Соотношение составных частей, способ приготовления и дозировка аналогичны углещелочному реагенту.

Углещелочные и торфощелочные реагенты снижают водоотдачу, вязкость и повышают стабильность глинистых растворов.

Сульфитспиртовая барда (ССБ). В состав реагента входят 20...40 % сульфитспиртовой барды (расчет на сухую массу) и 3...6 % сухого едкого натра (каустической соды) по массе от объема реагента.

Сульфитспиртовую барду выпускают в виде кусков или раствора 50 %-ной концентрации (плотность 1,2... 1,3 г/см³).

Реагент из ССБ готовят в глиномешалке в течение 1,5...2 ч и вливают в циркулирующий глинистый раствор. Обычно к 1 м³ глинистого раствора добавляют 50...100 л реагента. Реагент, приготовленный из ССБ, применяют для снижения водоотдачи глинистого раствора при загрязнении его минеральными водами или при бурении пород, содержащих растворимые соли.

Глинистые растворы при бурении в осложненных условиях (поглощение промывочной жидкости и обвалы стенок скважины в сыпучих, рыхлых и сильнотрещиноватых породах), затрудняющих бурение скважины и способствующих возникновению аварий, обрабатывают химическими реагентами.

По интенсивности поглощения глинистого раствора во время бурения различают три вида поглощения: слабое, среднее и сильное, или катастрофическое.

При слабых поглощениях расход глинистого раствора, выходящего из скважины, меньше закачиваемого в скважину, при средних раствор вообще не выходит из скважины и уровень его держится ниже устья скважины, а при сильных, или катастрофических, глинистый раствор быстро поглощается из скважины, иногда с шумом.

Основные меры борьбы с осложнениями — промывка скважин специальными глинистыми растворами. Если бурят в водоносном горизонте, намеченном к эксплуатации, то глинистый раствор обрабатывают кальцинированной или каустической содой. Жидкое стекло, известь и цемент для увеличения вязкости раствора применять не рекомендуют, так как это может повысить глинизацию водоносного пласта.

При сильном поглощении в скважину закачивают глиноцементные смеси (гельцементы — смесь тампонажного цемента с глинистым раствором, соотношение между которыми подбирают опытным путем). Ориентировочно к 1 м³ глинистого раствора плотностью 1,1... 1,2 г/см³ добавляют 0,8...1 т портландцемента.

При катастрофическом поглощении промывочной жидкости используют быстросхватывающие смеси (БСС). Их готовят из тампонажного цемента, глинистого раствора и реагентов (жидкого стекла и каустической соды). При увеличении содержания в БСС жидкого

стекла повышается густота смеси и сокращаются сроки ее схватывания. Каустическая сода также способствует сокращению времени схватывания смеси и разжижает ее. Доза компонентов, входящих в БСС, зависит от качества цемента и глины, а также от конкретных условий применения смеси. Например, она может быть следующей: 980...1 100 кг тампонажного цемента; 450...500 л глинистого раствора плотностью 1,2 г/см^3; 35...120 л жидкого стекла; 75...120 л каустической соды плотностью 1,3 г/см^3; 50...100 л воды.

Через 20...35 мин после приготовления быстросхватывающая смесь теряет подвижность, а через 1...1,5 ч затвердевает.

Быстросхватывающую смесь закачивают в скважину через бурильную колонну с последующей промывкой ее глинистым раствором. Чтобы до закачки в скважину смесь не схватывалась, необходимо хорошо организовать и быстро провести как ее приготовление, так и закачку.

Гельцементы и быстросхватывающие смеси нельзя применять при бурении водоносных пластов, намечаемых к эксплуатации.

Для борьбы с обвалами скважину промывают глинистыми растворами, обладающими минимальной водоотдачей и повышенной плотностью. Водоотдачу глинистых растворов снижают (до 3...5 и даже 1...2 см^3 за 30 мин) обработкой их химическими реагентами. Плотность глинистого раствора до 1,5...1,6 г/см^3 повышают путем увеличения количества глины в растворе.

Породы, склонные к обрушению, бурят за минимально возможный срок, закрепляя скважину колонной обсадных труб, что обеспечивает дальнейшую углубку ее без осложнений.

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 2,5 г/см^3). Плотность глинистых растворов увеличивают добавлением к ним утяжелителей (тонкоизмельченные порошки тяжелых минералов и других веществ с высокой плотностью).

При бурении на воду используют следующие утяжелители: барит ($BaSO_4$) — порошок белого или светло-

серого цвета плотностью 3,5...3,9 г/см^3, магнетит (Fe_3O_4) — порошок черного цвета плотностью 4,2... 4,4 г/см^3, гематит (Fe_2O_3) — порошок красно-бурого цвета плотностью 4,3...4,6 г/см^3, колошниковую пыль — отход доменного производства плотностью 4...4,4 г/см^3. Добавление порошка-утяжелителя в глинистый раствор повышает его вязкость и водоотдачу. Поэтому при приготовлении утяжеленного глинистого раствора в него одновременно вносят химические реагенты, снижающие вязкость и водоотдачу.

Утяжеленный глинистый раствор обычно готовят в глиномешалке интенсивным 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 утяжелителей, обработанный утяжеленный глинистый раствор желательно регенерировать, то есть удалить из раствора утяжелитель для последующего употребления. Регенерацию утяжелителя проводят с помощью гидроциклонов.

Массу утяжелителя, необходимую для приготовления 1 м^3 утяжеленного глинистого раствора, определяют по формуле:

$$m_у = \gamma_у (\gamma_{ур} - \gamma_{гр})/(\gamma_у - \gamma_{гр}),$$

где $m_у$ — масса утяжелителя, т; $\gamma_у$ — плотность утяжелителя, т/м^3; $\gamma_{ур}$ — плотность утяжеленного глинистого раствора, т/м^3, $\gamma_{гр}$ — плотность глинистого раствора до добавления утяжелителя, т/м^3.

Промывочную воду используют для бурения скважин в устойчивых твердых породах. Ее применение повышает механическую скорость бурения, уменьшает износ долота, бурильных труб, буровых насосов и другого оборудования и исключает глинизацию водоносных горизонтов, подлежащих эксплуатации.

Главное условие для эффективного бурения скважин с промывкой водой — достаточная скорость циркуляции воды в затрубном пространстве для выноса выбуренной породы на поверхность.

В случае прихватов долота увеличивают подачу воды в скважину или периодически ее промывают при холостом вращении бурового снаряда (без углубки скважины). Если при промывке водой прекращается ее выход на поверхность, то есть нарушается циркуляция, бурение продолжают только в том случае, когда вся или

бо́льшая часть выбуренной породы (шлама) поглотится вместе с водой трещинами и кавернами. При этом вода в достаточном количестве и беспрерывно должна подаваться на забой.

При образовании на забое осадка шлама буровой снаряд периодически поднимают из скважины, а забой очищают от шлама желонкой или эрлифтной прокачкой.

В ряде случаев для вскрытия водоносных горизонтов, представленных рыхлыми песчаными отложениями, также можно использовать воду в качестве промывочной жидкости. Непременное условие при этом — поддержание уровня воды на устье скважины. Для этого на буровой площадке должен быть достаточный для этих целей объем воды. Скорость восходящего потока воды должна обеспечивать вынос песчаных частиц с забоя, во избежание прихвата бурового снаряда.

Особенность технологического режима при этом — тщательная промывка скважины перед наращиванием бурового снаряда, бурение с частотой вращения снаряда не более 2 $с^{-1}$, работа лебедки при спуско-подъемных операциях на 1-й скорости, использование долот лопастного типа.

Распадающаяся промывочная жидкость на основе технического крахмала предназначена для бурения скважин на воду роторным способом в слабонапорных водоносных горизонтах, представленных тонко- и мелкозернистыми песками. Отличительная особенность раствора — способность со временем терять свою первоначальную вязкость и водоотдачу и приобретать свойства воды. Таким образом, применение ее вместо глинистого раствора позволяет отказаться от длительных и дорогостоящих работ по разглинизации скважин, получить после бурения расчетные дебиты, сохранить водопроницаемость пород.

Распадающийся раствор состоит из воды и модифицированного крахмала. Его добавляют к воде в количестве 4...5 % по массе, то есть на 1 $м^3$ воды 40...50 кг сухого порошка. В целях экономии крахмала можно использовать водный раствор, содержащий 3 % бентонитовой глины.

Крахмал выпускают Кабардинский крахмальный завод и Бесланский мясовый комбинат Министерства пищевой промышленности согласно ТУ-18-РСФСР-91—74 под маркой «Крахмал модифицированный (для буре-

ния)». Его поставляют в матерчатых мешках массой по 20...40 кг. Хранят крахмал в сухом месте. По внешнему виду модифицированный крахмал отличается от пищевого, визуально он похож на несколько более крупнозернистое вещество и напоминает скопление кристаллов. Приготовленный раствор распадается через 3...4 сут. Для ускорения распада раствора и перехода его в жидкость со свойствами воды можно применять препарат амилосубтилин. Его добавка по весу к сухому крахмалу составляет 0,02...0,03 %.

Амилосубтилин выпускает пищевая промышленность под маркой ГЗх-1 согласно ОСТ 5929—72. Он представляет собой порошок светло-коричневого цвета. Как и крахмал, амилосубтилин не имеет противопоказаний к применению в скважинах питьевого назначения. Препарат хорошо растворим в воде. Амилосубтилин поставляют в полиэтиленовых или бумажных мешках. Хранят препарат в сухом помещении при температуре не выше 25 °С. Гарантийный срок хранения препарата 6 месяцев со дня изготовления. После этого срока наступает постепенное снижение его активности, что необходимо учитывать при использовании.

Введение в раствор амилосубтилина практически устраняет вязкость в течение 6 ч. Его можно вводить в раствор крахмала, исходя из конкретных условий производства работ.

Параметры раствора определяют приборами, которые применяют для анализа глинистого раствора. В полевых условиях непосредственно на буровой наиболее приемлем для этих целей ручной комплект ЛГР-3 (лаборатория глинистых растворов).

У крахмальных растворов определяют плотность, вязкость, водоотдачу, содержание песка.

Раствор с концентрацией крахмала 5 % имеет следующие параметры: плотность $\approx$1,00 г/см^3, вязкость—20 с по СПВ-5, водоотдача—12 см^3 за 30 мин на ВМ-6. Раствор, содержащий 3 % крахмала и 3 % глины, обладает плотностью примерно 1,02 г/см^3. Плотность можно изменять, вводя в раствор соль, что не влияет на вязкость и водоотдачу.

Раствор готовят непосредственно на буровой перед началом бурения скважины или вскрытия водоносного горизонта с помощью гидросмесителя. Можно его готовить и в глиномешалке; в этом случае для перемеши-

вания раствора необходимо не менее 1 ч. При отрицательных температурах воздуха лучше использовать глиномешалки, так как при этом смерзание раствора будет меньше.

Для устранения утечек раствора из отстойников последние покрывают полиэтиленовой пленкой.

Объем приготовленного раствора подсчитывают, исходя из двойного геометрического объема скважины и потерь раствора в количестве 10 % на поглощение $W = 2{,}2V$, где V — объем скважины, м^3.

Исходя из этого, можно определить количество сухого крахмала: $P = K \cdot W$, где K — выбранная концентрация раствора, кг/м^3.

Пример. Для бурения скважины глубиной $L = 70$ м, диаметром $d = 243$ мм применяют раствор 5 %-ный концентрации крахмала (50 кг/м^3). Следовательно, объем раствора $W = 2{,}2\pi d^2 L/4 = 7$ м^3.

Для бурения необходимо израсходовать следующее количество сухого крахмала: $P = 50 \times 7 = 350$ кг.

Процесс бурения скважин с применением распадающихся крахмальных растворов не отличается от процесса бурения с глинистым раствором. Однако перед остановками подачи раствора в первом случае скважину необходимо промывать более тщательно, так как раствор, содержащий крахмал, не обладая большим статическим напряжением сдвигу, плохо удерживает частицы выбуренной породы во взвешенном состоянии.

Бурение необходимо производить с таким расчетом, чтобы сооружение скважины было закончено не позднее чем через 3...4 сут с момента приготовления раствора.

Если применяют ускоритель распада, его вводят в отстойник за 4...5 ч до предполагаемого окончания работ.

Раствор модифицированного крахмала наиболее целесообразно использовать для вскрытия водоносного горизонта, так как при бурении вышележащих пород происходит обогащение промывочной жидкости глинистым коллоидом. Необходимо также иметь в виду, что в отстойнике наблюдается расслоение взвешенных крахмальных частиц. Однако при циркуляции раствора это явление быстро устраняется.

Водогипановая промывочная жидкость предназначена для вскрытия песчаных водоносных горизонтов. Жидкость представляет собой 5...6 %-ный раствор гипана в воде. Гипан поставляется промышленностью в виде 10...

15 %-ного водного раствора. Он хорошо растворим, длительное время сохраняет свои свойства, обладает необходимой вязкостью для образования эластичной корки на стенках скважины, которая легко смывается при промывках после завершения бурения. Водогипановый раствор имеет высокую способность к выносу шлама. Его готовят в глиномешалке ГМЭ-0,75. Время перемешивания 5...10 мин, условная вязкость 5 %-ного раствора при 10 °С 28...30 с по СПВ-5. Циркуляционную систему следует устраивать с учетом глубины и диаметра бурения. При глубинах скважин свыше 50 м и диаметре более 190 мм на буровых сооружают два отстойника вместимостью 6...8 м^3. Отстойники связывают с устьем скважины канавкой.

Частота вращения породоразрушающего инструмента диаметром до 243 мм должна составлять 3 с$^{-1}$. При большем диаметре частоту вращения следует ограничивать до 1,8 с$^{-1}$. Во всех случаях применения водогипанового раствора следует избегать обогащения его глинистым коллоидом, образующимся при бурении глин. Нельзя к нему добавлять порошковую или комковую глину. Это приводит к закупорке пор водоносного горизонта и осложнениям освоения пласта.

Меловую промывочную жидкость используют для вскрытия песчаных водоносных горизонтов. Жидкость представляет собой водный раствор мела (до 25 %), углещелочного реагента (10 %), жидкого стекла (4 %) и поверхностно-активного вещества (0,5 %). Используют также глиномеловые растворы, состоящие из мела (до 15 %), глины (5 %) и кальцинированной соды (0,2 %). Указанные растворы обладают хорошей транспортирующей способностью, образуют плотную корку на стенках скважины. Для ликвидации корки применяют раствор соляной кислоты. С этой целью по окончании бурения скважины ее обрабатывают 10...15 %-ным раствором соляной кислоты, что приводит к растворению меловой составляющей и последующему распаду самой корки.

§ 5. Спуско-подъемные операции при роторном бурении

Спуско-подъемные операции при роторном бурении скважин на воду составляют от 5 до 15 % всего рабочего времени.

6. Приемы труда при спуско-подъемных операциях

Трудовые приемы	Характеристика приемов, выполняемых		
	бурильщиком	помощником бурильщика	буровым рабочим
	Спуск бурильных труб		
Надевание элеватора на очередную трубу	Ослабляет тормоз барабана лебедки	Надевает элеватор на трубу, закрывает замок элеватора	Надевает штропы на элеватор
Подъем трубы с мостков	Включает лебедку и с притормаживанием поднимает трубу над устьем скважины	Поддерживает трубу во время подъема с мостков	Поддерживает трубу во время подъема с мостков
Центрирование поднятой трубы с ранее спущенными трубами	Плавно ослабляет тормоз барабана лебедки до установки трубы в конусное отверстие ранее спущенной трубы	Центрирует поднятую трубу над ранее спущенной	Подготавливает ключи для навинчивания трубы
Навинчивание трубы на колонну труб	Следит за навинчиванием трубы, ослабляет рабочий трос	Навинчивает трубу	Помогает навинчивать трубу
Освобождение колонны труб от элеватора	Ослабляет тормоз барабана лебедки, включает лебедку и приподнимает колонну. Затормаживает барабан	Открывает замок и снимает элеватор	Подготавливает очередную трубу к спуску
Спуск колонны на длину навинченной трубы и установка ее на элеватор	Ослабляет тормоз барабана лебедки. После спуска колонны на длину трубы плавно тормозит и устанавливает колонну на элеватор	Следит за движением опускаемой колонны труб	Подготавливает очередную трубу к спуску

Освобождение штропов от элеватора	Ослабляет рабочий трос	Подготавливает элеватор для работы	Освобождает штропы от элеватора
	Подъем бурильных труб		
Надевание штропов на элеватор	Ослабляет рабочий трос	Подготавливают элеватор	Надевает штропы на элеватор
Подъем колонны бурильных труб из скважины на длину одной трубы	Ослабляет тормоз барабана лебедки, включает лебедку и поднимает колонну на длину одной трубы	Следит за подъемом колонны, подает сигнал об окончании подъема	Подготавливает ключи для отвинчивания труб
Установка элеватора на колонну труб	Следит за установкой элеватора	Устанавливает элеватор на колонну труб	То же
Постановка колонны на элеватор	Плавно ослабляет тормоз барабана лебедки и устанавливает колонну на элеватор	Следит за правильной установкой колонны и закрывает замок элеватора	» »
Отвинчивание трубы	Следит за отвинчиванием трубы	Отвинчивает трубу	Помогает отвинчивать трубу
Подъем трубы над устьем скважины	Включает лебедку и приподнимает трубу над устьем скважины. Затормаживает барабан лебедки	Следит за подъемом трубы	Подготавливает стеллаж
Укладка трубы на стеллаж	Плавно ослабляет тормоз барабана лебедки	Поддерживает трубу, отводит и укладывает ее на стеллаж	Помогает в укладке трубы на стеллаж
Снятие штропов и элеватора с поднятой трубы	Ослабляет рабочий трос для снятия штропов с элеватора. Включает лебедку и поднимает крюк со штропами над устьем скважины	Снимает элеватор с поднятой трубы	Снимает штропы с элеватора

При бурении скважин на воду для спуска и подъема породоразрушающего инструмента (долота) применяют в основном бурильные трубы диаметрами 73 и 89 мм с муфтовым соединением. Спускают и поднимают колонны бурильных труб не только отдельными трубами (при недостаточной высоте мачты буровой установки), но и свечами, состоящими из двух или трех бурильных труб.

Перед спуском бурильных труб в скважину необходимо: проверить состояние бурильных труб и их резьбовых соединений, выбраковать непригодные для работы, очистить и смазать резьбовые соединения труб и замков; замерить каждую бурильную трубу или свечу с замком; проверить исправность ключей и элеваторов для бурильных труб и подготовить их к работе.

Перед подъемом бурильных труб из скважины над устьем скважины устанавливают приспособление для очистки поднимаемых бурильных труб от глинистого раствора и подготавливают ключи и элеваторы к работе.

Спуск и подъем бурильной колонны производят с помощью двух быстросъемных элеваторов. Свинчивают и развинчивают бурильные свечи (трубы) вручную шарнирными ключами или специальными механизмами и приспособлениями. Основные приемы труда, применяемые при спуске и подъеме бурильной колонны, приведены в таблице 6.

При спуско-подъемных операциях наиболее длительны и трудоемки приемы, связанные с развинчиванием и свинчиванием свечи (труб). Они составляют 25...35 % времени спуска и подъема одной свечи (трубы).

Механизированное свинчивание и развинчивание бурильных труб значительно облегчает труд бурильщиков и повышает производительность труда. При бурении скважин на воду применяют различные приспособления для малой механизации: круговой ключ Залкина, приспособления для свинчивания и навинчивания трехшарошечных долот и др. При подъеме бурильной колонны отдельными трубами с выносом и укладкой их на мостки для оттаскивания нижнего конца бурильной и утяжеленной труб пользуются специальной тележкой, которой также перевозят различный инструмент и приспособления в пределах буровой.

Для спуско-подъемных операций буровую вышку (мачту) оснащают талевой системой, состоящей из неподвижных и подвижных роликов и стального каната.

Для подвешивания поднимаемого груза блоки оснащены массивными серьгами или крюками соответствующей грузоподъемности. Буровой снаряд из глубоких скважин поднимают с применением талевой системы (система неподвижных и подвижных блоков). Скорость подъема с увеличением числа поднятых свечей (труб) возрастает, то есть начинают подъем на первой скорости лебедки, а заканчивают на третьей или четвертой.

Для оснастки талевой системы самоходных буровых установок и агрегатов (УРБ-3АМ, УРБ-2А, 1БА15В и др.) в качестве подвижных блоков используют талевые, входящие в комплект установки, а неподвижных — головные ролики мачт. Оснащают талевую систему с таким расчетом, чтобы нагрузка на вышку от канатов распределялась по возможности равномерно.

Через ролики кронблока и талевого блока проходит стальной канат, свободный (сбегающий) конец которого наматывается на барабан лебедки. Второй конец каната крепят на талевом блоке или за раму нижней обвязки вышки (к основанию мачты). В последнем случае нагрузка на мачту распределяется более равномерно, а в неподвижный конец каната может быть встроен датчик гидравлического индикатора веса.

На буровой установке УРБ-3АМ применяют однороликовый талевый блок и двухроликовый кронблок (талевая оснастка 2×1), на 1БА15В — двухроликовый талевый блок и трехроликовый кронблок (талевая оснастка 3×2).

При бурении неглубоких скважин установкой УРБ-2А, когда масса бурового снаряда (при креплении скважины масса колонны обсадных труб) не превышает грузоподъемности лебедки, спуск-подъем осуществляют на одном канате, то есть без применения талевого блока. В этом случае канат, идущий с барабана лебедки, перебрасывается через один из роликов кронблока и присоединяется с помощью крюка к буровому снаряду.

При оснастке талевой системы с неподвижным концом каната грузоподъемность на крюке талевого блока, то есть массу наиболее тяжелой поднимаемой колонны труб (бурильной или обсадной), можно рассчитать по формуле

$$m_{кр} = \eta^n m_л,$$

где η — КПД талевой системы, $\eta = 0{,}8...0{,}9$; n — удвоенное число роликов талевого блока; $m_л$ — грузоподъемность лебедки, кг.

Число роликов кронблока на один больше талевого блока.

§ 6. Особенности бурения скважин в условиях многолетней мерзлоты

Основное внимание при бурении в мерзлых породах следует уделять качеству и температуре промывочной жидкости. При бурении мерзлых пород необходимо:

поддерживать положительный температурный режим промывки, при котором промывочная жидкость в скважине при непродолжительном прекращении ее циркуляции не замерзает. Отрицательный режим промывки применяют, только когда в скважине имеется не закрепленный трубами интервал мерзлых пород;

учитывать отрицательные температуры пород при подборе цементных смесей, применяемых для изоляции поглощающих горизонтов, закрепления обваливающихся интервалов пород и т. п.

При продолжительных остановках бурения необходимо скважину дополнять промывочной жидкостью, концентрация соли в которой должна обеспечить ее незамерзаемость независимо от сроков консервации.

Разнообразные температурные, мерзлотные, гидрогеологические и геологические условия бурения в районах многолетней мерзлоты предъявляют различные требования к качеству промывочных жидкостей.

В практике бурения скважин в этих районах применяют следующие виды промывочных жидкостей: техническая вода с температурой 10...16 °С летом и подогретая до 20...30 °С зимой; техническая вода с добавлением 4...10 % по весу NaCl или $CaCl_2$; глинистый раствор, обработанный или не обработанный реагентами; глинистые растворы с добавками поваренной соли, снижающей температуру начала их замерзания, и обработанные реагентами.

Наиболее рационально при бурении в мерзлых породах в качестве промывочной жидкости применять глинистый раствор, обработанный реагентами, обеспечивающими минимальное разрушение льда по сравнению с рассолами поваренной соли.

Температурный режим промывки определяют по спо-

собности разбуриваемых пород при нагревании до положительной температуры терять связи между минеральными частицами или сохранять их без изменения.

При бурении в мерзлых слабосцементированных породах пользуются глинистыми растворами со следующими параметрами:

плотность, г/см³	1,15 . . . 1,30
температура раствора, °С	от минус 4 до минус 7
концентрация засоления, %	6 . . . 10
вязкость, с	25 . . . 35
суточный отстой, %	2 . . . 0
содержание песка, %	не более 4

Водоотдача и толщина глинистой корки не лимитируются.

При бурении в пористых породах (песчаниках), залегающих в подмерзлотном горизонте (то есть имеющих положительную температуру), рекомендуют глинистый раствор со следующими параметрами: водоотдача менее 20 см³, толщина корки менее 3 мм, вязкость 25...30 с, суточный отстой 1...0 %.

Температуру промывочной жидкости выбирают в зависимости от наличия в разрезе скважины незакрепленных пород, сцементированных льдом.

При бурении мерзлых осадочных пород с галькой и валунами (типа морены), содержащих минерализованную воду, применяют глинистый раствор со следующими параметрами:

вязкость, с	35 . . . 40
водоотдача, см³	10 . . . 15
толщина корки, мм	не более 3
суточный отстой, %	не более 3
содержание песка, %	не более 4
температура раствора, °С	от минус 0,5 до минус 2,5

Для уменьшения водоотдачи и улучшения несущей способности глинистого раствора его обрабатывают торфощелочным (ТЩР) или углещелочным (УЩР) реагентом.

§ 7. Бурение скважин большого диаметра вращательным способом с обратной промывкой

Подготовительные работы. Перед началом бурения на расстоянии 5...7 м от буровой установки роют отстой-

ник для промывочной жидкости объемом, в 1,5...2 раза большим объема скважины. Обычно котлован для отстойника отрывают экскаватором или бульдозером.

Для предупреждения размыва устья скважины водой, перетекающей из отстойника, прокладывают к скважине переливную трубу или деревянный короб на глубине 0,3...0,5 м.

Забуривание скважины. При откачке пульпы центробежным насосом бурение с обратной промывкой практически начинают с поверхности без предварительного забуривания (не считая небольшого шурфа глубиной 0,7... 1 м, который отрывают лопатой перед началом бурения).

При откачке пульпы эрлифтом скважину забуривают долотом с прямой промывкой водой или рейсовыми шнеками (если у поверхности залегают глины или суглинки). В песках при забуривании вместо воды используют глинистый раствор, чтобы избежать обрушения скважины.

Забуривание рейсовым шнеком возможно и в песках, если они не обводнены. После забуривания до глубины 6...8 м устанавливают направляющую трубу, которая предохраняет устье скважины от размыва и обрушения.

Технология бурения. При бурении скважин с обратной промывкой в качестве породоразрушающего инструмента применяют двух-, трех- и четырехлопастные долота различных конструкций диаметром от 600 до 1 200 мм. Режущие кромки долот наплавляют твердым сплавом или армируют победитовыми пластинками ВК-8.

В качестве промывочной жидкости используют воду, иногда глинистый раствор. Перед вскрытием водоносного горизонта раствор в отстойнике и стволе скважины заменяют водой.

Чтобы обеспечить устойчивость стенок скважины в песках, поддерживают постоянный уровень воды в скважине при ее бурении и оборудовании фильтром.

При близком расположении статического уровня подземных вод к поверхности земли кондуктор над устьем скважины (поверхностью земли) устанавливают с превышением для создания противодавления столба воды высотой 3...4 м над уровнем подземных вод.

Бурение эрлифтом с обратной промывкой начинают с глубины не менее 6...8 м. При бурении скважины установкой типа ГА-12 применяют комбинированный спо-

соб с обратной промывкой: до 25 м — центробежным насосом, а с 25 м до проектной глубины — эрлифтом. Скважины большого диаметра бурят с обратной промывкой, как правило, на малых оборотах снаряда с частотой вращения до 1 $с^{-1}$.

Бурить в песчано-глинистых породах наиболее рационально при частоте вращения ротора 0,5...0,7 $с^{-1}$. При бурении глин большой мощности и валунно-галечных отложений частоту вращения снижают до 0,17... 0,25 $с^{-1}$.

Максимальный вынос породы происходит при движении пульпы со скоростью около 2 м/с, с расходом промывочной жидкости около 15...16 л/с для бурильных труб диаметром 100 мм и около 35 л/с для труб диаметром 150 мм. Бурильные трубы диаметром 150...200 мм позволяют выносить из скважины куски породы размером до 10...12 см.

Концентрация пульпы в процессе бурения изменяется от 2 до 40...45 %. Количество ее зависит от диаметра скважины, скорости бурения и расхода промывочной жидкости.

При откачке центробежным насосом концентрация пульпы должна быть не более 8...13 %, в зависимости от положения забоя. При большей концентрации пульпы неизбежен срыв вакуума, а следовательно, прекращение бурения и засорение шлангов из-за оседания шлама. Эффективно бурить с откачкой пульпы эрлифтом, так как увеличивается концентрация взвеси, что обеспечивает высокие механические скорости бурения (25...30 м/ч), особенно в рыхлых песках и мелком гравии.

§ 8. Права и обязанности мастера-бурильщика

Сменный мастер-бурильщик — главный исполнитель при сооружении скважин на воду и одновременно руководитель своей смены. Он организует труд и распределяет обязанности между буровыми рабочими своей смены. От опыта и квалификации бурового мастера и от его умения четко распределить обязанности между буровыми рабочими зависит качество выполнения работ по сооружению скважин.

Сменный мастер-бурильщик должен знать назначение, устройство и правила эксплуатации основных буро-

вых установок, буровых насосов и другого бурового оборудования, технологический процесс и правила сооружения скважин на воду, а также бурильного инструмента и обсадных труб, соблюдать технику безопасности при ведении работ.

Сменный мастер-бурильщик должен монтировать и демонтировать буровую установку, собирать буровой снаряд и проводить спуско-подъемные операции и забуривание скважины, бурить скважины в различных геологических и гидрогеологических условиях, ликвидировать аварии, крепить скважины и устанавливать фильтровую колонну, монтировать водоподъемное оборудование, проводить текущий ремонт буровых механизмов и инструмента.

В своей смене мастер-бурильщик отвечает за правильность ведения работ по бурению скважины и связанных с ним операций, за исправное состояние установки, насоса и другого оборудования, за чистоту буровой установки и оборудования, а также за своевременную и точную запись всех проделанных работ в сменном рапорте и буровом журнале. В буровом журнале сменный мастер записывает также неисправности, обнаруженные при приеме и сдаче смены. О крупных неисправностях, а также об отсутствии необходимых материалов или инструмента он сообщает непосредственно старшему мастеру или прорабу.

Сменный мастер-бурильщик имеет право отстранять от работы рабочих, допустивших грубые нарушения дисциплины или правил по технике безопасности, а также не допускать к работе рабочих в нетрезвом состоянии. О всех нарушениях трудовой дисциплины сменный мастер ставит в известность старшего мастера или прораба буровых работ.

Для освоения и внедрения новой техники и технологии сооружения скважин на воду сменный мастер изучает и осваивает опыт работы передовых бригад.

Контрольные вопросы. 1. Как забуривают скважины? 2. Каковы основные параметры режима бурения? 3. Что такое водоотдача и условная вязкость, и как они влияют на глинистый раствор? 4. Какую талевую оснастку применяют на буровой установке УРБ-3АМ и буровом агрегате 1БА15В? 5. Для каких целей устанавливают направляющую обсадную трубу? 6. Как регулируют осевую нагрузку при переходе бурения с твердых пород на мягкие? 7. Какие меры должен предпринять мастер при начале поглощения жидкости скважиной? 8. В каких геологических условиях используют распадаю-

щуюся промывочную жидкость? 9. Перечислите рабочие операции при подъеме бурильных труб. 10. Каковы основные права и обязанности сменного мастера-бурильщика?

Глава 2

УДАРНО-КАНАТНОЕ БУРЕНИЕ

§ 1. Подготовительные работы к бурению скважин

На месте заложения скважины расчищают и выравнивают площадку для размещения установки и бурового инструмента. Для установок УКС-22М1 и УКС-30М размер площадки принимают 10×10 м. На продольные брусья, уложенные на площадку и наполовину закопанные в землю, накатывают установку. Для снятия нагрузки с пневматических скатов под оси подкладывают лежни. Установку ставят в рабочее положение строго горизонтально. Горизонтальность рамы проверяют по уровню.

Одновременно с размещением установки в точке заложения скважины роют шурф глубиной 1 ... 2 м, стенки которого крепят досками, а на дно укладывают крестовину из крепких пород дерева с отверстием посредине для прохода направляющей трубы. На расстоянии 2 ... 3 м от шурфа врывают столб для линии электропередачи, на котором крепят закрытый трехполюсный рубильник, соединенный гибким кабелем с блоком управления электродвигателя установки. Затем от высоковольтной линии электропередачи или от передвижной электростанции к столбу подводят электрический кабель.

Перед подъемом мачты размечают и устанавливают якоря для четырех канатных растяжек, которые прикрепляют к верхней секции мачты. Мачту поднимают специальной лебедкой, установленной под рамой, при этом один конец подъемного каната прикрепляют в верхней части нижней секции мачты, а второй — на барабане.

Привод лебедки осуществляется от электродвигателя, с помощью которого наматывается подъемный канат на барабан до установки нижней секции мачты в вертикальное положение. Окончательно нижнюю секцию мачты в рабочее положение ставят вручную. Потом вывинчивают упорные винты до упора их в ранее уложенный поперечный опорный брус.

Отсоединив болты, скрепляющие верхнюю секцию мачты с нижней, и разложив растяжки мачты по направлению якорей, включают лебедку подъема и устанавливают верхнюю секцию мачты в вертикальное положение, а до рабочего положения доводят ее также вручную. Обе секции мачты скрепляют между собой восемью крепежными болтами.

После установки мачты заправляют рабочие канаты, смазывают механизмы установки, выключают все фрикционные муфты, проверяют направление вращения приводного шкива и наличие защитных ограждений. Прежде чем приступить к работе, все механизмы станка в течение 3...5 мин проверяют на холостом ходу. Затем собирают буровой снаряд, состоящий из долота, ударной и раздвижной штанг. Буровой снаряд с инструментальным канатом соединяют канатным замком.

К желоночному канату прикрепляют желонку. Инструментальные ключи, инструмент и приспособления, применяемые при креплении скважин обсадными трубами (забивные снаряды и головки, хомуты и др.), располагают на площадке недалеко от станка так, чтобы они не мешали буровой бригаде при бурении и желонировании.

§ 2. Технология бурения скважин

Забуривание скважины начинают со спуска в шурф до забоя направляющей обсадной трубы длиной 2...3 м с плотно навинченными башмаком и забивной головкой.

С помощью отвеса или уровня проверяют вертикальность трубы и закрепляют верхний конец ее толстыми досками. Затем легкими ударами забивным снарядом направляющую трубу забивают в породу забоя так, чтобы верхний обрез муфты выступал над поверхностью земли не более чем на 0,5 м.

Породу из трубы удаляют желонкой с плоским клапаном, предварительно залив туда 2...3 ведра воды. Для увеличения массы к желонке присоединяют укороченную ударную штангу.

При забивке направляющей трубы в вязкие породы для очистки следует применять желонку с ножом. В скальных породах скважину забуривают буровым снарядом, состоящим из долота и ударной штанги.

Производство буровых работ ударно-канатным способом выполняют в такой последовательности: спуск и

подъем бурового снаряда; разрушение породы забоя долотом (долбление); спуск и подъем желонки; чистка скважины от разрушенной породы (желонирование); крепление (обсадка) скважины обсадными трубами. При бурении рыхлых и малосвязных пород спуск и подъем бурового снаряда, а также долбление исключают.

Бурение начинают включением фрикционной муфты инструментального барабана и подъемом бурового снаряда над скважиной. Затем одновременно с выключением муфты и притормаживанием барабана снаряд опускают на забой. В зависимости от твердости буримых пород регулируют положение снаряда на забое. Ослабляют тормоз инструментального барабана и, включив фрикционную муфту ударного механизма, приступают к разрушению породы на забое. По мере углубления долота канат с барабана сматывается постепенно.

При углублении долота на 0,5 ... 1 м в мягкие и на 0,3 ... 0,5 м в твердые породы буровой снаряд поднимают на поверхность и в скважину опускают желонку для очистки забоя от разрушенной породы.

При чистке скважины желонку поднимают на 3 ... 5 м над забоем и без притормаживания сбрасывают на него. Для заполнения желонки эта операция повторяется 5 ... 8 раз, а потом ее извлекают на поверхность и очищают от шлама.

При отсутствии воды в скважине для лучшей работы долота на забое и для облегчения чистки в скважину периодически доливают 5 ... 10 ведер воды перед спуском долота. Желонка должна быть меньше внутреннего диаметра обсадных труб минимум на 100 мм.

Производительность бурения ударно-канатным способом в значительной степени зависит от применяемого ударного долота и режима бурения, массы бурового снаряда, высоты его подъема над забоем и числа ударов долота по забою скважины.

Массу бурового снаряда выбирают в зависимости от твердости буримых пород: чем тверже порода, тем больше должна быть масса снаряда. Подбирают ее по так называемой относительной массе — части массы бурового снаряда, приходящейся на 1 см длины лезвия долота.

На практике относительную массу приближенно принимают при бурении: по мягким породам 25 ... 40 кг, по породам средней твердости 40 ... 50 кг, по твердым поро-

дам 50 ... 70 кг, по весьма твердым породам 70 ... 90 кг.

По относительной массе $m_{от}$ находят необходимую массу бурового снаряда:

$$m = m_{от} h,$$

где h — длина лезвия долота, см.

Например, если относительная масса при бурении по породам средней твердости должна быть 45 кг на 1 см, а длина лезвия долота равна 25 см, то масса бурового снаряда $m = 45 \cdot 25 = 1\,125$ кг.

Массу бурового снаряда регулируют подбором ударных штанг.

Высота подъема бурового снаряда над забоем в современных ударно-канатных установках колеблется от 0,35 до 1,2 м. Регулируют ее перестановкой пальца кривошипа.

Установив высоту подъема бурового снаряда, то есть высоту сбрасывания его на забой, начинают регулировку рабочей длины инструментального каната с таким расчетом, чтобы бурение велось при натянутом канате, сохраняя оптимальное расстояние между лезвием подвешенного долота и плоскостью забоя скважины. Если рабочая длина каната недостаточна, то ударное долото или слегка касается плоскости забоя, используя только часть энергии удара, или совсем не достигает ее. В последнем случае в момент подхвата бурового снаряда ударным механизмом вся энергия от падения его передается не на забой скважины, а на буровую установку через канат, мачту и ударный механизм. Установка резко сотрясается или выходит из строя из-за поломки узлов и деталей отдельных механизмов.

При большой рабочей длине каната наблюдаются несогласованность в работе ударного механизма и бурового снаряда на забое. После удара долота о забой натяжение каната ослабляется и буровой снаряд отклоняется от вертикали. Происходит сильный рывок каната, вызывающий сотрясение всех механизмов установки. Поэтому при бурении необходимо постоянно регулировать рабочую длину инструментального каната с помощью уравнительного приспособления инструментального барабана.

Частоту ударов долота в минуту подбирают так чтобы обеспечить свободное падение бурового снаряда на забой. Для этого время движения оттяжного ролика должно быть равно времени свободного падения снаряда.

При бурении твердых монолитных пород следует увеличивать высоту подъема снаряда, уменьшая частоту ударов долота по забою, а при бурении сильнотрещиноватых, слоистых и мягких пород — повышать частоту ударов, снижая высоту подъема бурового снаряда над забоем.

На малых глубинах бурят с максимальной частотой ударов, но по мере углубления скважины из-за повышенного натяжения каната частоту ударов уменьшают.

§ 3. Бурение скважин в различных геологических условиях

Рыхлые породы (пески, плывуны, лесс, супеси и др.), как правило, бурят желонкой с плоским клапаном с одновременным креплением скважин обсадными трубами. В зависимости от плотности и устойчивости пород колонна труб продвигается с опережением забоя или следом за ним. Наружный диаметр желонки должен быть на 20 ... 30 мм меньше внутреннего диаметра обсадных труб, а при бурении песков и плывунов — не менее чем на 100 мм.

При бурении песков нельзя допускать выхода желонки из-под башмака обсадных труб более чем на 0,5 ... 0,75 м, во избежание ее прихвата обвалившейся породой. Если скважина сухая, то в нее подливают воду из расчета 80 ... 110 л на каждый рейс.

При бурении рыхлых пород буровой снаряд должен делать 40 ... 45 ударов в минуту. При чистке скважины желонку сбрасывают с высоты 0,6 ... 0,7 м, но не выше 1 м.

Песчаные породы можно также бурить желонкой со сферическим клапаном и ножом, который разрыхляет породу. Для более успешного бурения песков в скважину рекомендуют забрасывать комочки жирной глины и добавлять воду.

При бурении плывунных песков вслед за подъемом желонки в скважину из-под башмака обсадных труб вместе с водой засасывается песок, образуя песчаную пробку, высота которой иногда достигает 6...10 м. Во избежание прихвата желонки плывуны проходят быстро, без остановок, по возможности укороченными рейсами. Иногда плывуны бурят поршневой желонкой, которая заполняется очень быстро.

При образовании в скважине высоких пробок заливают воду или глинистый раствор плотностью 1,15... 1,2 г/см³, чтобы создать противодавление.

Плывуны следует всегда крепить колонной труб одного диаметра, так как переход на другой диаметр может привести к заклиниванию их песком, попавшим в межтрубное пространство, что не позволяет продвинуть вторую колонну. Нижнюю трубу обсадной колонны устанавливают в водоупорную породу, подстилающую пески. Если крепление трубами одного диаметра невозможно, то в месте перехода на другой диаметр необходимо тампонирование глиной.

Среднезернистые и мелкозернистые пески, а также пески с примесью гравия, щебня и гальки успешно бурят с опережением, то есть сначала забивают колонну обсадных труб в породу забоя, а потом желонкой извлекают ее до башмака обсадных труб.

Глины обычно бурят без крепления скважины трубами на протяжении нескольких десятков метров благодаря хорошей устойчивости глин.

Плотные и сухие глины бурят, разрушая их на забое двутавровым долотом, на глубину 0,5... 0,75 м. Затем скважину очищают желонкой с плоским клапаном. Перед каждым спуском желонки в скважину подливают 2... 3 ведра воды. С появлением в скважине грунтовой воды подлив прекращают.

Пластические, вязкие глины можно бурить плоским долотом с наваренными на него дополнительными лопастями. Долото соединяют с ударной и раздвижной штангами. В скважину подливают воду на высоту 3... 5 м, затем в течение нескольких минут бурят. Вязкий шлам во время бурения налипает на лопасти долота и вместе с ним извлекается из скважины, исключая чистку скважины желонкой. Для ускорения бурения вязких глин в скважину засыпают два ведра крепкого щебня (на одно долбление).

При бурении сильномергелистых глин используют буровой стакан, на боковой поверхности которого для ускорения очистки от выбуренной породы делают продольные отверстия. Нижнюю часть стакана затачивают или оборудуют стальным башмаком. Буровой стакан должен быть соединен с ударной и раздвижной штангами.

Для бурения глин и суглинков рекомендуется при-

менять разборную желонку со съемным башмаком, который при извлечении желонки на поверхность отвинчивают, облегчая ее чистку. При бурении глин буровой снаряд должен делать 40...50 ударов в минуту при высоте подъема снаряда над забоем до 1 м. Углубление за одно долбление при бурении глин колеблется от 0,5 до 1,5 м.

Галечники и гравийные породы бурят двутавровыми долотами и желонками с плоским клапаном и низким башмаком. Гравий и гальку, связанные глиной, можно бурить желонкой с ножом или буровым стаканом, которые одновременно разрушают их и удаляют с забоя. Простую (неутяжеленную) желонку утяжеляют короткой ударной штангой массой 350 кг.

При бурении галечников и гравийных пород скважину крепят одновременно с углублением ее, обычно с опережением забоя.

Чтобы желонка не расклинилась галькой в трубах, наружный диаметр ее должен быть не более 0,7 внутреннего диаметра труб. Высота сбрасывания желонки также ограничена до 0,8...1 м, так как при большой высоте сбрасывания при ударе желонки о забой галька может вываливается через верх желонки и заклинивать ее.

Если желонка забирает только мелкую гальку, то в скважину периодически спускают пирамидальное долото, которое загоняет крупную гальку в стенки скважины, уплотняя их. Затем бурят без крепления скважину с опережением забоя (до 1...1,5 м).

При бурении промытых галечников или сухих песков с содержанием гравия в скважину перед спуском желонки забрасывают комочки жирной глины, что обеспечивает хорошее забирание буримой породы и предупреждает обрушение стенок скважины. Если скважина сухая, в нее подливают воду.

При бурении следует следить за тем, чтобы желонка не переполнялась породой во избежание прихвата ее.

Валунные отложения, особенно большие скопления валунов, должны бурить мастера с большим опытом, так как в таких условиях часто искривляются скважины и ломается инструмент в резьбовом соединении.

Крупные валуны разрушают тяжелыми округляющими долотами, добавляя к буровому снаряду вторую ударную штангу для увеличения его массы. Мелкие валуны бурят пирамидальными долотами, которые сдвигают валуны в сторону и загоняют их в стенки скважи-

ны. Если сдвинуть валун в сторону не удается, то бурение продолжают округляющим или крестовым долотом.

При работе буровым снарядом тяжелого типа в зоне валунов высота подъема его должна быть максимальной (не менее 1 м), а частота должна быть не больше 40 ударов в минуту. В процессе бурения в валунах необходимо следить за состоянием ствола скважины. Чтобы предупредить искривление скважины, на забой подсыпают крепкую щебенку (диаметром 4...6 см). Большие пустоты между валунами рекомендуется засыпать щебнем из твердых пород. Иногда для устойчивости стенок скважины на забой подбрасывают куски жирной глины. Очень важно при бурении в валунах как можно скорее перекрыть зону валунов обсадными трубами. Посадку труб проводят сразу же за углублением забоя скважины.

Наиболее эффективно бурение скважин в валунах с помощью кумулятивных зарядов (взрывов). На время взрыва обсадные трубы приподнимают, чтобы их не повредить. Буровые работы с применением взрывов ведут только специалисты-подрывники.

Твердые и крепкие монолитные породы бурят буровым снарядом, состоящим из округляющего долота с большим углом заострения, тяжелой ударной и раздвижной штанг.

В процессе бурения необходимо следить за тем, чтобы скважина не сужалась и имела округлую форму. Причина сужения ствола скважины — быстрый износ долота. Долото, сработавшееся по диаметру на 5 мм и более, заменяют. Новым долотом обработку стенок скважины нужно начинать на 2...3 м выше забоя, чтобы предупредить заклинивание долота в скважине.

Для сохранения цилиндрического (округлого) сечения иногда стенки скважины обрабатывают специальными долотами (округляющими, или эксцентричными). Можно также обрабатывать суженный участок обычным долотом, предварительно насыпав на забой крепкий щебень. Участок скважины, в котором невозможно вести буровые работы, расширяют взрывом.

Долбежные операции следует вести при высоте подъема снаряда над забоем на 1...1,1 м и частоте 45...50 ударов в минуту. Особенно важно следить за тем, чтобы натяжение каната не ослабевало, иначе долото работает рывками и удар его по забою не эффективен.

По мере накопления на забое разрушенной породы скорость углубки скважины в крепких породах снижается. Поэтому после углубления долота на 0,3 ... 0,5 м скважину очищают желонкой. В сухую скважину для лучшей очистки забоя от шлама подливают воду из расчета 20 ... 30 л на одно долбление. После чистки скважины работать долотом нужно с максимальным числом ударов, уменьшая его по мере накопления шлама.

При остановках во время долбежных операций нельзя оставлять снаряд на забое, так как шлам плохо удерживается во взвешенном состоянии и быстро оседает, в результате чего может произойти прихват снаряда. Поэтому при остановке в работе буровой снаряд необходимо поднимать выше шламового столба.

Трещиноватые и закарстованные породы бурят крестовыми и округляющими долотами. Трещиноватые породы склонны к обрушениям и вывалам, поэтому бурение в них ведут осторожно, с одновременным креплением скважины трубами. Во время бурения не допускается раскачивание бурового снаряда.

Скважина за одно долбление должна углубляться на 0,4 ... 0,7 м. На каждый рейс снаряда в скважину заливают до 25 ... 30 л воды. Воду подливают небольшими порциями через равные промежутки времени (2 ... 3 л через 1 ... 2 мин).

Чтобы вода не поглощалась породой, в скважину предварительно забрасывают кусочки жирной глины из расчета 10 ... 15 кг на 1 м углубления. Очищают скважину от шлама желонкой с плоским или сферическим клапаном.

При бурении в трещиноватых и закарстованных породах высота подъема бурового снаряда должна быть не более 0,5 м, а частота до 60 ударов в минуту.

Бурение в районах многолетней мерзлоты несколько отличается от бурения в обычных условиях. Во избежание прихвата бурового снаряда в скважину необходимо подливать горячую соленую воду (1 кг соли на 2 ... 3 ведра воды на 1 м проходки). После углубления скважины на 0,4 ... 0,5 м в нее опускают желонку для удаления шлама и остывшей воды. При подливе в скважину большого количества воды буровой снаряд может обледенеть и одновременно может сузиться ствол скважины.

Очень важно, чтобы при бурении буровой снаряд находился все время в движении, так как даже кратко-

временная остановка приводит к образованию ледяных пробок и схватыванию бурового снаряда разрушенной породой.

§ 4. Крепление скважин при ударно-канатном бурении

Скважины при бурении на воду крепят обсадными трубами, чтобы предохранить стенки от обвалов и для изоляции водоносных горизонтов, непригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Крепление скважин трубами ведут методами ходовой колонны и свободного спуска.

Метод ходовой колонны заключается в креплении скважины одновременно с углубкой. Применяют его при бурении мягких и неустойчивых пород. В мягких породах во время бурения колонна обсадных труб часто опускается в скважину под действием собственного веса в момент, когда желонка после удара о забой поднимается вверх. Если обсадная колонна перестает продвигаться вниз, посадку ее производят с помощью забивного снаряда или вибратора. Обычно в начале забуривания трубы идут быстро (1 ... 1,5 см за 3 ... 5 ударов), затем движение их замедляется.

Забивку прекращают, если после 70 ... 80 ударов трубы опустились на 1 см, и продолжают после углубления и чистки скважины желонкой.

Работы по забивке колонны труб желательно не прерывать, особенно в песках, так как даже незначительный перерыв вызывает прихват труб породой. Во время забивки труб внимательно следят за резьбовыми соединениями и, чтобы предупредить развинчивание и повреждение, их периодически довинчивают деревянными хомутами. Во время забивки на колонне обсадных труб делают пометки мелом для определения скорости ее продвижения.

Посадку труб с помощью забивного снаряда проводят следующим образом: на нижний конец первой трубы навинчивают забивной башмак, а в верхний ввинчивают забивную головку, затем в трубу вводят забивной снаряд, соединенный с инструментальным канатом; приподнимая и сбрасывая забивной снаряд, проводят посадку обсадной колонны в скважину.

В сыпучих породах часто применяют обсадные трубы с гладкими наружными и внутренними стенками, которые соединяют друг с другом сваркой или соединением «труба в трубу».

Колонну с гладкими стенками забивать и извлекать из скважины легче.

Метод свободного спуска применяют при бурении твердых и устойчивых пород. Обсадную колонну спускают после углубления скважины на 50...70 м при переходе на другой диаметр. Трубы опускают свободно, без принудительной посадки и расхаживания.

Крепят скважину в устойчивых породах в том случае, когда возникает угроза прихвата бурового снаряда, а также для изоляции водоносных горизонтов.

При креплении скважины башмак каждой колонны должен быть врезан в глины или в другую твердую породу, изолирующую вышележащие водоносные горизонты. Если водоупором служит плотная глина или тяжелый суглинок, изоляцию водоносного горизонта обеспечивают задавливанием или забивкой в них башмака обсадной колонны на глубину 3...5 м.

В том случае, когда нет возможности посадить башмак колонны в надежную для изоляции породу, на забое создают глиняный или цементный тампон. Для этого в скважину забрасывают небольшое количество жирной глины и утрамбовывают ее 10...15 ударами утяжеленной желонки, в башмак которой забита деревянная пробка. Затем колонну труб приподнимают, вновь забрасывают глину и трамбуют ее так до тех пор, пока на забое не будет напрессован слой 1,5...1,75 м жирной глины. Затем трубы забивают в этот слой глины и переходят на бурение долотом или желонкой меньшего диаметра.

Для посадки обсадных труб используют так называемую тиксотропную рубашку. Она представляет собой раствор, приготовленный из порошка бентонитовой глины, обладающей высокими тиксотропными свойствами.

Тиксотропная рубашка предотвращает обрушение слабоустойчивых стенок скважин, уменьшает трение и прихват обсадной колонны породой, благодаря чему длина колонны труб может быть увеличена в 2...3 раза. Применяют ее только при бурении песчано-глинистых пород, расположенных над водоносным горизонтом.

Последовательность работ с применением тиксотропной рубашки следующая (рис. 137, *а*).

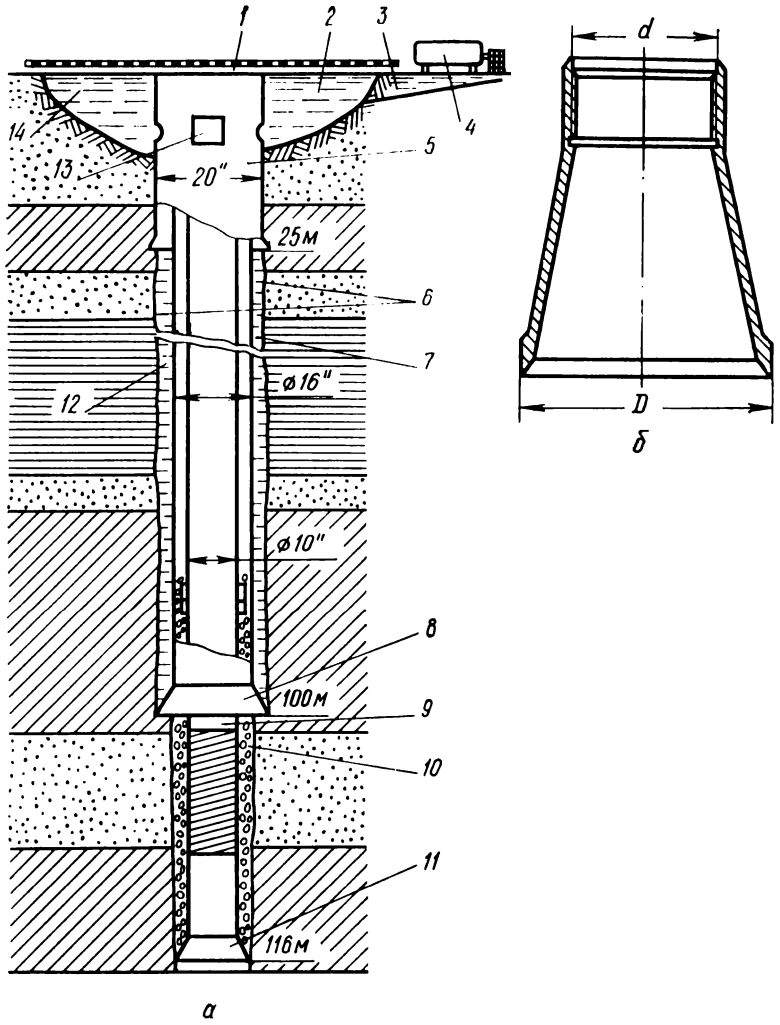


Рис. 137. Схема посадки обсадной колонны с применением тиксотропной рубашки:

а — конструкция скважины: *1* — настил; *2* — приемный шурф; *3* — желоб; *4* — глиномешалка; *5* — первая обсадная труба; *6* — стенка скважины; *7* — обсадная колонна; *8* — конусный башмак; *9* — фильтровая колонна; *10* — гравийная обсыпка; *11* — башмак-расширитель; *12* — тиксотропная рубашка из бентонитового раствора; *13* — окно для перетока бентонитового раствора из шурфа в затрубное пространство; *14* — бентонитовый раствор; *б* — конусный башмак-расширитель.

После установки кондуктора на глубину 15...25 м вокруг него выкапывают шурф объемом 3...5 м³ с наклонным дном. К шурфу подводят желоб от глиномешалки. На расстоянии 30...40 см от дна шурфа в колонне *5* прорезают 3...4 окна *13*. Затем в колонну *5* опускают следующую колонну обсадных труб *7* диаметром на 100 мм меньше первой. На нижнюю часть колонны *7* вместо обычного забивного башмака навинчивают конусный башмак-расширитель (рис. 137, *б*). В начале спуска колонны *7* на расширенную часть башмака в кольцевой зазор между кондуктором и второй колонной забрасывают вязкую жирную глину для образования вокруг конического башмака глинистого тампона высотой 0,5 м.

После установки колонны *7* на забой шурф заполняют тиксотропным глинистым раствором *14*, который через окна *13* в кондукторе заполняет кольцевой зазор между кондуктором и второй колонной. При бурении скважины в шурфе *2* и желобе *3* всегда должен быть тиксотропный раствор, чтобы полностью заполнялся кольцевой зазор между стенками скважины *6* и колонной *7* по мере углубки скважины.

Глинистый раствор для тиксотропной рубашки готовят тщательным перемешиванием бентонитового порошка (130...140 кг) с водой (1 м³) в глиномешалке *4*. Плотность раствора 1,05 г/см³. При бурении скважины в песках плотность раствора увеличивают до 1,15... 1,2 г/см³.

По мере углубления скважины в мягких породах колонна *7* опускается под тяжестью собственного веса, срезая башмаком кольцевой уступ и расширяя скважину.

При бурении в плотных глинах обсадные трубы погружают с помощью забивного снаряда или мощного вибромолота С-835. Однако благодаря тиксотропной рубашке с увеличением длины обсадной колонны *7* ножи конусного башмака срезают уступ даже в глинистых породах под действием собственного веса труб. Лишь периодически по забивной головке, надетой на верхнюю трубу, наносят удары забивным снарядом.

Во избежание кольматации водоносного горизонта тиксотропным глинистым раствором колонну *7* останавливают в водоупорной кровле продуктивного пласта. После этого в скважину опускают фильтровую колонну *9* с конусным башмаком-расширителем *11*.

Диаметр фильтровой колонны при гравийной обсыпке должен быть на 150 мм меньше диаметра колонны 7.

Посадку фильтровой колонны вместе с гравийной обсыпкой осуществляют параллельно с углубкой скважины желонкой.

§ 5. Извлечение обсадных труб

При ударно-канатном способе бурения почти все колонны обсадных труб в скважине начинаются с поверхности земли. Поэтому после окончания бурения обсадные трубы, ненужные при постоянной эксплуатации, из скважины извлекают с помощью талевых систем лебедками буровых станков.

Легкие обсадные колонны извлекают лебедкой буровой установки при обычной оснастке.

Для стрягивания обсадную колонну натягивают домкратами, после этого ее немного осаживают ударами забивного снаряда. Затем эти операции повторяют до тех пор, пока колонну не сдвинут с места и приступают к подъему труб.

Иногда положительный результат даст натягивание обсадной колонны домкратами с одновременным выбиванием ее штангой. Наиболее эффективно извлечение обсадных труб вибраторами или вибромолотами, например самоходной вибробуровой установкой СВУ-55. Если извлечь обсадные трубы невозможно, то для увеличения эксплуатационного диаметра скважины верхние свободные участки обсадных колонн вырезают труборезами или отвинчивают, соблюдая следующие требования: верхний обрез обсадной трубы, оставшийся в скважине, должен находиться выше башмака предыдущей колонны не менее чем на 3 м при глубине скважины до 50 м и не менее чем на 5 м при большей глубине скважины; кольцевой зазор между оставшейся частью колонны и предыдущей колонной обсадных труб должен быть зацементирован либо заделан путем установки сальника.

§ 6. Грейферное бурение

Для грейферного бурения применяют ударно-канатные станки или фрикционные лебедки. В качестве породоразрушающего инструмента используют буровой грейфер (рис. 138), подвешенный на стальном канате,

При включении лебедки бурового станка и натяжения каната лопасти грейфера смыкаются, захватывая породу, и грейфер поднимается из скважины.

Для бурения в твердых породах грейферы оборудуют устройством, поддерживающим лопасти в открытом положении. При этом обычные лопасти грейфера могут заменяться на зубчатые, армированные твердым сплавом, усиленные (в зависимости от твердости проходимых пород) и др. Сменой лопастей можно изменять диаметр грейфера и бурить скважины диаметром от 300 до 1 500 мм.

С помощью грейферов бурят скважины в рыхлых и полускальных породах. Грейферным бурением быстро и экономично сооружают скважины диаметром до 1 500 мм.

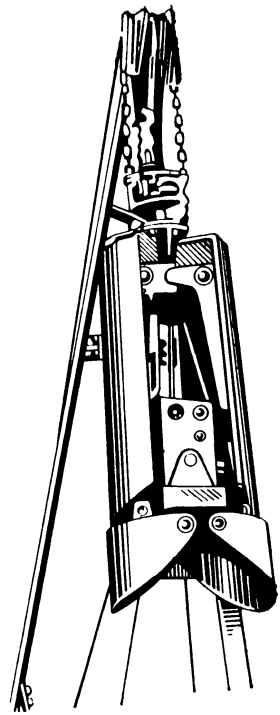


Рис. 138. Буровой грейфер.

Контрольные вопросы. 1. Как собирают буровой снаряд для бурения в твердых породах?. 2. Что такое «высота подъема снаряда над забоем» и как регулируют подачу долота? 3. Чем отличается бурение в сыпучих и мягких породах от бурения в твердых? 4. Как забивают трубы при креплении скважин? 5. В чем особенность грейферного бурения? 6. Подберите массу бурового инструмента для бурения скважины диаметром 400 мм в твердых породах. 7. Как выбирают размеры желонки в зависимости от диаметра обсадных труб при бурении в галечниках? 8. Что должен предпринять мастер при бурении трещиноватых пород, когда заливаемая вода быстро уходит в породы? 9. Как делают глиняный тампон при переходе на меньший диаметр бурения?

Глава 3

КОЛОНКОВОЕ БУРЕНИЕ

§ 1. Общие сведения

Колонковое бурение применяют при сооружении геологоразведочных, поисковых, картировочных, структурных и технических скважин, а также при инженерно-геологических и гидрогеологических изысканиях.

Основное преимущество колонкового бурения перед остальными способами — возможность получения ненарушенных образцов породы на всей глубине скважины, что позволяет не только точно устанавливать геологический разрез по скважине, но и определять физико-механические свойства горных пород.

Колонковым способом бурят скважины в породах любой твердости, под различными углами к горизонту. Этим способом можно также бурить скважины небольшого диаметра на большую глубину, используя для этого относительно легкое оборудование.

В качестве породоразрушающего инструмента используют коронки, армированные резцами из твердых сплавов или алмазными зернами, а также дробовые. Соответственно различают три разновидности колонкового бурения: твердосплавное, алмазное и дробовое.

За последнее время при инженерно-геологических и гидрогеологических работах колонковым способом сооружают скважины диаметром до 1 500 мм.

Схема установки для колонкового бурения показана на рисунке 139.

Забуривают скважину специальным снарядом, состоящим из породоразрушающего инструмента, короткой (0,5...1 м) колонковой трубы и переходника для соединения с бурильной трубой, укороченными (по 0,2... 0,5 м) рейками при пониженной осевой нагрузке и минимальной частоте вращения снаряда. После того как глубина скважины достигнет 3...4 м, устанавливают направляющую трубу *1* для предохранения устья скважины от размыва потоком промывочной жидкости и от обрушения, а также для придания стволу скважины проектного направления. Нижний конец направляющей трубы тампонируют. После этого приступают к непосредственному бурению скважины.

В скважину с помощью лебедки *11* станка на колонне бурильных труб *20* опускают колонковый набор, состоящий из породоразрушающего инструмента *24*, колонковой трубы *22* и переходника *21*, соединяемых друг с другом герметичными резьбовыми соединениями. Основное назначение его — разрушение горной породы, прием и сохранение керна. Буровой снаряд подвешен через талевый блок *9* на канате *8* лебедки. Канат переброшен через ролики кронблока *6* буровой вышки *7*.

С колонной бурильных труб соединяют ведущую

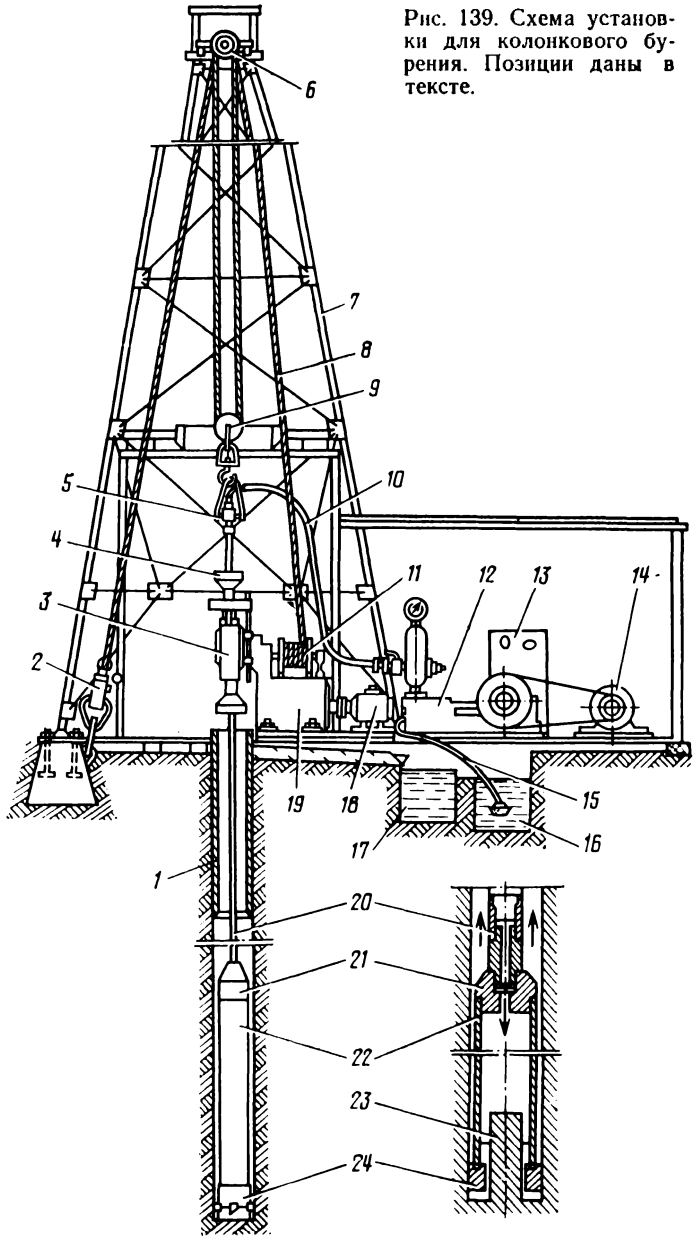


Рис. 139. Схема установки для колонкового бурения. Позиции даны в тексте.

трубу, которая закрепляется в зажимных патронах *4* шпинделя *3* бурового станка *19*, приводимого в действие от двигателя *18*. Через шпиндель колонне бурильных труб передается вращательное движение и создается нагрузка на породоразрушающий инструмент. На ведущую трубу навертывают вертлюг-сальник *5*, соединенный нагнетательным шлангом *10* с буровым насосом *12*.

Контролируют осевую нагрузку на породоразрушающий инструмент с помощью указателей давления на забой, установленных на станке, или индикатора веса *2*, встроенного в неподвижный конец каната *8* лебедки.

Буровой насос *12* приводится в действие от двигателя *14*. Промывочная жидкость из приемной емкости *16* через всасывающий шланг *15* непрерывно подается буровым насосом через вертлюг-сальник, ведущую трубу и колонну бурильных труб, охлаждая породоразрушающий инструмент и вынося частицы разрушенной породы по затрубному пространству между буровым снарядом и стенками скважины на поверхность в отстойник *17*. Очищенная от шлама промывочная жидкость вновь подается насосом в скважину. Расход промывочной жидкости, подаваемой в скважину, регулируют трехходовым краном, установленным на нагнетательной линии бурового насоса.

Буровая коронка разрушает породу, внедряясь по кольцевому забою и оставляя неразрушенный столбик породы *23* — керн. По мере углубления скважины керн заполняет колонковую трубу. После заполнения ее керном снаряд поднимают на поверхность. Поднимают его также при резком снижении механической скорости бурения, вызванном износом буровой коронки. Перед подъемом снаряда керн в колонковой трубе предварительно заклинивают.

В крепких породах керн заклинивают кернорвательным устройством, а при его отсутствии — битым стеклом или фарфором, засыпаемым через колонну бурильных труб.

В мягких породах керн заклинивают путем затирки «всухую» при прекращении подачи в скважину промывочной жидкости и кратковременном вращении снаряда при повышенной осевой нагрузке.

Поднимают снаряд так же, как и при роторном бурении, с помощью лебедки станка при выключенном буровом насосе. Развинчивают колонну бурильных труб

на отдельные звенья — свечи вручную шарнирными ключами (при бурении неглубоких скважин) или механическим труборазворотом, устанавливаемым над устьем скважины. Свеча состоит из двух-трех бурильных труб, и длина ее зависит от высоты вышки. Располагают бурильные свечи в определенном порядке в буровой вышке.

После подъема снаряда и извлечения керна, а при необходимости и замены буровой коронки буровой снаряд вновь спускают в скважину и продолжают бурение.

В качестве промывочной жидкости при колонковом бурении чаще всего применяют воду, а в неустойчивых породах, склонных к обвалам, — глинистый раствор. В тех случаях, когда специальные глинистые растворы не дают положительных результатов, бурение прекращают и стенки скважины крепят колонной обсадных труб, свободно опускаемых в скважину. Затрубное пространство цементируют. После затвердения цементного раствора бурение продолжают, но уже буровым снарядом меньшего диаметра.

§ 2. Твердосплавное бурение

Твердосплавное бурение находит широкое применение при сооружении скважин в породах I—VII категорий.

Основные параметры режима твердосплавного бурения: осевая нагрузка на коронку, частота вращения бурового снаряда, расход промывочной жидкости.

При выборе режима бурения необходимо стремиться к такому сочетанию параметров, при котором достигается высокая скорость бурения при высоком качестве работ (высокий выход керна, отсутствие отклонения от заданного направления и т. д.).

Влияние режима бурения на скорость при твердосплавном бурении в различных породах неодинаково.

При бурении мягких пород основное значение имеет режим промывки скважины, так как в этом случае промывочная жидкость не только выносит разрушенные частицы породы, но и сама разрушает породу забоя, а в плотных породах средней твердости основное значение имеют осевая нагрузка на коронку и частота вращения снаряда. Твердые абразивные породы рекомендуют бурить с минимальной частотой вращения при повышенной

осевой нагрузке на коронку. Увеличение частоты вращения снаряда при бурении абразивных, а также трещиноватых пород ведет к интенсивному износу резцов и преждевременному выходу коронки из строя.

Осевая нагрузка определяется, исходя из твердости буримости пород и числа резцов в коронке. Осевая нагрузка, приходящаяся на один резец, составляет 100... 1 500 Н.

Для ребристых и мелкорезцовых коронок нагрузку в начале рейса делают минимальной, а по мере затупления резцов к концу рейса доводят до максимальной.

Частоту вращения коронки определяют по формуле

$$n = v_к/\pi D_{к.ср},$$

где $v_к$ — окружная скорость коронки, $v_к$=0,6...2 м/с; $D_{к.ср}$ — средний диаметр коронки (мм).

$$D_{к.ср} = (D_{к.нар} + D_{к.вн})/2,$$

где $D_{к.нар}$ — наружный диаметр коронки, мм; $D_{к.вн}$ — внутренний диаметр коронки, мм.

Для бурения принимают частоту вращения по характеристике бурового станка, ближайшую к определенной по формуле.

Расход промывочной жидкости (л/с) находят по формуле:

$$Q = \frac{\pi}{40}(D^2 - d^2)v,$$

где D — диаметр скважины, дм; d — наружный диаметр бурильных труб, дм; v — скорость восходящего потока в кольцевом зазоре, v= =0,3...0,5 м/с.

В процессе бурения происходит износ подрезных резцов, в результате чего уменьшается наружный диаметр коронки и соответственно сужается ствол скважины. Поэтому после спуска в скважину новой коронки буровой снаряд не доводят до забоя, а разбуривают ствол с промывкой при медленной подаче бурового снаряда к забою. После достижения коронкой забоя переходят на обычный для данных пород режим бурения.

Разновидностью твердосплавного бурения является безнасосное бурение, которое применяют с целью повышения выхода керна и улучшения его качества в рыхлых, легкорастворимых породах, а также как самостоятельный способ сооружения неглубоких скважин при затруднениях с водоснабжением. Обязательное условие

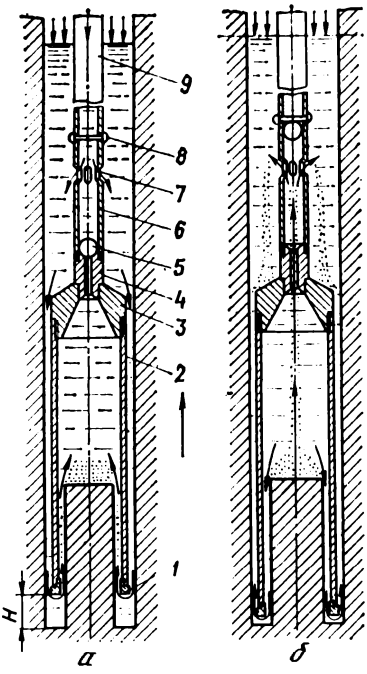


Рис. 140. Схема работы колонкового снаряда при безнасосном бурении:

а — при подъеме; *б* — при опускании. Позиции даны в тексте.

применения этого способа — наличие в скважине столба жидкости высотой, несколько большей, чем длина колонкового снаряда.

Колонковый снаряд безнасосного бурения (рис. 140) опускается в скважину на колонне бурильных труб *9*. В качестве породоразрушающего инструмента *1* используют серийные твердосплавные коронки с возможно бо́льшим выходом подрезных резцов.

В процессе бурения колонковый снаряд расхаживают (периодически поднимают над забоем и сбрасывают). Во время подъема снаряда над забоем клапан *5* перекрывает отверстие ниппеля *4*, а жидкость в результате создаваемого под клапаном разрежения из затрубного пространства поступает в колонковую трубу *2*, захватывая с забоя шлам. При движении снаряда вниз клапан под давлением жидкости приподнимается и жидкость через отверстия *7* в шламопроводящей трубе *6* снова попадает в затрубное пространство. Движение клапана *5* вверх по шламопроводящей трубе ограничено шпилькой *8*, установленной выше отверстий *7*.

Таким образом, в результате расхаживания снаряда происходит призабойная циркуляция промывочной жидкости. Мелкий шлам вместе с жидкостью через отверстия *7* изливается обратно в скважину, а более крупные частицы породы осаждаются над керном в колонковой трубе *2*. **Для улавливания шлама рекомендуется применять снаряды со шламовой трубой.**

Основные параметры режима безнасосного бурения следующие: частота расхаживания бурового снаряда, высота подъема снаряда над забоем, осевая нагрузка на коронку, частота вращения бурового снаряда.

Частота расхаживания бурового снаряда (число двойных ходов снаряда в минуту) зависит от буримых пород: в известняках, песчаниках, сланцах она равна 10...15, в глинах, мягких известняках, доломитах, алевролитах — 15...20, в мягких песчано-глинистых породах — 20...25, в песках — 40...60.

Высота подъема снаряда над забоем обычно не превышает 10 см.

Осевую нагрузку на коронку при бурении принимают 1,5...2,5 кН в мягких породах (при диаметре буровых коронок 93 и 112 мм) и 2...4 кН в более твердых породах, в частоту вращения снаряда—из расчета окружной скорости 0,6 м/с для песчаных и 0,8 м/с для глинистых пород.

При бурении в мягких породах допустимая длина рейса составляет 1...1,5 м, в более твердых она может быть увеличена до 2,5...3 м. Керн заклинивают методом затирки «всухую» без расхаживания снаряда.

§ 3. Дробовое бурение

Дробовое бурение применяют в породах высокой категории по буримости (VII—XII). В качестве разрушающего материала используют чугунную, стальную литую дробь и больше всего стальную дробь-сечку. Ее расход в 4...6 раз меньше, а скорость в 1,5...2 раза выше, чем при бурении чугунной дробью.

Стальную дробь-сечку изготавливают, как правило, в виде цилиндров, высота которых равна их диаметру, из стальной проволоки марок 60, 70 и У7 и У8, диаметром 2...4 мм.

В процессе бурения находящаяся в скважине дробь частично располагается под торцом коронки, а бо́льшая ее часть находится во взвешенном состоянии в зазоре между коронкой и стенками скважины. При вращении бурового снаряда дробь, находящаяся под торцом коронки, захватывается коронкой и, перекатываясь по забою, вдавливается в породу, разрушая ее. Промывочная жидкость, омывая забой, поднимается по затрубному пространству, вынося частицы разрушенной породы и

отработанную дробь в шламовую трубу. Более легкие частицы потоком промывочной жидкости выносятся на поверхность. Одновременно поток промывочной жидкости поддерживает запас буровой дроби во взвешенном состоянии в затрубном пространстве между дробовой коронкой и стенками скважины.

Разрушенная дробь постоянно заменяется новой, находящейся в кольцевом зазоре между коронкой и стенками скважины. Под торец коронки она поступает через вырез в корпусе коронки.

В настоящее время пользуются тремя способами подачи дроби на забой скважины: рейсовым, периодическим с подачей крупных порций и мелкопорционным с применением дробопитателей.

При *рейсовом питании* в скважину засыпают такое количество дроби (1,5...5 кг), которого хватает на рейс (5...6 ч чистого бурения). В неглубокие вертикальные скважины дробь засыпают через устье, в глубокие (более 100 м) — через колонну бурильных труб после спуска инструмента.

При *периодическом питании крупными порциями* перед началом бурения через колонну бурильных труб засыпают первую порцию стальной дроби-сечки. Масса ее при бурении принимается из расчета 200...300 г на 1 см диаметра коронки для непрерывной работы в течение 2...3 ч. Затем периодически (через 1,5 ч) подсыпают дополнительные порции (15...20 г дроби на 1 см диаметра коронки).

При *мелкопорционном питании* масса первоначальной порции стальной дроби-сечки составляет 0,6...1,2 кг с непрерывной подсыпкой в процессе бурения с помощью дробопитателя небольших порций дроби (от 0,05 до 0,21 кг).

Один из наиболее важных параметров дробового бурения — расход подаваемой в скважину промывочной жидкости, с помощью которой регулируют поступление дроби под торец коронки. Ее следует подавать в количестве, достаточном для выноса с забоя шлама и разрушенной дроби. Подача промывочной жидкости свыше допустимого значения может привести к выносу с забоя работоспособной дроби и прекращению углубки скважины. В процессе бурения изнашивается как сама дробь, так и дробовая коронка (уменьшается площадь прореза), поэтому расход промывочной жидкости,

подаваемой в скважину, соответственно уменьшают.

Расход промывочной жидкости (л/с) рассчитывают по формуле

$$Q = q_0 D,$$

где D — диаметр дробовой коронки, см; q_0 — удельный расход промывочной жидкости на 1 см диаметра коронки, л/с.

Удельный расход в начале рейса должен быть 0,06... 0,07 л/с, а в конце — 0,03...0,04 л/с.

Регулируют подачу промывочной жидкости трехходовым краном, установленным на нагнетательной линии бурового насоса.

По окончании рейса проводят дополнительную интенсивную (q_0=0,1...0,15 л/с) промывку скважины для полной очистки забоя от шлама. Скорость дробового бурения зависит не только от расхода промывочной жидкости, но и от осевой нагрузки на долото и частоты вращения снаряда.

Осевая нагрузка на дробовую коронку зависит от качества применяемой дроби и диаметра скважины. При бурении чугунной дробью осевая нагрузка, приходящаяся на 1 см^2 рабочего торца дробовой коронки, составляет 200...300 Н, при бурении стальной дробью-сечкой — 350...500 Н. Осевую нагрузку на дробовую коронку рекомендуется создавать с помощью утяжеленных бурильных труб. Частота вращения бурового снаряда при дробовом бурении, как правило должна быть 2,5...3 с$^{-1}$.

После заполнения керном колонковой трубы или сильного износа дробовой коронки, о чем свидетельствует резкое снижение углубки скважины, заклинивают керн, отрывают его от породы забоя и поднимают буровой снаряд на поверхность.

Заклинивают керн с помощью кусочков дробленой породы, фарфора или стекла, а также алюминиевыми или медными жгутами. Заклиночный материал засыпают через колонну бурильных труб, и уплотняется он промывочной жидкостью при работающем буровом насосе. Срыв керна производится кратковременным вращением снаряда.

§ 4. Алмазное бурение

Алмазное бурение применяется в породах высокой категории по буримости и в настоящее время находит все более широкое применение по сравнению с дробовым.

Несмотря на высокую твердость, алмаз очень хрупкий минерал, поэтому необходимо осторожно обращаться с алмазными коронками как при бурении, так и при спуско-подъемных операциях.

Бурение каждой новой коронкой начинают при небольшой частоте вращения с целью приработки ее в течение 5...15 мин. Затем в зависимости от механических свойств пород и типа коронки устанавливают необходимый режим бурения.

Осевую нагрузку на алмазные коронки принимают в зависимости от твердости буримых пород и типа коронки из расчета 400...700 Н на 1 $см^2$ рабочей площади торца коронки. Для алмазных коронок диаметром 59 и 76 мм осевая нагрузка составляет 7...12 кН.

Промывка при алмазном бурении должна обеспечивать не только полный вынос разрушенной породы с забоя, но и надежное охлаждение алмазов в коронке. Скорость восходящего потока промывочной жидкости в кольцевом зазоре между бурильной колонной и стенками скважины должна быть не менее 0,6 м/с.

В качестве промывочной жидкости необходимо использовать воду и только в поглощающих или обваливающихся породах — глинистый раствор.

Частота вращения бурового снаряда — наиболее важный параметр режима алмазного бурения. Поэтому бурение алмазными коронками ведут при частоте вращения 13...17 $с^{-1}$ и более. При бурении по трещиноватым породам частота вращения бурового снаряда снижается.

Для снижения вибрации бурового снаряда, возникающей при бурении с высокой частотой вращения, необходимо применять гладкоствольные колонны бурильных труб ниппельного соединения диаметром, близким к диаметру алмазной коронки. С этой же целью буровой снаряд периодически смазывают антивибрационной смазкой.

Заклинивают керн кернорвателем. После подъема снаряда алмазную коронку и расширитель осматривают

и замеряют диаметр и высоту матрицы с точностью до 0,1 мм. При обнаружении повреждений (трещины, сколы и т. д.), а также при уменьшении наружного диаметра более чем на 0,4 мм и увеличении внутреннего диаметра более чем на 0,8 мм (для коронок) алмазные коронки и расширители отправляют на завод для извлечения оставшихся алмазов.

§ 5. Мероприятия по повышению выхода керна

Основная задача колонкового бурения — получение высокого выхода керна. При бурении твердых пород полный выход керна может быть получен обычными буровыми снарядами. Но при бурении слабоустойчивых и сильнотрещиноватых пород, когда керн разрушается от механического воздействия промывочной жидкости и вибрации вращающегося снаряда, получить кондиционный (70...80 %) выход керна, применяя обычные методы бурения, практически невозможно. По трудности отбора керна все горные породы разделены на четыре группы.

Первая группа — монолитные крепкие слаботрещиноватые породы, практически не разрушаемые промывочной жидкостью и вибрациями снаряда.

Вторая группа — сильнотрещиноватые, переслаивающиеся по твердости породы, разрушаемые промывочной жидкостью и вибрациями снаряда.

Третья группа — легкорастворимые (минеральные соли), а также многолетние мерзлые породы.

Четвертая группа — рыхлые, сыпучие и плывунные породы, размываемые промывочной жидкостью.

В соответствии с этой классификацией применяют технические средства и специальные режимы бурения.

Породы первой группы бурят обычными одинарными колонковыми наборами.

Для пород второй группы минимальные диаметры бурения составляют: при алмазном бурении — 59 мм, твердосплавном — 76 мм и дробовом — 91 мм. Увеличить выход керна можно с помощью эжекторных колонковых снарядов с обратной призабойной циркуляцией промывочной жидкости. Когда невозможно получить достаточный выход керна с помощью одинарных и эжекторных колонковых снарядов, пользуются специальными

двойными колонковыми трубами. Породы, испытывающие сильное разрушающее воздействие от потока промывочной жидкости и незначительное от вибрации снаряда, бурят простейшими двойными колонковыми трубами с вращающейся внутренней керноприемной трубой. Для взятия керна в породах второй группы применяют также двойные колонковые трубы с невращающейся внутренней керноприемной трубой.

При бурении пород третьей группы, чтобы предохранить керн от растворения, необходимо использовать насыщенные растворы солей, из которых состоят породы. Бурение в этом случае ведут обычными колонковыми наборами с применением в качестве породоразрушающего инструмента твердосплавных коронок диаметром не менее 93 мм.

В породах четвертой группы рекомендуется применять двойные колонковые трубы при минимальной подаче промывочной жидкости, а также безнасосный способ бурения.

При инженерно-геологических работах отбор керна в породах четвертой группы проводят в основном с помощью забивных или обуривающих грунтоносов.

Контрольные вопросы. 1. Когда применяют колонковое бурение? 2. Каким буровым снарядом производят забуривание скважины? 3. Как отбирают керн при колонковом бурении? 4. Как поднимают буровой снаряд из скважины? 5. Как определяют основные параметры режима твердосплавного бурения? 6. Когда применяют безнасосное бурение? 7. Как циркулирует промывочная жидкость при безнасосном бурении? 8. Как происходит разрушение породы при дробовом бурении? 9. Каким образом регулируют промывку при дробовом бурении? 10. Как выбирают осевую нагрузку при алмазном бурении? 11. Какую промывочную жидкость следует применять при алмазном бурении? 12. Как повысить выход керна при бурении рыхлых, размываемых промывочной жидкостью пород?

Глава 4

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ БУРЕНИЯ

§ 1. Шнековое бурение

Шнековое бурение — разновидность вращательного способа бурения, при котором разрушенная на забое порода транспортируется на поверхность по спиральным лопастям колонны шнеков, причем бурение совмещено с удалением породы с забоя без промывки или продувки.

Основная часть бурового снаряда при шнековом бурении — колонна шнеков, на нижнем конце которой закрепляется породоразрушающий инструмент (долото).

Быстрое внедрение долота в мягкую породу с относительно низкой температурой обеспечивает его охлаждение. Незначительная скорость продвижения долота в твердых породах приводит к сильному нагреву и преждевременному выходу его из строя. Поэтому шнековое бурение более эффективно в рыхлых, мягких и средней твердости породах.

Шнековый способ позволяет получить высокие механические скорости бурения, особенно при бурении мягких пород и слабосцементированных галечников.

Основные параметры режима бурения — осевая нагрузка на долото и частота вращения буровой колонны.

Увеличение осевой нагрузки, как правило, повышает скорость бурения. Однако при этом возрастает и объем разрушаемой породы, что может привести к образованию на витках шнека пробок породы. При бурении в породах, представленных устойчивыми песчано-глинистыми отложениями, осевая нагрузка должна быть не более 4...5 кН.

Породы средней твердости бурят с принудительной нагрузкой на долото до 8...10 кН.

Как только на шнеках начинают образовываться пробки, давление снимают и расхаживают буровой снаряд.

С увеличением частоты вращения шнеков механическая скорость бурения во всех случаях возрастает, особенно при бурении рыхлых пород. Как показывает опыт шнекового бурения, частота вращения буровой колонны должна быть в пределах 1,7...3,3 $с^{-1}$. При бурении с частотой вращения меньше 1,7 $с^{-1}$ ухудшается транспортировка породы, а при частоте вращения 3,3 $с^{-1}$ происходит вибрация инструмента, поэтому при такой частоте вращения обычно очищают шнеки при холостом вращении буровой колонны. Для этого перед наращиванием очередного шнека колонну 60...75 с вращают без подачи снаряда на забой.

Водоносные пески мощностью до 2,5...3 м бурят при больших частотах вращения колонны и максимальной нагрузке на долото. После бурения песчаного интервала

и внедрения долота в подстилающие устойчивые породы необходимо несколько раз провести расхаживание шнековой колонны для создания и уплотнения корки на стенках скважины.

В неустойчивых породах (плывунах или водоносных песках) большой мощности бурят с одновременным креплением стенок скважины обсадными трубами. Здесь колонна шнеков вращается внутри обсадных труб, которые под действием собственной массы опускаются по мере углубления скважины. Частота вращения не больше 1 $с^{-1}$.

Основное условие, определяющее эффективность бурения глинистых пород, — обеспечение непрерывного выноса разрушенной породы на поверхность. Для этого необходимо использовать долота, конструкция которых обеспечивает плавный переход с режущих лопастей на спираль шнека.

При бурении вязких плотных глин на забой периодически подливают воду.

При шнековом способе бурения бурильщик должен внимательно следить за выносом породы из скважины и нагрузкой на приводной двигатель. При образовании пробки породы на витках шнека прекращается вынос породы на поверхность и увеличивается расход мощности на вращение колонны. В этом случае приподнимают снаряд над забоем на 0,5...0,7 м и вращают его 1... 2 мин с максимальной частотой для очистки шнеков от породы. Когда ликвидировать образующиеся пробки породы невозможно, бурят рейсами, то есть периодически поднимают буровой снаряд. Для этого долото и 1...2 шнека опускают в скважину на колонне гладких труб. После углубления на 1...1,5 м снаряд извлекают. Производительность бурения при рейсовом способе резко снижается.

Галечниковые отложения бурить шнековым способом эффективнее, чем вращательным с прямой промывкой, так как шнеки транспортируют даже крупную гальку без предварительного дробления ее. При бурении галечниковых отложений долота быстро изнашиваются, режущие грани затупляются и скорость бурения снижается, поэтому их армируют твердосплавными резцами. Чтобы улучшить вынос гальки на поверхность, рекомендуется бурить при частоте вращения снаряда до 5 $с^{-1}$.

§ 2. Гидродинамический способ бурения

При гидродинамическом способе бурения горные породы разрушаются на забое гидравлической струей. Струя воды, выбрасываемая из гидронасадка со скоростью до 60 м/с под давлением до 0,3 МПа, размывает породу на забое, и фильтровая или обсадная колонна труб погружается в грунт. Разрушенная на забое порода выносится на поверхность по затрубному пространству. Гидродинамическое бурение применяют в песчаных отложениях, супесях (при наличии прослоек глины эффективность его резко падает) для погружения обсадных труб диаметром 600...1 000 мм на глубину до 20 м, фильтровых колонн диаметром 250...350 мм на глубину до 40 м, эжекторных иглофильтров диаметром 75...100 мм на глубину до 25 м и для погружения легких иглофильтров диаметром до 50 мм на глубину 4...9 м.

При бурении среднезернистых песков расход воды составляет 20...30 м^3/ч при напоре 3 м, крупнозернистых — соответственно 30...40 м^3/ч и 8 м. В гравелистых песках, сильно поглощающих воду, одновременно с подачей воды на забой подводят сжатый воздух от компрессора. Работать насос и компрессор должны без остановок, так как при временном прекращении подачи воздуха вода с разрушенной породой забивает отверстия распылительного кольца гидронасадка.

Для бурения скважин на воду гидродинамическое бурение не получило широкого распространения.

§ 3. Вибрационный способ бурения

При вибрационном способе бурения горные породы на забое скважины разрушаются механическими колебаниями большой частоты, создаваемыми вибрационной машиной и передаваемыми породоразрушающему инструменту через колонну бурильных труб. Используют этот способ в основном при бурении скважин глубиной 25...30 м в мягких и рыхлых породах. Вибрационный способ бурения подразделяется на вибровращательное и виброударное бурение.

Вибровращательное бурение, при котором, помимо вибрационного и осевого усилий, породоразрушающему инструменту передается и крутящий момент (враще-

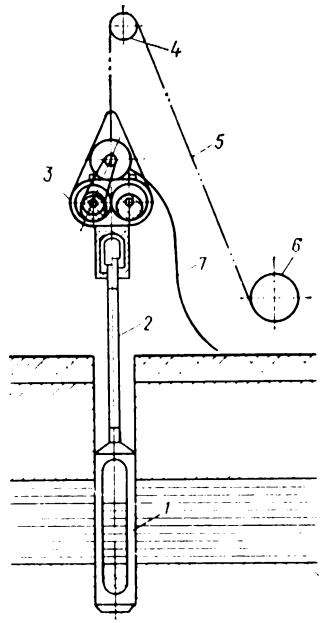


Рис. 141. Схема виброударного бурения:

1 — виброзонд; *2* — бурильная колонка; *3* — вибромолот; *4* — ролик; *5* — канат; *6* — лебедка; *7* — электрокабель.

ние), может быть использовано и для бурения твердых пород.

Виброударное бурение осуществляют с помощью вибромолота. Прижатому к забою инструменту через бурильную колонну вибромолотом сообщают частые удары, направленные в сторону забоя. Под действием этих ударов забойный инструмент внедряется в породу и разрушает ее (рис. 141). С увеличением длины колонны бурильных труб колебания породоразрушающего инструмента затухают и скорости углубки скважины резко снижаются.

В настоящее время вибрационные установки разделяют на переносные, передвижные и самоходные. Передвижные установки обычно монтируют на одноосном колесном прицепе, а самоходные — на автомобилях или тракторах.

Контрольные вопросы. 1. Когда применяют шнековое бурение? 2. Как разрушают породу при гидродинамическом бурении и когда его следует применять? 3. Что нужно делать при бурении в плотных глинах, чтобы увеличить скорость бурения?

Глава 5

АВАРИИ ПРИ БУРЕНИИ, ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ И ЛИКВИДАЦИЯ

§ 1. Классификация аварий

Аварией при бурении называют непредвиденное прекращение углубки скважины, вызванное нарушением состояния самой скважины или находящегося в ней бурового снаряда. Аварии замедляют темпы работ, снижая

производительность и увеличивая стоимость сооружения. При крупных авариях скважины перебуривают.

Аварии, возникающие при бурении скважин на воду, могут быть вызваны следующими причинами: геологическими (обвалы стенок скважины в неустойчивых породах, сильная закарстованность и трещиноватость пород, тектонические нарушения, встреча плывунов с большим напором и т. п.); техническими (использование неисправного или изношенного оборудования и бурильного инструмента); технологическими (нарушение основных правил технологии бурения, неправильный выбор режима бурения и т. д.); организационными (низкая квалификация буровых мастеров, небрежное отношение к оборудованию и инструменту, низкая трудовая дисциплина в бригаде и т. д.).

Аварию в скважине важно своевременно обнаружить, чтобы облегчить ее ликвидацию. Ниже дается классификация аварий, возникающих при бурении.

Аварии	Причины их возникновения
Прихваты бурового снаряда в скважине:	
прихват или заклинивание долота, колонкового снаряда или желонки	Геологические и технологические
прижог коронки	Технологические
Обрыв бурового снаряда:	
бурильных труб	Технические и технологические
породоразрушающего инструмента	То же
каната	Технические
Падение части бурового снаряда при спуско-подъемных операциях	Технические и организационные
Обрыв обсадной или фильтровой колонны:	
отвинчивание нижней части обсадной колонны в процессе бурения при их извлечении из скважины	Технические и организационные
Падение колонны в скважину при спуске	То же
Падение в скважину мелких предметов:	» »
мелких инструментов	Организационные
посторонних металлических предметов	То же

При обнаружении аварии следует в первую очередь определить глубину, на которой она произошла, причину и характер, а затем составить план ликвидации аварии.

§ 2. Предупреждение и ликвидация аварий

Ликвидация аварий, возникающих при бурении, осложняется невозможностью их визуального, то есть непосредственного, исследования. Поэтому главное внимание буровой мастер должен уделять предупреждению аварий, так как предотвратить их значительно легче, чем ликвидировать.

Для предупреждения аварий необходимо: соблюдать технологический режим бурения в точном соответствии с геолого-технологическим нарядом и фактическими геологическими и гидрогеологическими условиями бурения; поддерживать высокую производственную дисциплину персонала; правильно подбирать и расставлять работников буровой бригады; оснащать буровую установку требуемыми контрольно-измерительными приборами; поддерживать механизмы буровой установки в исправном и работоспособном состоянии; своевременно проводить планово-предупредительный и текущий ремонты бурового оборудования, механизмов и инструмента; полностью обеспечивать буровую инструментами и материалами (долотами, бурильными трубами, цементом, реагентами для глинистого раствора и др.); механизировать все трудоемкие операции, облегчающие труд буровиков; быстро устранять простои и перерывы в работе; четко и своевременно оформлять документацию о процессе бурения и освоения скважины.

Аварии с бурильными трубами. Во избежание обрыва бурильных труб необходимо: правильно их отрабатывать, не смешивать трубы разного качества, следить за износом и вовремя заменять; подбирать диаметр бурильных труб ближе к диаметру скважины, а также применять резиновые кольца-протекторы, защищающие трубы от трения по поверхности ствола скважины и снижающие напряжение изгиба бурильной колонны; тщательно следить за состоянием резьбовых соединений, очищать и смазывать резьбу графитовой смазкой, использовать для герметизации подмотку из пеньки; свинчивать трубы машинными ключами при спуске их в

скважину до отказа (оставлять зазоры в замковых соединениях категорически запрещается); применять утяжеленные бурильные трубы (УБТ) для улучшения работы нижней части бурильной колонны.

При обрыве бурильных труб мастер прекращает бурение и поднимает на поверхность верхнюю оборвавшуюся часть бурильной колонны. По длине поднятых бурильных труб устанавливают местонахождение верхнего конца оставленного в скважине снаряда, а по нижнему концу поднятой части — характер обрыва, и подбирают ловильный инструмент.

При выборе ловильного инструмента нужно знать, что при работе овершотом нельзя восстановить циркуляцию промывочной жидкости через долото, а при работе метчиком и колоколом нельзя освободиться от захваченного снаряда. Поэтому лучше всего применять шлипс с промывкой, при помощи которого можно восстановить циркуляцию промывочной жидкости и освободить его от оставшегося в скважине снаряда.

Опускают ловильный инструмент в скважину на бурильных трубах. Не доходя 1...1,5 м до места обрыва, включают буровой насос и промывают ловильный инструмент от грязи, попавшей в него при спуске. Окончив промывку, медленно опускают ловильный инструмент (метчик или колокол) и осторожно на 3...4 витка резьбы соединяют его с верхним концом находящегося в скважине снаряда или накрывают оборвавшийся конец шлипсом или овершотом. Затем, закачивая в скважину промывочную жидкость для удаления осевшего шлама, начинают приподнимать снаряд и, если это удалось, ввертывают до отказа ловильный инструмент и извлекают снаряд из скважины.

Если оборвавшийся конец бурильной колонны сдвинут к стенке скважины и деформирован, то по отпечатку конца оборванной трубы выбирают ловильный инструмент и опускают его с направляющими воронками (а иногда в комбинации с отводными крючками) в скважину для извлечения бурового снаряда.

Прихват бурового снаряда. Для предупреждения прихватов бурового снаряда в скважине необходимо: обеспечить высокое качество глинистого раствора при бурении в рыхлых, неустойчивых породах и проводить постоянный контроль за его параметрами в процессе бурения; промывку скважины при спуске бурового сна-

ряда начинать, не доходя 3...5 м до забоя; при внезапном прекращении циркуляции промывочной жидкости приподнять снаряд над забоем на длину ведущей трубы; при бурении в пучащихся породах применять глинистый раствор с повышенной плотностью и с малой водоотдачей; перед подъемом бурового снаряда обязательно промыть скважину без углубки для полной очистки ствола скважины от шлама, при роторном бурении промывку провести также перед наращиванием бурового снаряда; при замене изношенного долота новым, не доходя до забоя 15...20 м, проработать ствол скважины на первой скорости при медленном спуске; при дробовом бурении соблюдать режим промывки, подавая в скважину строго определенное количество промывочной жидкости, соответствующее применяемому способу питания забоя дробью и размеру дроби; перед заклиниванием керна и подъемом его скважину тщательно промыть (заклинивают керн как можно быстрее); затирку «всухую» для подъема керна в рыхлых породах осуществлять на глубину не более 3...5 см во избежание прижога коронки; при ударно-канатном способе бурения долото выбирать в зависимости от характера и состояния пород забоя, систематически проверять длину лезвий долота и их боковых перьев (сузившийся ствол скважины обработать округляющим долотом).

При прихвате бурового снаряда расхаживают его с помощью лебедки или гидравлической системы станка и восстанавливают нарушившуюся циркуляцию промывочной жидкости.

При заклинивании снаряда во время продвижения его к забою или бурения скважины быстро увеличивают подачу промывочной жидкости, а снаряд пока не расхаживают. После 2...5 мин промывки пытаются поднять снаряд, если это не удается, продолжают промывку и начинают расхаживать снаряд с одновременным вращением его.

Если эти мероприятия не дают положительных результатов, снаряд выбивают забивным снарядом или поднимают домкратами.

В случае прихвата снаряда осевшим на него сверху шламом или обвалившейся породой сначала восстанавливают циркуляцию, а затем размывают шламовую пробку.

Если циркуляция полностью нарушена и восстано-

вить ее нельзя, размывают завал сверху через дополнительно спущенную бурильную колонну.

При прихвате снаряда шламом в известковых породах эффективно применять ванны из раствора соляной кислоты.

Аварии с породоразрушающим инструментом. Для предупреждения аварий с породоразрушающим инструментом необходимо: тщательно проверять исправность долот, особенно в сварочных швах (шарошки долот должны легко вращаться от руки); обеспечивать прочное крепление резьбовых соединений породоразрушающего инструмента (долот, коронок); подавать долото на забой скважины плавно, без рывков; не допускать чрезмерной нагрузки на породоразрушающий инструмент.

При обрыве или отвинчивании долота, если оно не прихвачено на забое и расположено вертикально по оси скважины, извлекают его колоколом, метчиком или шлипсом.

При спуске колокола в скважину, не доходя 2...3 м до долота, начинают промывку и, вращая инструмент вручную, пытаются захватить долото за резьбовую часть. При удачном захвате давление на манометре насоса сразу же увеличивается. Тогда колокол закрепляют вращением ротора и приступают к подъему долота. При ловле корпусного долота вместо колокола используют метчик.

Если долото лежит на забое боком или отклонилось от оси скважины, его сначала ставят вертикально, используя для этой цели отводной крючок, а затем применяют колокол или метчик.

Захват долота шлипсом проводят так же, как захват замка бурильной трубы. Если долото лежит на забое боком и прихвачено так сильно, что не удается поднять, долото разбуривают сплошным фрезером, но это очень трудоемкая и длительная операция. Значительно быстрее можно разрушить долото, применяя кумулятивное (направленное) торпедирование, а затем поднять его разрушенные части магнитным фрезером или пауком. Отдельные части долота (шарошки, лапы и др.) поднимают из скважины также магнитным фрезером или пауком.

При спуске магнитного фрезера, не доходя до забоя 2...3 м, начинают промывку и вращение фрезера с частотой не более 1,3 $с^{-1}$. При захвате фрезером оставшейся

части долота промывку прекращают и фрезер осторожно поднимают на поверхность.

При обрыве дробовой коронки прежде всего тщательно промывают скважину. Затем разбуривают керн в коронке крестовым долотом и опускают в скважину метчик, с помощью которого извлекают коронку.

Обрыв колонковых и обсадных труб. Оборвавшуюся колонковую, или шламовую трубу, если она не прихвачена породой, поднимают из скважины при помощи труболовки или метчика.

Аварии с обсадными трубами при бурении скважин на воду относительно редки. Наиболее сложной аварией считают отвинчивание и уход нижней части обсадной колонны. В этом случае извлекают на поверхность верхнюю часть ее, а нижнюю ловят с помощью метчика или труболовки, но иногда бывает целесообразнее скважину перебурить. Изогнутые и измятые обсадные трубы выпрямляют различными оправками, развертками и специальными оправочными долотами.

Документация аварий. Об аварии, происшедшей на скважине, составляют акт, в котором дают краткое описание аварии, а также заключение комиссии, составившей акт, о причинах аварии и конкретном ее виновнике. Акт должен быть подписан прорабом буровых работ и мастером-бурильщиком.

Контрольные вопросы. 1. Какие основные аварии происходят при роторном бурении? 2. Какие меры предпринимают для предупреждения прихвата бурового снаряда? 3. Как избежать обрыва бурильной колонны?

Глава 6

КРЕПЛЕНИЕ СКВАЖИН

§ 1. Обсадные трубы

Обсадными трубами крепят стенки скважины в неустойчивых породах и изолируют неиспользуемые водоносные горизонты, а также перекрывают отдельные участки скважины для их опробования.

При бурении скважин на воду роторным и ударно-канатным способами скважины обычно крепят стальными бесшовными трубами (ГОСТ 632—80) муфтового соединения диаметром 114, 140, 146, 168, 178, 194, 219, 245, 273, 299, 324, 340, 407 и 508 мм.

На обоих концах трубы нарезается наружная коническая резьба, которая может быть короткой, нормальной и удлиненной. Соединяют обсадные трубы между собой с помощью муфт, имеющих соответствующую трубам внутреннюю резьбу. Обсадные трубы муфтового соединения диаметром от 114 до 245 мм имеют 8 витков резьбы, а трубы большего диаметра — 6 витков на 25,4 мм. Длина труб от 9,5 до 13 м, а толщина стенки от 5,2 до 16,5 мм.

Изготавливают также обсадные бесшовные стальные трубы повышенной прочности и герметичности соединений. Это — трубы ОТТМ, ОТТГ и ТБО. В соединениях этих труб применена трапецеидальная резьба с конусностью 1 : 16, глубиной 1,6 мм и шагом 5,08 мм. Трубы ОТТМ и ОТТГ гладкие, с муфтами. Трубы ТБО безмуфтовые, имеют на одном конце наружную высадку, где нарезана внутренняя резьба. На другом конце трубы нарезается наружная резьба.

Выпускают трубы ОТТМ диаметром от 114 до 340 мм, трубы ОТТГ — от 114 до 273 мм, а трубы ТБО — от 127 до 194 мм.

Для крепления разведочно-эксплуатационных скважин при бурении колонковым способом применяют обсадные трубы ниппельного соединения (ГОСТ 6238—77) диаметром 89, 127, 146 и 168 мм, изготавливаемые из стали марок С и Д.

Скважины небольшой глубины можно крепить безниппельными обсадными трубами с наружной резьбой на одном конце и внутренней на другом, соединяемыми одна в другую.

Для крепления стенок скважины больших диаметров используют стальные электросварные трубы диаметром от 426 до 1 420 мм (ГОСТ 10704—76), соединяемые электро- или газосваркой.

В зависимости от глубины и диаметра скважины, геологических условий и способа бурения применяют трубы соответствующих размеров и толщины стенок.

Наряду с металлическими трубами скважины иногда крепят асбестоцементными и полиэтиленовыми трубами.

Асбестоцементные трубы намного легче металлических, не подвержены коррозии и отложениям минеральных солей и осадков, что особенно важно при эксплуа-

тации скважин с агрессивными водами. С поверхностью асбестоцементных труб легко схватывается цементный раствор, закачиваемый в скважину при проведении затрубной цементации. Недостаток асбестоцементных труб — хрупкость и низкая прочность. Кроме того, вследствие большой толщины стенок асбестоцементных труб, необходимо, чтобы диаметр скважины был на 75...100 мм больше, чем диаметр скважины при креплении металлическими трубами.

Для крепления скважин используют асбестоцементные трубы типа ВТ6, ВТ9, ВТ12 и ВТ15 (ГОСТ 539—80), рассчитанные на давление не ниже 0,6 МПа. Рекомендуется использовать асбестоцементные трубы для крепления скважин глубиной до 350...400 м при вращательном способе бурения. При этом трубы ВТ6 используют для крепления неглубоких (до 30...40 м) скважин. Выпускают асбестоцементные трубы с условным проходным сечением 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400 и 500 мм, длиной 2 950, 3 950, 5 000 и 5 950 мм.

Соединяют асбестоцементные трубы между собой асбестоцементными, стальными или пластмассовыми муфтами с соответствующими резьбами. Иногда, учитывая, что трубы с муфтовым соединением ослаблены расточкой под резьбу, применяют безрезьбовое муфтовое соединение — обычные асбестоцементные муфты с резиновыми кольцами.

Полиэтиленовые трубы имеют хорошие санитарно-гигиенические качества, большую стойкость к ударным нагрузкам, устойчивы против коррозии и имеют небольшую плотность (0,94...0,96 г/см^3). Внутренняя их поверхность, в отличие от металлических труб, практически не зарастает различного рода отложениями, оставаясь в течение длительного времени гладкой. Они легко поддаются механической обработке. Недостаток полиэтиленовых труб — резкое ослабление их прочности при надрезах, что исключает возможность применения резьбовых соединений для труб с толщиной стенки менее 10 мм. Поэтому соединяют полиэтиленовые трубы между собой в основном методом сварки встык.

Полиэтиленовые трубы (ГОСТ 18599—73) изготавливают из полиэтилена низкого и высокого давлений. Полиэтилен высокого давления более прочен и термостоек и менее эластичен, чем полиэтилен низкого давления. Трубы из полиэтилена низкого давления выпускают

диаметром от 10 до 630 мм, а из полиэтилена высокого давления — диаметром от 10 до 160 мм.

Широко используют полиэтиленовые трубы при креплении скважин, вскрывающих агрессивные и высокоминерализованные воды, где особенно велико коррозионное воздействие на обсадные трубы.

§ 2. Подготовка скважин и труб к креплению

Перед спуском обсадных труб в скважину ее тщательно прорабатывают и промывают. Проработку скважины проводят новым долотом, диаметр которого равен диаметру последнего долота, спускаемого в скважину. Желательно над долотом устанавливать расширитель или центратор.

Для устранения всех неровностей на стенках скважины скорость проработки должна быть 25...30 м/ч, а подача снаряда — плавной и равномерной. После окончания проработки скважину промывают до тех пор, пока параметры глинистого раствора, входящего и выходящего из скважины, не станут одинаковыми.

При подъеме бурильных труб из скважины их тщательно замеряют стальной рулеткой для точного определения глубины забоя.

Перед спуском в скважину следует проверить качество обсадных труб, обратив особое внимание на их прямолинейность и исправность резьбовых соединений. Кривизну и овальность труб проверяют шаблонами, изготовленными из двух дисков, расположенных на расстоянии 400...500 мм один от другого и жестко скрепленных между собой (рис. 142). Диаметр дисков должен быть на 3...5 мм меньше внутреннего диаметра труб, а толщина равна 10 ... 12 мм. Шаблон прикрепляют к металлическому стержню или газовой трубе диаметром 25...32 мм и пропускают через каждую трубу, подготовленную к спуску. Проходить он должен свободно.

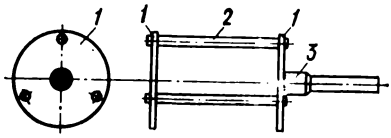


Рис. 142. Шаблон для проверки обсадных труб:

1 — диски; *2* — тяги; *3* — муфта.

Резьбу на трубах и муфтах тщательно очищают жесткой волосяной щеткой, промывают керосином и смазывают графитовой смазкой. Незначительные вмятины или

заусенцы на резьбе сглаживают тонким напильником.

После очистки и проверки резьбы муфт и труб на них навинчивают предохранительные кольца и ниппеля, которые снимают при спуске труб в скважину. Каждую трубу замеряют стальной рулеткой и пишут на ней мелом длину и порядковый номер. Эти же данные по каждой трубе записывают в особую ведомость, которая прилагается к акту на спуск обсадной колонны.

Проверенные и отобранные трубы укладывают на помосте около буровой в порядке, соответствующем последовательности их спуска в скважину.

Рекомендуется иметь 2...3 трубы в запасе. На концы труб, обращенных в сторону скважины, навинчивают муфты, а на противоположный конец первой трубы — башмак, который дополнительно приваривают электросваркой. Если, кроме башмака, устанавливают обратный клапан и стоп-кольцо для цементирования колонны, то их тоже после закрепления на трубах приваривают.

Перед спуском обсадной колонны буровой мастер проверяет исправность буровой вышки (мачты), талевой системы, грузоподъемного оборудования, инструмента и принадлежностей для обсадных труб.

Все подготовительные работы необходимо организовать так, чтобы после промывки скважины и подъема бурильной колонны сразу приступить к спуску обсадных труб.

§ 3. Спуск и извлечение обсадных труб

Спускают обсадную колонну плавно и равномерно под руководством мастера-бурильщика на элеваторах или металлических хомутах в порядке их нумерации. При наращивании (свинчивании) труб мастер осматривает резьбу и следит за соединением их до конца резьбы. Перед завинчиванием резьбу смазывают суриком с примесью олифы и графита или специальной пастой. Трубы завинчивают сначала цепными ключами, а последние 3...4 витка — машинными ключами с катушки лебедки. При недовинчивании резьбы на 5...6 витков, а также при слишком легком (от руки) соединении на всю резьбу трубу заменяют во избежание обрыва обсадной колонны при спуске.

Муфты трех-четырех нижних труб после завинчива-

ния приваривают к трубе электросваркой, чтобы трубы после окончания цементации скважины при разбуривании направляющей пробки, обратного клапана или стопкольца не отвинчивались.

Если во время спуска колонна остановится вследствие прихвата породой, навинчивают цементировочную головку и промывают затрубное пространство до устранения прихвата. При спуске колонны труб в скважину вторично измеряют длину каждой трубы и заносят данные замера в буровой журнал. Перед спуском последней трубы на нее навинчивают цементировочную головку, а затем продолжают спуск, одновременно промывая скважину глинистым раствором до выравнивания плотности входящего и выходящего из скважины глинистого раствора.

По окончании промывки колонну устанавливают на хомуте или элеваторе и приступают к цементированию.

При спуске колонны с обратным клапаном ее периодически заполняют глинистым раствором, чтобы она не плавала в растворе, а имела достаточную массу для нормального спуска.

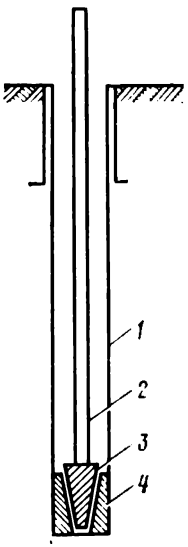


Рис. 143. Схема спуска асбестоцементной колонны. Позиции даны в тексте.

Обсадную колонну асбестоцементных труб при резьбовом соединении спускают так же, как и колонну металлических труб. Для предупреждения поломки нижней кромки первой трубы на нее навинчивают предохранительный стальной башмак.

Спуск асбестоцементной колонны *1* (рис. 143) с безрезьбовыми муфтами осуществляют в следующем порядке.

На нижний конец первой трубы навинчивают специальный стальной башмак *4* с левым отворотом *3* и бурильной трубой *2*, длина которой должна быть больше длины асбестоцементной трубы. На выступающем конце бурильной трубы закрепляют впритык к торцу шарнирный хомут. С помощью элеватора опускают трубу до устья скважины и оставляют ее подвешенной на шарнирном хомуте. Внутрь второй трубы с напрессованной муфтой продевают бурильную трубу и закрепляют ее

с обеих сторон шарнирными хомутами. Затем элеватором поднимают трубу и соединяют верхнюю бурильную трубу с нижней. После этого обсадную трубу подвешивают на веревочной петле, снимают с бурильной трубы нижний шарнирный хомут и, осторожно опуская трубу, заправляют нижний конец ее в муфту предыдущей трубы. Передвигают верхний хомут к торцу обсадной трубы и опускают колонну до устья скважины, оставляя ее неподвижной на шарнирном хомуте. Закрепляют следующую трубу и спускают колонну в той же последовательности.

Когда колонна обсадных труб достигнет намеченной глубины, поворотом бурильных труб вправо вывинчивают из башмака отворот и извлекают его вместе с бурильными трубами на поверхность.

При соединении и при спуске асбестоцементных труб в скважину нужно точно подгонять хомуты по трубам и устанавливать осторожно, чтобы не разрушить трубы при затяжке болтов.

Вращают трубы короткими деревянными воротками с петлями из пенькового каната.

Учитывая хрупкость асбестоцементных труб, оголовки скважин, закрепленных этими трубами, бетонируют.

Ненужные при постоянной эксплуатации обсадные трубы извлекают из скважин по окончании бурения или при ликвидации аварий в скважине.

Если трубы прихвачены несильно, извлекают их лебедкой буровой установки, используя талевую оснастку. Для срыва прихваченной обсадной колонны применяют выбивной снаряд или домкрат.

Запрещается извлекать обсадные трубы одновременно выбивным снарядом и домкратом во избежание срыва домкрата.

После срыва колонны с места выбивным снарядом или домкратом и извлечения из скважины одной трубы (или нескольких) колонну поднимают с помощью лебедки буровой установки.

Наиболее эффективно извлекать из скважины обсадные трубы вибраторами и вибромолотами.

Иногда, при сильном прихвате, обсадные колонны извлекают по частям, вырезая свободные обсадные трубы труборезами.

§ 4. Тампонирование скважин

Тампонируют скважины главным образом для разобщения и изоляции водоносных горизонтов.

При бурении скважин на воду тампонирование имеет большое значение для изоляции эксплуатационного горизонта от вышележащих неиспользуемых водоносных горизонтов и предохранения его от загрязненных поверхностных вод.

Различают два вида тампонирования скважин: постоянное и временное.

Постоянное тампонирование проводят цементом и, как правило, на весь срок существования скважины, а временное — с помощью специальных тампонов («пакеров») или задавливанием колонны обсадных труб в глину.

Тампонирование глиной применяют преимущественно при бурении неглубоких скважин для уплотнения затрубной части обсадной колонны, закрывающей водоносный пласт с невысоким давлением.

Если в месте намеченного тампонирования залегает пласт вязкой глины мощностью 2...3 м, тампонируют простым задавливанием или забивкой башмака обсадной колонны в глину на 0,5...1 м, предварительно пробурив этот пласт на 0,5...0,6 м.

При отсутствии на забое вязкой глины или при незначительной мощности ее пласта в скважину забрасывают небольшими порциями шарики глины диаметром 5...7 см.

Каждую порцию глины утрамбовывают спускаемой в скважину на бурильных трубах или канате металлической трамбовкой. После того как в скважине будет создана глинистая подушка мощностью 2..3 м, в нее вдавливают башмак обсадной колонны. В некоторых случаях для вдавливания глины в затрубное пространство башмак колонны обсадных труб закрывают деревянной конусной пробкой. После окончания тампонажа пробку разбуривают.

Тампонирование цементом или содержащими цемент материалами называют цементированием. Цементируют затрубное пространство скважин в основном высококачественным портландцементом марок 500—600, называемым тампонажным (ГОСТ 1581—78).

Строительный портландцемент и глиноземистый це-

мент марки 400—500 применяют для цементирования направляющих труб при забуривании скважин.

Тампонажный цемент отличается от других марок высоким сопротивлением механическим усилиям. Плотность сухого цемента 3,05...3,2, для расчетов берут среднее значение — 3,15 г/см^3.

При смешивании с водой тампонажный цемент образует легкоподвижный раствор, который со временем густеет и постепенно превращается в прочный цементный камень.

Содержание воды в растворе характеризуется водоцементным фактором, показывающим отношение массы воды к массе сухого цемента в единице объема раствора. Обычно применяют растворы с водоцементным фактором 0,4...0,5.

Сроки схватывания тампонажного цемента в пресной воде: начало схватывания через 3 ч, а конец — через 6 ч после цементации.

Для сокращения времени затвердевания цемента применяют различные ускорители (хлористый натрий — поваренная соль NaCl, хлористый кальций $CaCl_2$ или жидкое стекло), которые добавляют к цементному раствору в количестве 1...2 % от массы сухого цемента. Хлористый кальций и хлористый натрий добавляют к цементному раствору в растворенном виде. Жидкое стекло ускоряет срок схватывания цемента, но снижает прочность цементного камня. Цементный раствор нужно приготовлять и использовать как можно быстрее, чтобы предупредить его схватывание во время нагнетания в скважину. Готовят его в обычных глиномешалках или в специальных цементировочных агрегатах, смонтированных на машине. Вручную раствор готовят, только когда требуется незначительное количество его, например при забойном цементировании (башмачная заливка).

Башмачную заливку делают для изоляции нижней призабойной части обсадной колонны, поэтому раствор в затрубное пространство закачивают на высоту 2...3 м. При башмачной заливке раствор закачивают в скважину буровым насосом через заливочные трубы.

Обсадная колонна при этом подвешена над забоем на высоте 3...5 м. По окончании закачивания цементного раствора заливочные трубы приподнимают над поверхностью раствора и, промыв водой, извлекают из скважины.

Обсадную колонну опускают на забой и оставляют в покое примерно на сутки, после чего разбуривают цементную пробку в трубах и продолжают углубление скважины.

Затрубное цементирование под давлением проводят цементировочными агрегатами при необходимости подъема цемента на большую высоту в затрубном пространстве (на любое расстояние от забоя, вплоть до устья скважины).

Цементировочный агрегат состоит из водяного насоса, насоса для закачивания цементного и глинистого растворов, мерного бака, обвязки насосов, разборного металлического трубопровода для соединения агрегата со скважиной, гидравлической цементомешалки (воронки), бачка для цементного раствора.

Для цементирования скважин на воду пользуются цементировочными агрегатами 4ЦА-100, ЦА-320Л и 3ЦА-400Л (рис. 144).

Для промывки скважины перед цементированием и проведения самого цементирования применяют цементировочные головки ЦГЗ-120 и ГЦК.

Цементировочная головка ЦГЗ-120 (рис. 145) состоит из корпуса *3*, представляющего собой полый цилиндр, в нижней части которого находится конусная резьба для навинчивания корпуса головки на обсадную колонну. Корпус имеет четыре патрубка *1* для присоединения к нагнетательным трубопроводам цементировочных агрегатов. Выше этих патрубков находится верхняя цементировочная пробка, удерживаемая в корпусе головки двумя стопорами *2*. Сверху на корпус навинчена крышка *4* с тройником *5*, через который пропускают промывочную жидкость для продавливания верхней цементировочной пробки. В тройник ввинчен переходник для присоединения манометра *6*.

Цементировочными головками ЦГЗ-120 цементируют обсадные колонны диаметром от 168 до 219 мм, а ГЦК — от 273 до 426 мм.

Цементируют затрубное пространство с применением специальных цементировочных пробок, предназначенных для предохранения от смешивания цементного и глинистого растворов. Цементировочные пробки (рис. 146) изготавливают из березы, ясеня или другого крепкого дерева. Манжеты на пробках делают из упругого материала (прорезиненного ремня, листовой резины,

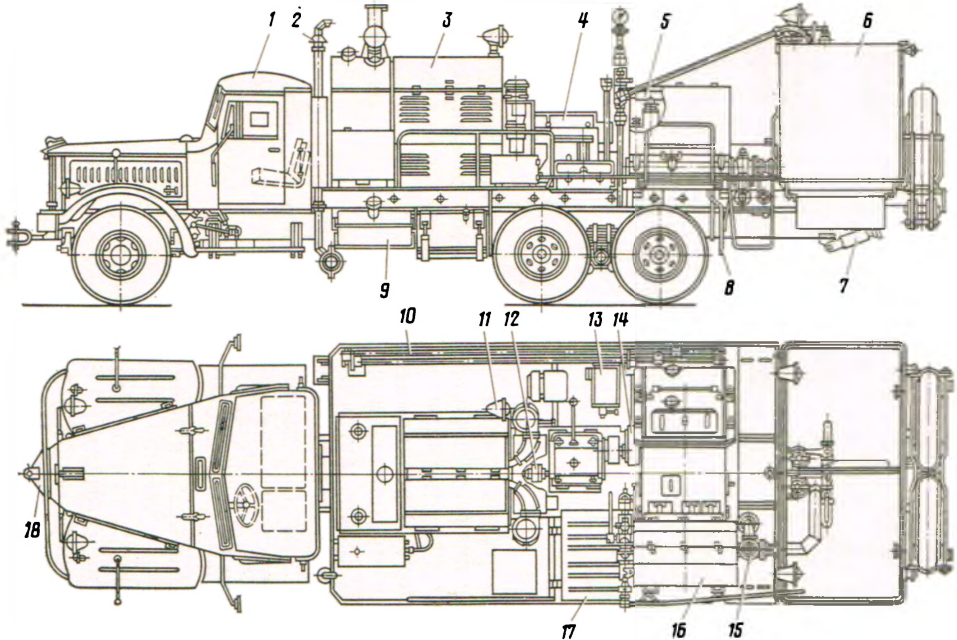


Рис. 144. Цементировочный агрегат ЗЦА-400А:

1 — шасси автомобиля; *2* — глушитель; *3* — силовой двигатель; *4* — коробка передач; *5* — насос трехпоршневой; *6* — мерный бак; *7* — домкрат; *8* — отражательный щит; *9* — топливный бак; *10* — вспомогательный трубопровод; *11* — электрооборудование; *12* — промежуточный вал; *13* — пост управления; *14* — редуктор; *15* — манифольд: *16* — ограждение гидравлической части насоса; *17* — аккумуляторы; *18* — буксирное приспособление.

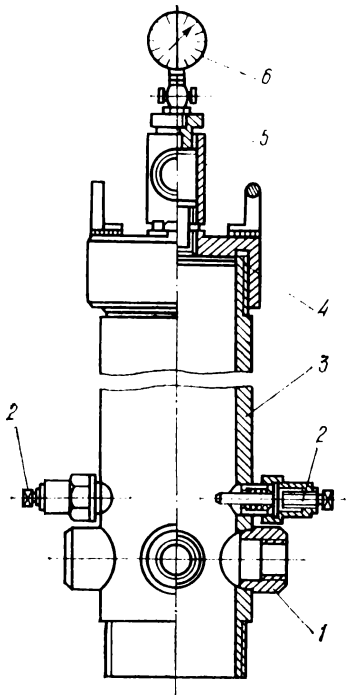
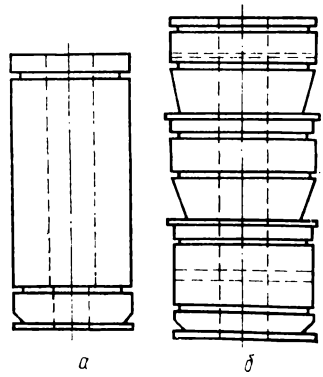


Рис. 145. Цементировочная головка ЦГЗ-120. Позиции даны в тексте.

Рис. 146. Цементировочные пробки:

а — нижняя; *б* — верхняя.



кожи). Верхние пробки, в отличие от нижних, состоят из двух или трех деревянных колец, собранных на деревянном или металлическом штоке, между которыми устанавливают резиновые манжеты.

Способ цементирования при помощи двух пробок (рис. 147) заключается в следующем.

Колонну обсадных труб подвешивают над забоем на высоте 1...2 м и промывают скважину высококачественным глинистым раствором. Если стенки скважины устойчивы, раствор иногда заменяют водой или снижают его плотность.

Затем, открыв крышку цементировочной головки *1*, в обсадную колонну опускают нижнюю цементировочную пробку *2*, центральное отверстие которой закрыто пластинкой из стекла. Верхнюю пробку при помощи стопоров закрепляют в цементировочной головке (если применяют головки ЦГЗ-120). Крышку головки снова

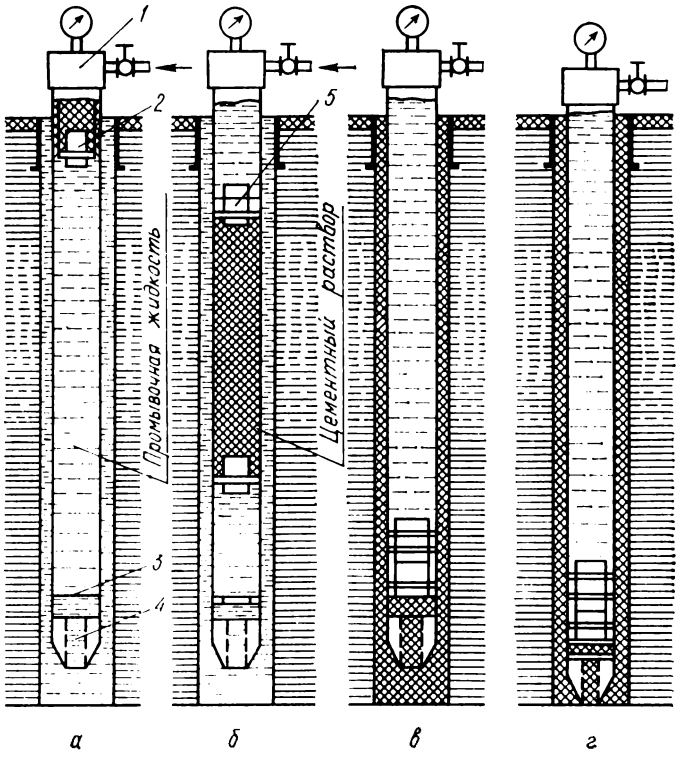


Рис. 147. Схема цементирования с помощью двух пробок:
а — закачивание цементного раствора; *б* — подача цементного раствора в скважину; *в* — продавливание цементного раствора в затрубное пространство и схождение пробок; *г* — опускание колонны на забой. Позиции даны в тексте.

навинчивают и закачивают в скважину необходимое количество цементного раствора.

Под давлением цементного раствора нижняя пробка опускается в колонне труб на определенную глубину. После закачки цементного раствора освобождают верхнюю пробку и поверх нее закачивают промывочную жидкость, как правило, глинистый раствор.

Цементный раствор, находящийся между двумя пробками, продавливается вниз. Нижняя пробка, дойдя до упорного кольца *3* или до башмачной пробки *4*, останавливается. Цементный раствор под давлением верхней пробки разрушает стеклянную пластинку нижней и вы-

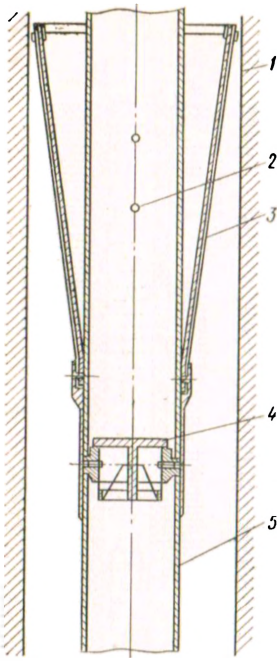


Рис. 148. Схема манжетного цементирования. Позиции даны в тексте.

тесняется в затрубное пространство . Когда верхняя пробка *5* дойдет до нижней, манометр на насосе покажет резкое повышение давления, произойдет гидравлический удар, указывающий на окончание продавливания цементного раствора. Это служит сигналом для окончания нагнетания жидкости. Выключив насос, закрывают вентиль цементировочной головки, чтобы не было обратного движения раствора из скважины, и обсадную колонну опускают на забой. В таком виде эксплуатационную колонну оставляют герметично закрытой на 24 ч для затвердевания цемента (при цементировании кондукторов — на 16 ч).

Неглубокие скважины иногда цементируют при помощи одной верхней пробки. В этом случае, не спуская нижнюю пробку, через цементировочную головку закачивают в скважину необходимое количество цементного раствора, а затем в колонну спускают верхнюю пробку, поверх которой закачивают глинистый раствор или воду для выдавливания цементного раствора в затрубное пространство. Дальнейшие работы ведут аналогично цементированию с двумя пробками.

Манжетное цементирование (рис. 148) применяют, когда обсадную колонну *5* спускают в скважину *1* вместе с фильтром, установленным на нижнем конце колонны, и когда колонну цементируют выше фильтра.

Для этого в колонне выше фильтра устанавливают чугунный клапан *4*, который при спуске колонны пропускает жидкость внутрь труб (снизу вверх), а при нагнетании сверху закрывает доступ жидкости в фильтровую часть.

В колонне выше клапана на 0,8...1 м просверливают в шахматном порядке 3...4 отверстия *2* диаметром 15... 20 мм, закрываемые снаружи клапаном клавишного

типа. Для предотвращения попадания цементного раствора в фильтр вокруг отверстий устанавливают воронкообразную манжету *3* из кожи или брезента высотой 60...70 см, верхний диаметр которой несколько превышает диаметр скважины.

Кожу или брезент прикрепляют заклепками к 6...8 стальным пластинкам толщиной 3...4 мм и шириной 25... 30 мм, в зависимости от диаметра скважины, которые нижними концами приваривают к кольцу. Кольцо, после того как наденут воронку, приваривают к обсадной трубе.

Вместо клапана между стыками труб можно поставить и простую заглушку, но при этом отверстия для закачивания цементного раствора должны быть выше верхнего края манжеты, чтобы последняя не перекрывала их при спуске колонны.

Манжетное цементирование проводят так же, как и цементирование с двумя пробками, но нижняя пробка имеет одинаковое устройство с верхней. Высота нижней пробки должна быть меньше расстояния от отверстий в колонне до упорного кольца или клапана, чтобы не закрыть отверстия для выхода цемента. Во избежание порчи манжеты колонну сразу ставят на забой без расхаживания. При снимании хомутов или элеваторов колонну можно поднимать не более чем на 30...40 мм.

В последнее время манжеты и боковые клапаны не ставят, так как практика показала, что цементный раствор из отверстий в колонне движется только вверх.

После затвердевания цемента деревянные пробки вместе с клапаном разбуривают.

Проверку тампонирования проводят после затвердевания цемента, определяя герметичность обсадной колонны и затрубного пространства (у башмака).

Для проверки герметичности колонны до разбуривания цементного стакана через установленную на колонне цементировочную головку насосом закачивают глинистый раствор или воду и поднимают давление до 3... 4 МПа, закрывают задвижку и следят за показаниями манометра. Если за 30 мин давление снизится не более чем на 0,5 МПа, герметичность колонны удовлетворительна.

Если колонна зацементирована негерметично, то определяют место течи. Для этого вводят в колонну верхнюю пробку и через цементировочную головку нагнета-

ют жидкость. Под давлением жидкости пробка опускается в трубах до места течи. Затем в скважину опускают заливочные трубки на эту глубину и нагнетают через них в затрубное пространство цементный раствор.

После установления герметичности колонны разбуривают цементировочные пробки и цементный стакан и углубляют скважину на 0,5...1 м ниже башмака колонны.

Герметичность затрубного пространства (на закрытие воды) проверяют следующим образом.

Снижают уровень жидкости в скважине желонкой. Необходимое понижение уровня определяют в каждом отдельном случае в соответствии с прочностью обсадных труб и геологическими условиями.

Затем, закрыв задвижку у цементировочной головки, через 8 ч измеряют положение уровня жидкости в скважине. Если уровень жидкости поднялся не больше чем на 1 м, цементирование скважины считается удовлетворительным.

Герметичность затрубного пространства проверяют также опрессовкой насосом аналогично испытанию колонны на герметичность.

При испытании качества манжетного цементирования разбуривают пробки и цементный стакан только против боковых отверстий, не разрушая клапана.

Обнаружив в результате испытаний скважины негерметичность колонны или дефекты тампонирования затрубного пространства, цементирование проводят повторно.

§ 5. Расчет тампонирования скважины

Расход цементного раствора ($м^3$), необходимого для цементирования скважины, определяют по формуле

$$V_{ц.р} = 0{,}785\left[(D^2 - d^2)\,HK + d_1^2 h\right],$$

где D — диаметр скважины, м; d — наружный диаметр обсадных труб, м; H — высота подъема цементного раствора в затрубном пространстве, м; K — коэффициент, учитывающий возможное увеличение объема цементного раствора от заполнения расширений, каверн, равный 1,2...1,3; d_1 — внутренний диаметр обсадных труб, м; h — высота цементного стакана (пробки) в обсадных трубах, м.

Плотность цементного раствора находят по формуле

$$\gamma_{ц.р} = \gamma_ц \gamma_в (1 + m)/(\gamma_в + m\gamma_ц),$$

где $\gamma_{ц.р}$ — плотность цементного раствора, т/м^3; $\gamma_ц$ — плотность цемента, т/м^3; $\gamma_в$ — плотность воды, т/м^3; m — водоцементный фактор, обычно равен 0,5.

Массу сухого цемента (т) для приготовления 1 м^3 цементного раствора вычисляют по формуле

$$q = \gamma_ц \gamma_в / (\gamma_в + m\gamma_ц).$$

Общую массу сухого цемента (т), необходимую для цементирования, можно определить по формуле

$$Q = qV_{ц.р}\beta,$$

где β — коэффициент на потери цемента при затвердевании, равный 1,1...1,15.

Расход воды (м^3), требуемой для приготовления цементного раствора, равен

$$V_в = Q_ц m,$$

а жидкости для выдавливания цементного раствора

$$V_ж = 0{,}785\, d_1^2 (H - h) K_1,$$

где H — длина колонны обсадных труб, м; K_1 — коэффициент, учитывающий сжатие жидкости, принимают для цементного раствора 1,05, для воды 1.

§ 6. Беструбное крепление скважин

В последнее время при креплении скважин, особенно неглубоких, для замены металлических обсадных труб разработаны способы беструбного крепления. Это способ крепления путем образования цементной трубы непосредственно в стволе скважины с помощью извлекаемой опалубки. Опалубку изготавливают из металлических безмуфтовых бурильных или обсадных труб. Перед креплением ее опускают в ствол скважины и по ней нагнетают в затрубное пространство цементный раствор вплоть до выхода его на поверхность. После схватывания цементного раствора и перехода его в твердое состояние опалубку извлекают. В результате в скважине остается цементная труба, перекрывающая весь ствол от водоносного горизонта до устья. Поверхность опалубки перед спуском ее в скважину смазывают солидолом с целью предотвращения схватывания с цементным раствором.

Вместо цементных растворов в скважину можно подавать растворы на основе синтетических смол, которые

более подвижны, чем цементные растворы, и способны схватываться быстрее, превращаясь в высокопрочный монолитный камень. Такие растворы состоят из смолы, чаще всего мочевиноформальдегидной, наполнителя и отвердителя. В качестве наполнителя используют мелкозернистый кварцевый песок, а в качестве отвердителя могут быть использованы такие вещества, как соляная кислота, щавелевая кислота, хлорное железо, солянокислый анилин и др. Изменяя количество вводимого в смолу отвердителя, можно легко регулировать время схватывания раствора в широких пределах — от нескольких минут до 1...2 ч и более.

Для крепления скважин может быть использован также электрохимический способ крепления, сущность которого заключается в следующем. В пространство между специальным цилиндрическим электродом, опущенным в скважину и выполняющим одновременно роль опалубки, закачивают глиноцементную пасту. На электрод подают постоянный ток, под воздействием которого эта паста через 2...3 ч затвердевает, образуя на стенках скважины прочную глиноцементную трубу.

§ 7. Ликвидационный тампонаж скважин

Эксплуатационные скважины на воду, непригодные для дальней эксплуатации, а также разведочные скважины подлежат ликвидации путем проведения ликвидационного тампонажа. Под ликвидационным тампонажем понимают заполнение ствола скважины или части его водонепроницаемым материалом (глиной, цементным раствором и др.). Основное назначение ликвидационного тампонажа — предотвращение загрязнения водоносных горизонтов, а также их изоляция.

На ликвидационный тампонаж скважины составляют проект, который согласуют с территориальными геологическими, водоохранными и санитарно-эпидемиологическими органами. В проекте указывается точное местонахождение скважины, подлежащей ликвидации, и соседних скважин с зонами санитарной охраны. Приводятся геолого-технический разрез и конструкция скважины, сведения о ее техническом состоянии, данные химического и бактериологического анализов воды, а также сведения о связи водоносного горизонта, эксплуатируемого скважиной, с другими водоносными горизонтами и с поверхностными водами.

Перед проведением ликвидационного тампонажа из скважины извлекают обсадные трубы. Ствол скважины в пределах водоносного горизонта обрабатывают раствором хлорной извести, после чего его заполняют песком, по составу близким к пескам водоносного горизонта. Интервалы ствола скважины, сложенные водопроницаемыми породами, тампонируют глиной. Глину в виде шариков или цилиндров забрасывают в скважину с последующим трамбованием. Как правило, для этих целей используют местные глины.

Когда невозможно извлечь колонны обсадных труб из скважины, обсадные трубы в интервале водоупоров перфорируют или разрывают взрывом сосредоточенного заряда взрывчатых веществ. Перед производством взрывных работ нижний интервал скважины заполняют глиной с последующим ее трамбованием.

Перфорированные участки заполняют под давлением цементным раствором с водоцементным соотношением 1 : 1. Такой раствор можно закачивать в затрубное пространство, ликвидируя возможные зоны фильтрации подземных вод.

По окончании ликвидационного тампонажа составляют акт, в котором указывают проведенные мероприятия и расход материалов.

Контрольные вопросы. 1. Какие типы металлических труб используют для крепления скважин? 2. Как соединяют металлические обсадные трубы? 3. Какие трубы используют для крепления неглубоких скважин? 4. В чем особенность крепления скважин асбестоцементными трубами, как спускают их в скважину? 5. Где и как можно применять крепление скважин полиэтиленовыми трубами? 6. Как соединяют между собой полиэтиленовые трубы? 7. В чем сущность тампонирования скважин? 8. Как цементируют затрубное пространство с помощью двух пробок? 9. Как рассчитать необходимую массу сухого цемента для приготовления 1 м^3 цементного раствора? 10. Как проводят беструбное крепление скважин? 11. Зачем ликвидируют скважины? 12. Как проводят ликвидационный тампонаж скважин?

Глава 7

ОСНОВЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В СКВАЖИНАХ НА ВОДУ

Геофизические исследования в скважинах (каротаж скважин) основаны на изучении различных физических свойств горных пород. Проводят их с целью уточнения

геологического разреза, выделения в нем водоносных пород, определения минерализации подземных вод.

Комплекс обязательных геофизических исследований в скважинах на воду в районах с известным геологическим разрезом состоит из так называемого стандартного каротажа, в который входят электрокаротаж и гамма-каротаж.

Резистивиметрию, термометрию, кавернометрию и другие методы обычно используют как дополнительные в зависимости от литологических особенностей пород, слагающих изучаемый разрез, и поставленной задачи.

Для геофизических исследований в скважинах на воду применяют электронные каротажные станции АЭКС, полуавтоматические станции ПКС и разборные полуавтоматические каротажные установки, автоматическую каротажную станцию СКВ-69 (модификация каротажной станции АЭКС-900). Проводят эти исследования специальные геофизические (каротажные) подразделения (отряды).

§ 1. Подготовительные работы для проведения геофизических исследований

Качество геофизических (каротажных) исследований во многом зависит от состояния скважины. Поэтому буровая бригада до приезда каротажного отряда должна тщательно подготовить скважину для проведения геофизических исследований (проработать новым долотом ствол и промыть его качественным глинистым раствором). Промывку ведут несколько часов для того, чтобы достичь однородности всех параметров глинистого раствора, заполняющего скважину. Применение раствора низкого качества может привести к выпаданию глинистых частиц и образованию осадка, что может вызвать затруднение при спуске кабеля и прихват каротажных снарядов (приборов).

Начальник каротажного отряда (оператор) проверяет готовность буровой скважины к каротажным работам.

Каротажную станцию устанавливают недалеко от скважины. Продольную ось автомобиля центрируют с осью бурового агрегата. Во время подготовки каротажной станции к работе буровая бригада поднимает буровой снаряд из скважины. После подъема бурового снаряда на устье скважины (на стол ротора или на обсад-

ную трубу) устанавливают блок-баланс и опускают в скважину каротажный прибор или зонд с грузом.

§ 2. Электрокаротаж и гамма-каротаж

Электрокаротаж проводят для уточнения геологического разреза скважины и выделения в нем водоносных пород. Он включает два основных метода геофизических исследований: сопротивлений (КС) и собственной поляризации (ПС).

Метод КС основан на измерении удельного электрического сопротивления горных пород в скважине при помощи специальной установки, называемой зондом, которая состоит из трех электродов, смонтированных на трехжильном каротажном кабеле.

Удельное сопротивление определяют по разности потенциалов между электродами зонда M и N специальным прибором-потенциометром, пропуская через электрод A ток (рис. 149).

В скважине, где окружающая зонд среда неоднородна, при расчетах получают так называемое кажущееся удельное сопротивление КС, которое зависит от удельного сопротивления породы, окружающей ствол скважины, и ее мощности, удельного сопротивления промывочного раствора, диаметра скважины и других данных.

Диаграмму КС записывают при подъеме каротажного кабеля из скважины (рис. 150).

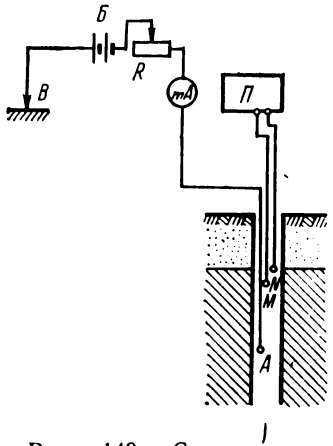


Рис. 149. Схема замера удельного сопротивления пород методом КС:

П — измерительный прибор; Б — источник питания; R — реостат; A и B — токовые электроды; M и N — измерительные электроды.

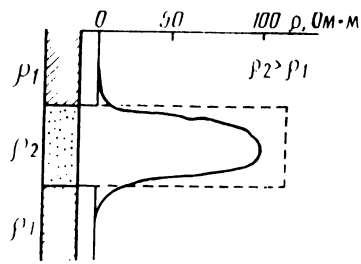


Рис. 150. Характер кривых КС против мощного пласта высокого сопротивления.

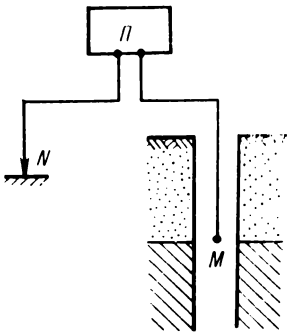


Рис. 151. Схема измерений потенциала ПС.

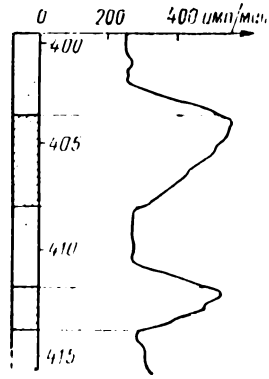


Рис. 152. Кривая гамма-каротажа.

Метод ПС основан на измерении в скважине потенциала естественных электрических полей, самопроизвольно возникающих против различных горных пород при пересечении их скважиной.

Принципиальная схема измерений потенциала ПС показана на рисунке 151. Потенциометром П измеряют разность потенциалов между движущимся по скважине электродом М и заземленным на поверхности неподвижным электродом N, которая записывается в виде кривой ПС на диаграмме. Границы пластов большой мощности устанавливают по точкам перегиба кривой.

Гамма-каротаж (ГК) — это определение относительной естественной радиоактивности горных пород, связанной с содержанием в них радиоактивных элементов. С помощью гамма-каротажа регистрируют вдоль ствола скважины интенсивность естественного гамма-излучения горных пород. Измерения проводят скважинным прибором, основной частью которого является индикатор гамма-квантов.

Естественная радиоактивность большинства горных пород невелика. Среди осадочных пород наиболее радиоактивны глинистые породы. Пески, песчаники, известняки и доломиты обладают низкой радиоактивностью, которая определяется в основном содержанием глинистых фракций и находится в прямой зависимости от глинистости пород.

Таким образом, результаты гамма-каротажа используют прежде всего для качественного разделения пород по содержанию в них глинистого компонента (рис. 152). Из изверженных пород самую высокую радиоактивность имеют кислые породы (граниты, липариты, кварцевые порфиры и др.).

Гамма-каротаж можно проводить в необсаженных и обсаженных скважинах независимо от того, заполнены они раствором или нет.

Этот метод используют и в качестве контрольного, когда нужно проверить правильность документации скважины после ее обсадки. Минерализация промывочного раствора и подземных вод не влияет на показания гамма-каротажа.

Нейтронный гамма-каротаж (НГК) заключается в регистрации по стволу скважины вторичного (нейтронного) гамма-излучения, возникающего в породах при облучении потоком быстрых нейтронов от специального источника, погружаемого в скважину. Интенсивность нейтронного гамма-излучения определяется прежде всего содержанием в породе водорода и, следовательно, воды.

Нейтронный гамма-каротаж, так же как и гамма-каротаж, можно проводить в обсаженных и необсаженных скважинах, заполненных раствором и без него.

§ 3. Резистивиметрия и механический каротаж

Резистивиметрия как самостоятельный метод геофизического исследования состоит в наблюдении за изменением удельного сопротивления раствора в скважине после искусственного повышения его минерализации. Этот метод дает возможность установить в разрезе местоположение и интенсивность притока или поглощения воды. Исследования начинают после отмывки стенок скважины от глинистого раствора, поэтому резистивиметрию проводят только в скважинах, стенки которых сложены устойчивыми породами, или в интервалах, оборудованных фильтрами.

Для измерений используют резистивиметр, небольшой трехэлектродный зонд специальной конструкции, изолированный от влажной среды непроводящим корпусом. В корпусе имеются сквозные отверстия, через которые раствор, находящийся в скважине, свободно поступает внутрь прибора.

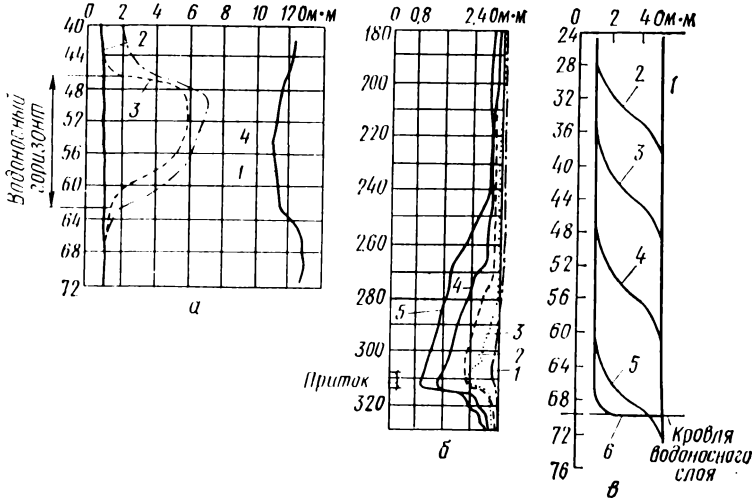


Рис. 153. Резистивиметрические кривые при наличии притока:
а — при естественном режиме фильтрации; *б* — при оттартывании раствора; *в* — при продавливании раствора. Цифры 1, 2, 3, 4... показывают последовательность регистрации кривых.

Известны два способа резистивиметрических исследований: наблюдения при естественном режиме и наблюдения при нарушенном режиме подземных вод (рис. 153).

Первый способ применяют для обнаружения мест притока воды в скважину и перелива воды из одного горизонта в другой, а также для определения скоростей фильтрации подземных вод. Сначала находят удельное электрическое сопротивление подземной воды, для чего регистрируют первую резистивиметрическую кривую. Затем скважину промывают раствором поваренной соли повышенной концентрации (в 3 ... 4 раза выше естественной). Часто промывку заменяют медленным протягиванием вдоль ствола скважины пористого мешка, наполненного солью. После этого снимают контрольную резистивимонограмму, по которой проверяют однородность условий в скважине. Через 10 ... 15 мин замер повторяют. Для более четкого определения мест притока обычно проводят несколько последовательных замеров, постепенно увеличивая интервал между ними. Так как минерализация подземных вод меньше, чем соленого раство-

ра, находящегося в скважине, места притоков четко проявляются при автоматической записи.

Вторым способом более точно устанавливают места притока воды в разрезе, или водопоглощающие зоны, а также определяют объемные расходы отдельных водоносных горизонтов. Замеры чередуют с откачкой или подливом воды, которые усиливают приток, что позволяет точнее и быстрее найти ее месторасположение.

Этот способ применяют также в обсаженных скважинах для контроля за исправностью обсадных колонн.

Механический каротаж — это наблюдения за скоростью углубки скважины во время ее бурения.

Различные породы оказывают разное сопротивление разбуриванию, поэтому по скорости углубки можно представить, какие пласты были пройдены, то есть уточнить геологический разрез скважины. При механическом каротаже определяют продолжительность углубки (время на бурение 1 м скважины) или скорость бурения.

Наиболее простой способ установления продолжительности углубки заключается в определении времени, затраченного на углубку каждого метра ведущей трубы, размеченной на метровые интервалы, после спуска колонны бурильных труб в скважину. Иногда вместо записи времени углубки через 1 м записывают время углубки каждой бурильной трубы.

На основании полученных данных строят кривые изменения продолжительности углубки или скорости бурения с глубиной — кривые механического каротажа.

Более точные данные получают при помощи приборов. Прибор, записывающий на ленте с постоянной скоростью перемещение долота, называется фидографом.

Для того чтобы по записям фидографа определить продолжительность углубки, необходимо знать положение забоя в любое время, разметить глубины и вычислить время бурения каждого интервала углубки (исключая время, затраченное на спуск и подъем снаряда и на проработку скважины).

Продолжительность углубки, или скорость бурения, зависит не только от физико-механических свойств буримых пород, но и от применяемого бурового оборудования, типа породоразрушающего инструмента и режима бурения. Поэтому необходимо учитывать все эти факторы.

Преимущество механического каротажа — возмож-

ность оценки пройденных скважиной пластов непосредственно в процессе бурения, несмотря на приближенное определение.

Контрольные вопросы. 1. Что такое геофизические исследования скважины на воду и с какой целью их проводят? 2. В чем состоит подготовка скважины для проведения каротажных работ? 3. В чем отличие метода КС от ПС? 4. Для каких целей применяют резистивиметрию? 5. Как проводят механический каротаж?

Глава 8

КОНСТРУКЦИИ СКВАЖИН, ИХ ОБОРУДОВАНИЕ И ОСВОЕНИЕ

§ 1. Проект на бурение скважины

Скважины бурят на основании проекта, который разрабатывает проектная организация. Проект составляют в соответствии со «Строительными нормами и правилами II-31—74», утвержденными Госстроем СССР.

Проект согласуют с органами санитарно-эпидемиологической и геологической служб, а также с органами по использованию и охране водных ресурсов на территории СССР, которые находятся в подчинении Министерства здравоохранения СССР, Министерства геологии СССР и Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР.

Проект на бурение скважины включает пояснительную записку и приложения.

Пояснительная записка состоит из общей и специальной частей.

В общую часть входит введение, где даются сведения о назначении скважины, исходных материалах проектирования и подробное описание точного месторасположения скважины, а также геологическая и гидрогеологическая характеристики района и участка расположения скважины. Здесь кратко описывается геологический регион, в котором расположена скважина. Рассматривается последовательно, начиная с более древнего возраста, структурное геологическое строение района. Описываются мощность пластов, их литология, распространение и др. Более подробное описание приводится для разреза на глубину проектируемой скважины.

Здесь же по данным близрасположенных скважин описывают геологические разрезы, которые являются опорным материалом для проектирования.

На основании всех этих сведений выбирают для опробования водоносные горизонты. Из них по данным опробования для эксплуатации принимают тот или иной горизонт, отвечающий заданной потребности.

В специальной части описывают следующее.

Предварительный геологический разрез — на основе собранных данных показан ориентировочный разрез на глубину проектируемой скважины. Указан послойно возраст пород, приведено их литологическое описание, проставлены категории буримых пород, мощность каждого пласта, а также выделены водоносные горизонты с напором вод для каждого из них.

Конструкция скважины — приведены начальный, промежуточный и конечный диаметры скважины, а также диаметры и длины обсадных колонн труб, опускаемых в нее. Указаны тип фильтра и отметки его установки по глубине, назначены интервалы цементации колонн, устройства сальников и др.

Условия производства работ — даны рекомендации по режимам бурения применительно к диаметру и глубине скважины, категории буримых пород, интервалы разреза по скважине, где необходимо отбирать образцы пород.

Опробование скважины — проводят опробованием водоносных горизонтов, намеченных по ранее собранным материалам, а затем рекомендуют тип водоприемника, продолжительность откачек, число понижений и их величины.

Приложения состоят из чертежей конструкции скважины и краткого перечня проводимых работ, смет с указанием стоимости всех видов работ, осуществляемых при бурении.

Проект выдается буровому мастеру, который обязан строго его соблюдать.

§ 2. Конструкции скважин и выбор способа бурения

Конструкции скважин на воду разнообразны и зависят от гидрогеологических условий, заданного дебита, типа водоподъемника, а также от способа бурения.

В конструкции скважины различают направляющую, техническую, эксплуатационную и фильтровую колонны (рис. 154).

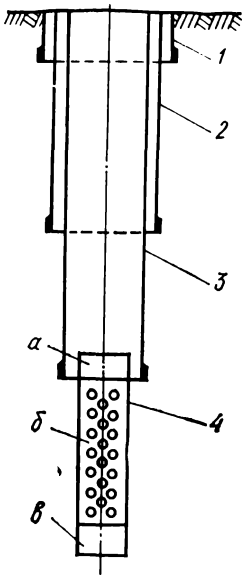


Рис. 154. Основные конструктивные элементы скважины:

1 — направляющая колонна (кондуктор); *2* — техническая; *3* — эксплуатационная; *4* — фильтровая, установленная впотай; *а* — надфильтровая труба; *б* — рабочая часть фильтра; *в* — отстойник.

Направляющая колонна, или кондуктор, предохраняет устье скважины от размыва при движении промывочной жидкости, обвала рыхлых пород, а также придает скважине вертикальное направление. Длина колонны 4...6 м.

Эксплуатационная колонна служит для крепления стенок скважины и размещения в ней водоподъемного оборудования.

Техническая (промежуточная) колонна предназначена для перекрытия встречающихся водосодержащих пород и зон поглощения, а также для крепления стенок скважины. Располагают ее между кондуктором и эксплуатационной колонной.

В скважине может быть несколько технических колонн, как это обычно бывает при ударно-канатном способе бурения.

Фильтровую колонну обычно размещают впотай, то есть ее опускают внутрь эксплуатационной. Если фильтровая колонна выходит на поверхность, она является одновременно и эксплуатационной.

Конструкция скважины считается одноколонной, если имеет только эксплуатационную колонну. При наличии дополнительной технической колонны конструкция скважины будет двухколонной, при двух технических колоннах — трехколонной и т. д. Кондуктор в счет колонн не входит.

Конструкции скважин зависят от способа бурения.

При *роторном* бурении применяют типовые конструкции скважин (рис. 155): одноколонную (рис. 155, *а*) при необходимости надежной изоляции неиспользуемого для эксплуатации высоконапорного водоносного горизонта (это наиболее простая конструкция); двухколонную, в которой одна из колонн спущена впотай на сальнике

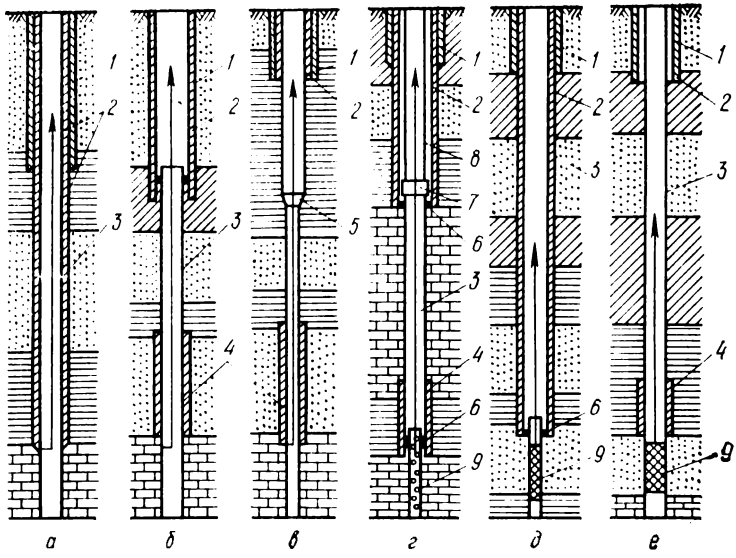


Рис. 155. Схема конструкций скважин при роторном бурении:

а—е — в разных геологических условиях: *1* — кондуктор; *2* — затрубная цементация; *3* — эксплуатационная колонна; *4* — подбашмачная цементация; *5* — переходник; *6* — сальник; *7* — муфта с левой резьбой; *8* — техническая колонна; *9* — фильтровая колонна (фильтр). Стрелкой указана высота подъема подземных вод.

(рис. 155, *б*); одноколонную с измененным диаметром для надежной изоляции верхней части скважины и уменьшения диаметра эксплуатационной колонны в целях экономии обсадных труб, а также для сокращения времени на бурение (рис. 155, *в*); двухколонную с фильтром, установленным впотай в зоне водоносного горизонта (рис. 155, *г*); одноколонную с фильтром на сальнике (рис. 155, *д*), которую благодаря простоте исполнения и экономичности применяют чаще других; одноколонную (рис. 155, *е*) с фильтром непосредственно на эксплуатационной колонне и со специальной манжетой для цементации скважины выше водоносного горизонта. Последнюю конструкцию применяют редко, из-за сложности манжетной цементации, а также невозможности замены фильтра при выходе его из строя.

При роторном бурении минимальная разница между диаметрами соседних колонн обсадных труб 100... 150 мм, бóльшая — при больших выходах колонн.

Для крепления скважин диаметром более 426 мм необходимо при роторном способе бурения со свободной посадкой труб применять трубы стальные электросварные с толщиной стенок 7 ... 8 мм, а при ударно-канатном способе с принудительной посадкой использовать трубы с толщиной стенок 10 ... 12 мм. Неметаллические трубы допускается применять в скважинах глубиной до 150 м при роторном способе и до 70 м при колонковом. При этом обязательным условием является их затрубная цементация.

Колонны стальных обсадных труб для временного закрепления стенок скважин необходимо извлекать.

Все конструкции скважин должны предусматривать тщательную изоляцию от проникновения поверхностных загрязненных вод и вод неиспользуемых водоносных горизонтов. Для этого проводят следующие мероприятия: забивку или задавливание колонны труб в слой естественной глины или в искусственно созданную на забое глиняную пробку; затрубную цементацию, подавая цементный раствор под башмак обсадной колонны (подбашмачная цементация); затрубную цементацию колонны труб до отметок, предусмотренных проектом (при роторном бурении); закрепление верхней части скважины двумя колоннами обсадных труб с затрубной цементацией (для изоляции скважины от попадания в нее поверхностных вод).

При наличии агрессивных вод в водоносных горизонтах скважина должна быть выполнена из металлических труб с антикоррозийной защитой или из труб, стойких к коррозии.

При *ударном* способе бурения применяют типовые конструкции скважин: одноколонную (рис. 156, *а*), если поверхность земли представлена устойчивыми (скальными) породами и отсутствуют верховодки; одноколонную при сооружении скважин в аллювиальных отложениях, содержащих грунтовые воды, когда фильтровая колонна выведена на поверхность (рис. 156, *б*); одноколонную с длинным кондуктором (рис. 156, *в*), когда необходимо перекрыть им первый от поверхности водоносный горизонт; двухколонную (рис. 156, *г*), когда техническая колонна перекрывает второй (считая от поверхности), не предназначенный для эксплуатации водоносный пласт; многоколонную (рис. 156, *д*) с фильтром, установленным в зоне водоносного горизонта, представленного неустой-

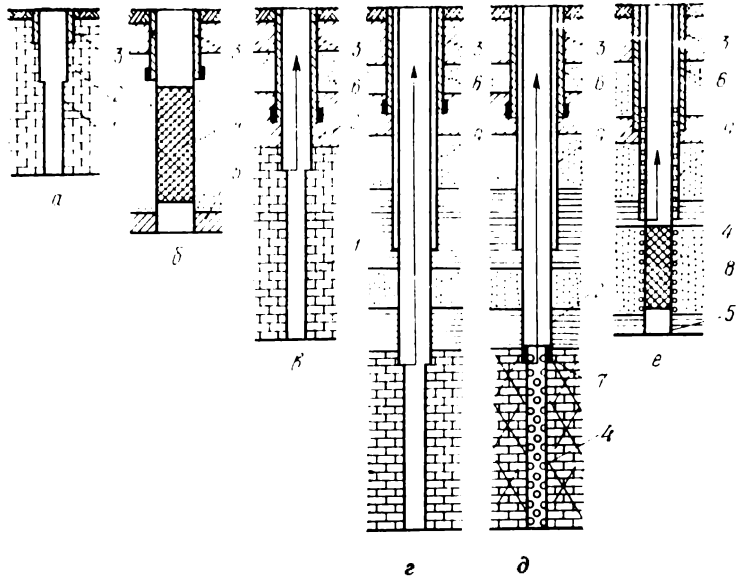


Рис. 156. Схема конструкций скважин при ударно-канатном бурении:

1 — водоприемная часть; *2* — эксплуатационная колонна; *3* — кондуктор; *4* — фильтровая колонна; *5* — отстойник; *6* — межтрубная цементация; *7* — сальник; *8* — гравийная обсыпка; *9* — техническая колонна.

чивыми породами; многоколонную, имеющую фильтр с гравийной обсыпкой, (рис. 156, *е*).

При *ударно-канатном* бурении часто используют многоколонные конструкции. Это объясняется невозможностью забивки труб на большую глубину. В сухих песках, суглинках, глинах глубина забивки (выход) труб не превышает 25...30 м. В таких же породах, но содержащих воду, выход составляет 35 м.

Для получения большего конечного диаметра при многоколонной конструкции муфты обсадных труб можно обтачивать до следующих размеров:

Наружный диаметр трубы, мм	168	219	273	325	377	426
Наружный диаметр обточенной муфты, мм	184	236	287	340	390	440

Разница между диаметрами предыдущей и последующей колонн обсадных труб при ударно-канатном бурении должна быть не менее 100 мм.

Скважины для орошения и дренажа бурят с помощью труб максимально возможного диаметра. Это позволяет получить из таких скважин большие дебиты и размещать в трубах насосы высокой подачи. Как правило, глубины скважин не превышают 100 м. Бурят их роторным способом с обратной промывкой.

На рисунке 157 даны типовые конструкции скважин, применяемые на конкретных оросительных и дренажных системах. Для насосов с большой подачей, которые имеют большой диаметр, используют трубы разного диаметра в одной колонне: в фильтровой части меньший диаметр, в надфильтровой — больший.

Во всех случаях необходимо стремиться к выбору такой конструкции скважины, которая позволила бы

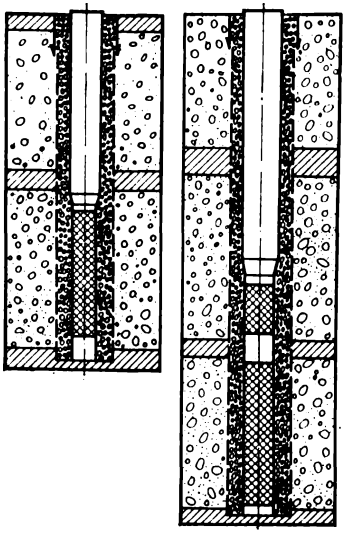


Рис. 157. Типовые конструкции дренажных скважин:

а — скважина с одноярусным фильтром; *б* — скважина с двухъярусным фильтром.

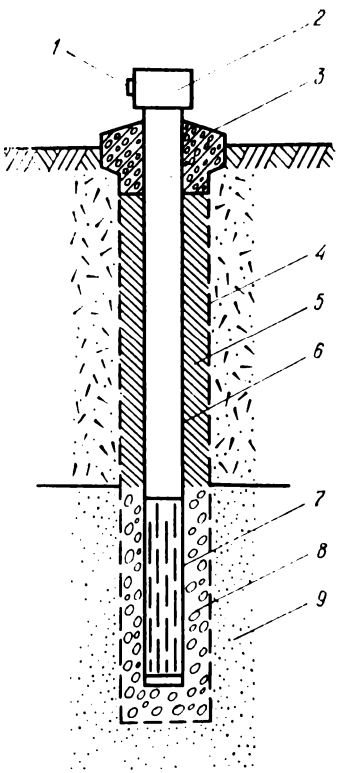


Рис. 158. Конструкция наблюдательной скважины:

1 — запорный болт; *2* — крышка; *3* — бетонный оголовок; *4* — стенка скважины; *5* — глинистый тампон; *6* — колонна труб; *7* — фильтр; *8* — гравийно-песчаная обсыпка; *9* — водосодержащая порода.

свободно проводить ремонт фильтра, его извлечение, опускать и поднимать дополнительные колонны труб для откачек и др.

При сооружении скважины все параметры опускаемых труб должны быть измерены с точностью до 1 см. С такой же точностью наносят на исполнительный технический разрез все элементы конструкции скважины (фильтр, отстойник, сальники и др.).

На водозаборах подземных вод и мелиоративных системах сооружают специальные скважины для наблюдения за подземными водами. С их помощью замеряют уровень подземных вод и отбирают пробы воды на химический анализ. Такие скважины имеют одноколонную конструкцию с внутренним диаметром не менее 75 мм. Диаметр принимают из расчета спуска в скважину желонки или другого подобного инструмента для отбора пробы воды на анализ и возможности замера уровня воды. Специфика конструкции наблюдательной скважины (рис. 158) заключается в строгом требовании тщательной затрубной изоляции скважины от перетоков воды из других горизонтов и попадания воды с поверхности. Для этого устье скважины тщательно цементируют, а ствол выше фильтра тампонируют глиной.

При выборе способа бурения необходимо исходить из технико-экономических и качественных оценок. Работы по бурению должны сводиться к минимальным трудовым и материальным затратам при условии достижения требуемого дебита скважин. Конечным показателем должна служить себестоимость откачиваемой воды при эксплуатации.

Способы и условия бурения скважин на воду

Ударно-канатный	Для бурения скважин глубиной до 100...150 м
Роторный с прямой промывкой	Для бурения скважин любой глубины в благоприятных гидрогеологических условиях, если обеспечить воду и высококачественную глину, а также в устойчивых скальных породах с продувкой воздухом
Роторный с обратной промывкой	Для бурения скважин глубиной до 200 м и диаметром 800...1 500 мм в благоприятных гидрогеологических условиях, в породах до V категории по буримости, если можно обеспечить большой объем воды
Колонковый	Для бурения скважин диаметром до 200 мм в скальных породах

Наиболее распространен и экономичен роторный способ бурения. Он позволяет бурить скважины на большую глубину в породах различной крепости. С его помощью возможны большие выходы колонн, что приводит к экономии металла. Роторный способ позволяет достигать высоких скоростей сооружения скважин.

К недостаткам роторного способа следует отнести глинизацию водоносных горизонтов, что снижает дебит скважины. Однако во многих случаях, исходя из конкретных условий, следует применять в качестве промывочной жидкости воду, гипан, модифицированный крахмал, меловые растворы, что устраняет отрицательное воздействие глинистого раствора на пласт.

Трудности возникают также при бурении по валунно-галечниковым породам, где проявляется сильное поглощение промывочной жидкости. В этом случае следует предусматривать создание дополнительных запасов воды и реагентов.

В зимнее время следует утеплять отстойники для раствора и бурить при непрерывном цикле.

Скважины диаметром 500 мм и более, глубиной 100... 200 м бурят роторным способом с обратной промывкой, когда подземные воды залегают на глубине 3 м и более. Бурение с обратной промывкой широко используют для сооружения дренажных скважин, а также водозаборных, когда необходимы большие дебиты. Оно применимо лишь в породах до V категории.

Роторный способ можно применять также с продувкой воздухом, когда разрез сложен устойчивыми породами и буримые породы не содержат воду.

При роторном способе бурения зазор между стенкой скважины и муфтой обсадных труб должен составлять 15... 50 мм. Поэтому после выбора конструкции скважины и определения размера обсадных труб подбирают диаметр долота.

Условный диаметр обсадных труб . . .	114	127	140	146	168	178	194	219
Наружный диаметр муфт	133	146	159	166	188	198	216	245
Зазор между стенкой скважины и муфтой обсадных труб . . .	15	15	20	20	25	25	25	30
Условный диаметр обсадных труб . . .	245	273	299	324	340	337	407	
Наружный диаметр муфт	270	299	324	351	365	402	432	
Зазор между стенкой скважины и муфтой обсадных труб . . .	30	35	35	45	45	50	50	

Зазор необходим для свободного спуска труб в скважину. В то же время увеличение зазора свыше указанного приводит к излишним затратам цементного раствора при тампонаже, перерасходованию энергетических затрат при бурении и снижению скорости бурения.

Ударно-канатный способ позволяет вскрывать водоносные горизонты в их естественном залегании, то есть сохранять их водопроницаемость. С его помощью возможен качественный отбор образцов пород, что очень важно для установления геологического разреза в малоизученных районах.

В то же время он является дорогостоящим в связи с малыми скоростями бурения и большим числом обсадных труб. Когда его применяют в труднодоступных районах, необходимы передвижные электростанции для привода электромоторов.

Колонковым способом бурят скважины на воду, в трещиноватых скальных породах VI и более высоких категорий по буримости, когда в них содержится вода.

Кроме того, колонковое бурение можно использовать в процессе роторного бурения разведочно-эксплуатационных скважин для отбора образцов пород (глин, доломитов, песчаников, известняков). В этом случае для изучения разреза долото замещается на колонковый снаряд. После отбора образцов пород на анализ скважины разбуривают прежним долотом.

§ 3. Фильтры буровых скважин

Фильтрами оборудуют скважины, которые предназначены для отбора подземных вод из песчаных, а также из скальных трещиноватых пород, склонных к обвалам. Фильтр — важнейшая часть скважины, от которого зависят долговечность и дебит скважины. Он должен быть достаточно прочным и устойчивым к коррозии.

Фильтр состоит из фильтрующей водоприемной части, надфильтровой трубы и отстойника (см. рис. 154, *а*, *б*, *в*). Через фильтрующую часть проходит вода из пласта. При мощности пласта до 10 м длина рабочей части фильтра, как правило, равна этой величине.

Длину рабочей части фильтра l (м) для мощных водоносных пластов определяют по формуле

$$l = Qa/d,$$

где Q — дебит скважины, м³/ч; a — коэффициент, зависящий от размеров частиц породы водоносного пласта (табл. 7); d — наружный диаметр фильтра, мм.

7. Значения коэффициента a в зависимости от породы водоносного пласта

Порода	Коэффициент фильтрации породы, м/сут	a
Песок:		
мелкий	2 . . . 5	90
средний	5 . . . 15	60
крупный	15 . . . 30	50
Гравий	30 . . . 70	30

Диаметр фильтра принимают в зависимости от дебита, который рассчитывают по аналитическим формулам гидродинамики, он не должен быть менее 100 мм. Размеры фильтра указывают в проекте на бурение скважины.

При ударном способе бурения внутренний диаметр конечной обсадной трубы должен быть больше наружного диаметра фильтра не менее чем на 50 мм, а при обсыпке фильтра гравием — на 100 мм.

При роторном способе бурения без крепления стенок трубами конечный диаметр скважины должен быть больше наружного диаметра фильтра на 100 мм.

Надфильтровая труба служит для соединения фильтра с эксплуатационной колонной и входит в нее не меньше чем на 3 м при глубине скважины 30 м и на 5 м при большей глубине скважины. Между надфильтровой и эксплуатационной колоннами устанавливают сальниковое устройство, которое препятствует поступлению песка в скважину.

Иногда надфильтровую трубу выводят на поверхность, и она является эксплуатационной.

Отстойник у фильтра устраивают длиной до 1 ... 2 м. В него попадают крупные куски породы и упавшие предметы.

На остойнике устанавливают центраторы для точного расположения фильтра в трубах или стволе относительно оси скважины. Кроме того, с его помощью извлекают фильтры, закрепляя в отстойнике специальные подъемные захватывающие приспособления.

Водоприемную часть фильтра устанавливают от кров-

ли и подошвы водоносного пласта на расстоянии 0,5... 1 м.

При наличии нескольких водоносных горизонтов водоприемные части фильтров устанавливают в каждом водоносном горизонте и соединяют их между собой глухими трубами.

Для изготовления фильтров буровых скважин используют трубчатые (рис. 159) или стержневые (рис. 160, *а*) опорные каркасы.

Трубчатые опорные каркасы представляют собой трубы из различных материалов (сталь, пластмасса, асбестоцемент), с круглыми или щелевыми отверстиями (рис. 159, *б*). Расположение круглых отверстий на трубчатом стальном каркасе зависит от его наружного диаметра (табл. 8).

В трубчатых опорных каркасах расстояние между щелевыми отверстиями по горизонтали обычно в десять раз больше ширины щели, а по вертикали составляет 10... 20 мм. Рекомендуется длину щели делать от 25 до 100 мм. Нарезают щели фрезой. Расположение щелей может быть по окружности и в шахматном

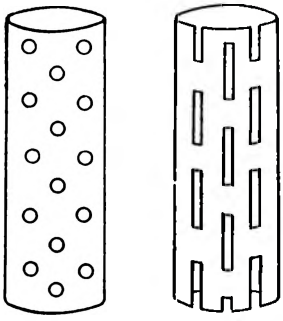


Рис. 159. Трубчатые каркасы:

а — с круглыми отверстиями; *б* — с щелевыми.

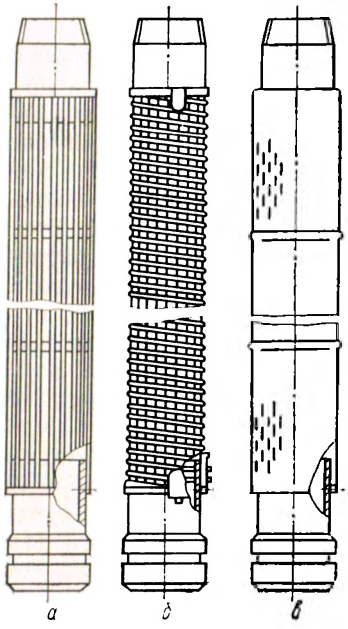


Рис. 160. Конструкции фильтров:

а — стержневой опорный каркас; *б* — фильтр с проволочной обмоткой; *в* — фильтр с просечным листом.

8. Диаметр и расположение круглых отверстий на трубчатом стальном каркасе в зависимости от его диаметра

Наружный диаметр труб, мм	Диаметр отверстий, мм	Расстояние между центрами отверстий, мм		Число отверстий в горизонтальном ряду	Число отверстий на 1 м трубы	Скважность* каркаса, %
		по горизонтали	по вертикали			
89	12	23	15	12	780	32
114	16	25	22	14	635	35
168	18	29	25	18	720	34
219	20	34	31	20	640	30
273	20	36	31	24	768	28
325	22	41	33	25	750	28
377	22	39	33	30	900	26

* Скважностью называют отношение площади отверстий к площади рабочей части фильтра, умноженное на 100 %.

порядке. Скважность таких каркасов составляет от 7 до 30 %.

Стержневые опорные каркасы состоят из нескольких продольных стальных прутков, расположенных по кругу и опирающихся на кольца, нарезаемые из труб.

Крайние кольца имеют бóльшую высоту, чем промежуточные. Отдельные звенья каркаса соединяют между собой с помощью резьбы. Для каркаса диаметром до 168 мм берут 8...14 стержней диаметром 10...14 мм. Опорные кольца располагают на расстоянии 200... ...300 мм одно от другого. Для каркасов большего размера диаметр и число стержней возрастают.

Изготовляют стержневые опорные каркасы с помощью сварки. Применение их позволяет экономить обсадные трубы, создавать высокую скважность.

В сетчатых фильтрах (рис. 161) трубчатый опорный каркас с круглой перфорацией обертывают сеткой квадратного или гладкого (валунного) плетения (рис. 162). Размеры сеток принимают в зависимости от гранулометрического состава пород. Сетчатые фильтры рекомендуют использовать

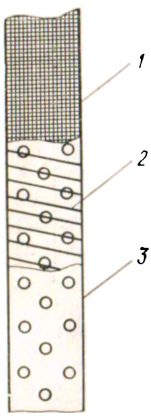


Рис. 161. Элементы конструкции сетчатого фильтра: *1* — сетка; *2* — проволочная подмотка; *3* — трубчатый каркас.

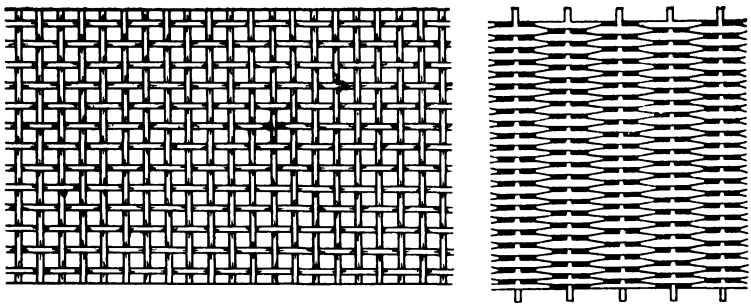


Рис. 162. Сетки для фильтров:
а — квадратного плетения; *б* — гладкого плетения.

для среднезернистых и крупнозернистых пород. Подбирают сетки просеиванием через них сухого песка и принимают ту, через которую прошло 40...70 % песка общей массы пробы.

В буровых организациях для фильтров обычно используют сетку гладкого плетения № 12/90 (или близкую к этому номеру). Она имеет скважность более 30 %. Номер обозначает число поперечных и продольных ниток, содержащихся в квадрате сетки с длиной стороны 25,4 мм. Поперечные нитки (основа) имеют больший диаметр, чем продольные (утóк). Так, для указанного выше номера сетки диаметр поперечной проволоки составляет 0,45 мм, а продольной — 0,3 мм. Масса 1 м^2 такой сетки составляет 2,8 кг.

Сетку на́ каркасе соединяют внахлестку. Место соединения спаивают оловом, а если олова нет, то сшивают (рис. 163). Между каркасом и сеткой кладут продольные прутки или наматывают спирально проволоку с расстоянием между витками 30 ... 50 мм. Применяют также винипластовую перфорированную гофрированную пленку, которая повышает устойчивость фильтра против коррозии.

Сетчатые фильтры при их установке в песчаные водоносные горизонты сильно забиваются песком, и дебит скважин резко падает. Их не рекомендуется использовать для эксплуатационных скважин. Они могут быть применены для скважин временного действия (разведочных, наблюдательных). Чтобы повысить эффективность работы сетчатых фильтров, их следует применять в сочетании с гравийно-песчаной обсыпкой.

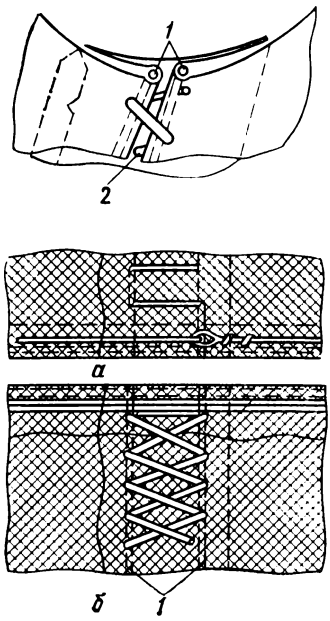


Рис. 163. Обвязка каркаса фильтра сеткой:

1 — стержни; *2* — сшивная проволока: *а* — сшивка проволокой; *б* — сшивка проволокой двумя концами.

Для скважин используют сетки из нержавеющей или латунной проволоки, противостоящей коррозии.

В фильтрах с проволочной обмоткой трубчатые или стержневые опорные каркасы обматывают спиральной проволокой из нержавеющей стали. Зазор между витками определяется гранулометрическим составом пород. Диаметр проволоки 2...3 мм (см. рис. 160, *б*).

Перед обмоткой на трубчатые каркасы рекомендуют наваривать продольные прутки для того, чтобы проволока не перекрывала отверстия и фильтр работал всей площадью. Для стержневых каркасов этого не требуется.

Проволоку крепят на стержне с помощью смол, резиновых оболочек, надеваемых на стержни, или нарезок на стержнях. Фильтры с проволочной обмоткой обладают наиболее высокой скважностью (до 50 %).

Фильтры с просечным листом отличаются от вышеописанных тем, что вместо проволочной обмотки фильтрационная поверхность листов сделана из листов нержавеющей стали толщиной 0,7...1 мм, с щелевыми отверстиями, выполненными штампованием (см. рис. 160, *в*).

Гравийные фильтры повышают дебит и срок службы скважин. Устраивают их путем обсыпки установленного в скважину фильтра песком или гравием, что позволяет увеличивать диаметр проходных отверстий фильтра и его скважность.

Гравийную обсыпку фильтра при роторном бурении делают сразу же после установки фильтра на забой. Гравий засыпают с поверхности в пространство между стенками скважины и фильтром.

При ударно-канатном способе бурения после засыпки гравия обсадные трубы извлекают для обнажения фильтра.

Большое значение имеет подбор состава гравийной обсыпки. Выбирают его по отношению:

$$D_{50}/d_{50} = 8 \ldots 12,$$

где D_{50} — размер частиц, меньше которого в обсыпке содержится 50 %; d_{50} — то же, в породе пласта (определяется по кривой гранулометрического состава пород, которую строят на основании лабораторного анализа).

Толщина гравийной обсыпки должна быть не менее 50 мм. Наиболее надежны в работе скважины с гравийной обсыпкой толщиной 150...200 мм.

Диаметром скважин с гравийными фильтрами является внешний диаметр контура обсыпки. При устройстве гравийных фильтров не требуется установка сальника. Его заменяет непосредственно гравийный материал.

Размеры проходных отверстий фильтров имеют весьма важное значение для работы скважины. Подбирают их с таким расчетом, чтобы скважность фильтра и площадь каждого отверстия были максимально возможными.

Фильтры с большой скважностью обладают малым сопротивлением входу воды в скажину, а чем больше размер отверстия, тем медленнее оно зарастает при выпадении осадков в процессе эксплуатации скважин.

Размеры отверстий подбирают по крупности частиц породы (табл. 9).

9. Размеры проходных отверстий фильтров в зависимости от коэффициента неоднородности K*, мм

Фильтры	$K<2$	$K\geqslant 2$
С круглыми отверстиями	(2,5 . . . 3) d_{50}	(3 . . . 4) d_{50}
С щелевыми отверстиями	(1,25 . . . 1) d_{50}	(1,5 . . . 2) d_{50}
Сетчатый	(1,5 . . . 2) d_{50}	(2 . . . 2,5) d_{50}

* K — коэффициент неоднородности пород, равный отношению d_{60}/d_{10}; d_{10} и d_{60} — размеры частиц грунта, меньше которых в водоносном пласте содержится 10 и 60% (определяются лабораторным анализом).

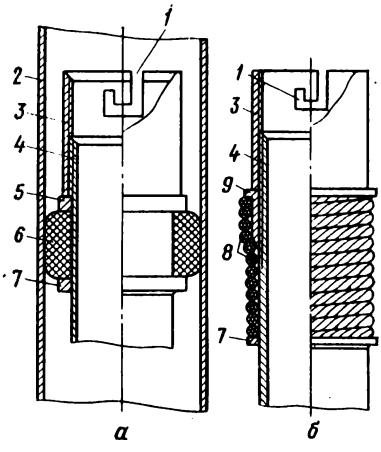
Размеры отверстий превосходят размеры частиц породы. Такой подбор проводят для того, чтобы частицы не заклинивали отверстия, а образовывали своды вокруг

10. Тип фильтра в зависимости от водоносных пород

Породы	Фильтры
Полускальные неустойчивые, щебенистые и галечниковые с крупностью щебня и гальки от 20 до 100 мм (более 50 % по массе)	Трубчатые с круглой и щелевой перфорацией; стержневые
Гравий, гравелистый песок крупностью от 1 до 10 мм и с преобладанием частиц от 2 до 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 преобладанием частиц от 1 до 2 мм (более 50 % по массе)	Трубчатые и стержневые с щелевой перфорацией, с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки, штампованного стального листа или из сетки квадратного плетения
Пески средние крупностью от 0,25 до 0,5 мм (более 50 % по массе)	Трубчатые и стержневые с водоприемной поверхностью из сеток гладкого (галунного) плетения, с однослойной гравийной обсыпкой (гравийные)
Пески мелкие крупностью от 0,1 до 0,25 мм (более 50 % по массе)	Трубчатые и стержневые с одно- или двухслойной песчаной или песчано-гравийной обсыпкой (гравийные фильтры)

Рис. 164. Сальники:

а — резиновый разжимной; *б* — пеньковый разжимной; *1* — вырез для спускового ключа; *2* — обсадная труба; *3* — муфта; *4* — надфильтровая труба; *5* — подвижной фланец; *6* — резиновый цилиндр; *7* — приваренный фланец; *8* — пеньковая сальниковая набивка; *9* — уплотняющая грундбукса.



них. В начале откачки после установки фильтров всегда отмечается вынос песка. Это свидетельствует об образовании сводов и создании более водопроницаемой зоны вокруг фильтров.

Размеры проходных отверстий фильтров при устройстве гравийной обсыпки следует принимать равными среднему диаметру частиц слоя обсыпки, примыкающего к стенкам фильтра.

Выбор типов и конструктивных размеров фильтров зависит от конкретных гидрогеологических условий и необходимого дебита (табл. 10).

Трубчатые стальные фильтры можно применять для скважин любой глубины.

Для фильтров буровых скважин могут использоваться в зависимости от конкретных гидрогеологических условий не только стальные трубы, но и асбестоцементные, полиэтиленовые, полихлорвиниловые, стеклопластиковые.

Зазор между двумя колоннами труб, спущенных телескопически, изолируют сальником. Наиболее часто сальники ставят на фильтрах, спускаемых впотай.

Располагают сальник на надфильтровой трубе, изолируя пространство между эксплуатационной и надфильтровой трубами. Сальник предотвращает проникновение песка и породы в скважину по межтрубному пространству.

Для гравийных фильтров сальник не требуется. Его роль выполняет гравий. Не устанавливают сальник также при выводе надфильтровой трубы на поверхность.

Сальник может быть изготовлен из резины, пеньковой просмоленной веревки, дерева, цемента.

Резиновый и пеньковый сальники делают разжимной конструкции (рис. 164). На надфильтровую трубу приваривают упорное кольцо, над которым устанавливают резиновую муфту или наматывают просмоленную веревку. Сверху на них надевают фланец. Над фланцем имеется муфта, которую после установки фильтра завинчивают, и она разжимает резину или веревку.

Реже применяют деревянный сальник — цилиндр из отдельных частей или цельного куска. Внутренняя поверхность его имеет конусность. После установки фильтра на забой деревянный сальник спускают на надфильтровую трубу и забивают. Необходимо, чтобы сальник имел толщину стенки в верхней части не менее 100 мм.

Сальник иногда можно изготовить из цемента, спуская в кольцевой зазор мешочки с цементом. Цемент в воде схватывается и перекрывает зазор между трубами.

§ 4. Установка фильтров в скважины

Спуск фильтров в скважины. Если в конструкции скважины предусмотрен выход надфильтровой колонны на поверхность, то спускают фильтр, последовательно свинчивая и опуская трубы.

При установке фильтра впотай его спускают на бурильных трубах с помощью специального бурового ключа, который соединяется с муфтой надфильтровой трубы, имеющей вырез (см. рис. 164). Этим же ключом завинчивают муфты для распора сальника.

При ударном способе бурения с устройством гравийной обсыпки фильтр впотай спускают на трубах с аналогичным ключом, но закрытым сверху кожухом. Это делается для того, чтобы гравий, засыпаемый в зафильтровое пространство, не попадал внутрь фильтра. Фильтр можно спускать и на муфте с левой резьбой. Для этого на верхней части надфильтровой трубы нарезают левую резьбу и навинчивают на нее муфту, которую переходником соединяют с трубами. После спуска фультра в результате вращения муфта свинчивается, и ее вместе с трубами извлекают на поверхность.

При ударном способе бурения перед спуском фильтра необходимо на забой засыпать гравий для образования подушки. После спуска фильтра поднимают обсадную колонну, при этом следят за тем, чтобы фильтр не был захвачен трубами и не поднимался. При извлечении

труб в скважину рекомендуют подливать воду и поддерживать ее несколько выше статического уровня.

При извлечении труб с одновременной гравийной обсыпкой высота засыпаемого слоя гравия не должна превышать 2 м, а фильтр должен иметь центрирующие фонари, устанавливаемые на отстойнике, надфильтровой трубе и рабочей части.

Во избежание прихвата колонны и возможного разрыва слоя гравия применяют вибромолоты.

Предохранение фильтра от глинизации. При спуске в заглинизированный ствол скважины фильтры замазываются глиной, особенно сильносетчатые.

Во избежание этого поверхность фильтра покрывают легкорастворимыми материалами, например пастой, состоящей из бурового крахмала, жидкого стекла и талька.

После установки фильтра в скважину и разглинизации ее паста постепенно растворяется в воде, сохраняя водопроницаемость фильтра.

Установка фильтров с одновременным разбуриванием водоносного горизонта дает возможность устранить отрицательное действие на пласт глинистого раствора при роторном бурении и отказаться от трудоемких работ по извлечению обсадных труб для обнажения фильтров при ударном бурении. Кроме того, можно создать гравийную обсыпку вокруг фильтров с расширенным контуром, то есть с диаметром фильтра больше диаметра ствола самой скважины. Для этого используют специальные приспособления и инструмент.

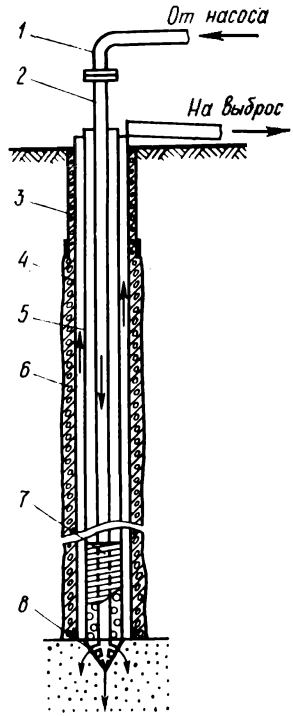


Рис. 165. Схема посадки фильтра в водоносный пласт гидродинамическим способом:

1 — шланг от насоса; *2* — бурильные трубы; *3* — кондуктор; *4* — рабочая колонна обсадных труб; *5* — фильтровая колонна; *6* — затрубная цементация; *7* — рабочая часть фильтра; *8* — гидравлическая насадка.

Такие работы рекомендуют проводить при сооружении скважин в слабонапорных водоносных горизонтах, представленных мелкозернистыми и тонкозернистыми песками. Ствол скважины бурят только до водоносного горизонта. Скважину закрепляют трубами и цементируют. Затем начинают установку фильтра. Ниже дано описание некоторых таких способов.

Установка фильтра гидродинамическим способом (гидроподмывом; рис. 165) возможна при небольших глубинах скважин и небольших размерах фильтров. Для этого в фильтровую колонну опускают бурильные трубы, концы которых, оборудованные гидронасадком, выходят ниже отстойника фильтра. Через трубы подается вода от насоса. По мере размыва песков фильтр входит в пласт. Обычно при этом способе надфильтровые трубы выводят на поверхность.

Установка сетчатого фильтра с помощью эрлифта (рис. 166) осуществляется так. На нижнюю часть водоподъемных труб *2* эрлифта надевают фильтр *6* и закрепляют с помощью бурового ключа *4*. Торец труб *7* выходит из фильтра на 0,2 м. Затем спускают фильтр до водоносного горизонта и за ним возду-

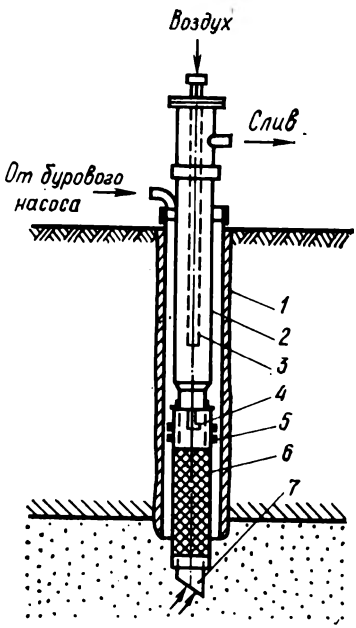


Рис. 166. Схема установки фильтра с помощью эрлифта. Позиции даны в тексте.

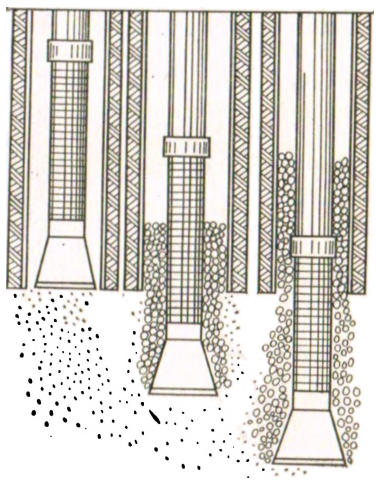


Рис. 167. Схема устройства гравийных фильтров с конусным башмаком-расширителем.

хоподающие трубы *3*. В эрлифт от компрессора поступает сжатый воздух. Одновременно от бурового насоса в зазор между обсадными *1* и водоподъемными *2* трубами подается вода для обеспечения работы эрлифта. По мере выноса песка фильтр опускается в водоносный горизонт. По достижении заданной отметки подача воды и воздуха прекращается, и вращением водоподъемной колонны разжимают муфтой на левой резьбе сальник *5*. Дно фильтра засыпают гравием или цементируют.

Для установки фильтров с расширенным контуром при ударном способе бурения применяют башмак-расширитель, который крепится к фильтру (рис. 167). Обычно в качестве фильтра используют перфорированные обсадные трубы с отверстиями, подбираемыми согласно составу гравийной обсыпки и водосодержащих песков. Через спущенную колонну желонкой отбирают песок. При этом фильтр постепенно погружается в водоносный горизонт. По затрубному пространству на забой подается гравий, который опускается вместе с фильтром вниз. За гравийной засыпкой постоянно ведут контроль, чтобы в ней не образовывались разрывы.

Установку фильтра с промывкой и одновременной засыпкой гравия в зафильтровое пространство (рис. 168) проводят следующим образом. Фильтр опускают в скважину на вспомогательной колонне труб, которая имеет левое резьбовое соединение. Внутри вспомогательной колонны и фильтра пропускают бурильную колонну, которая левой резьбой соединена с отстойником фильтра. В отстойнике имеются обратный клапан и отверстия для пропуска воды. Вода размывает глинистую корку со стенок скважины. После разглинизации в скважину засыпают гравий. При прекращении подачи воды клапан закрывается, тем самым предотвращая поступление песка в фильтр. Водоподающую и вспомогательную колонны отвинчивают при правом повороте и извлекают на поверхность. Роль сальника выполняет гравий, находящийся между надфильтровой трубой и эксплуатационной колонной обсадных труб.

Создание гравийного фильтра путем подачи гравия через бурильные трубы. Данный метод используют при устройстве гравийных фильтров в глубоких скважинах (глубиной от 300 м и более). Как правило, такие скважины имеют диаметры не более 200 мм, поэтому при засыпке гравия происходит его заклинивание и образова-

ние гравийных пробок, которые очень трудно ликвидировать. Гравий (рис. 169) подают через бурильные трубы принудительной закачкой через гравиепитатель *1* и специальный гравираспределитель *5*.

Гравиепитатель *1* представляет собой эжекторное устройство, к которому крепят воронку *2* для засыпки гравия. В верхней части фильтровой колонны устанавливают патрубок с опорным кольцом *8*, окнами *6* и клапанами *7*. Опорное кольцо имеет специальный выступ, который фиксирует корпус гравираспределителя *5* таким образом, что окна совмещаются с соответствующими каналами для подачи гравия в зафильт-

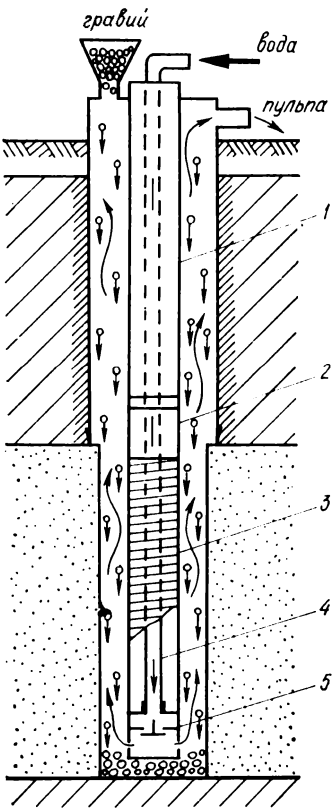


Рис. 168. Схема разглинизации скважин прямой промывкой с последующей гравийной засыпкой:
1 — вспомогательная труба на левой резьбе; *2* — надфильтровая труба; *3* — фильтр; *4* — промывочная колонна; *5* — обратный клапан.

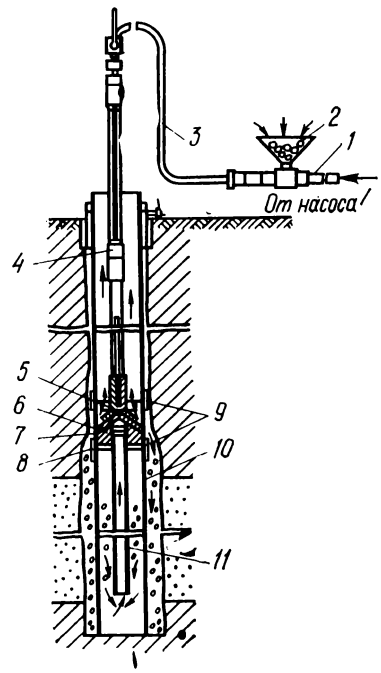


Рис. 169. Схема подачи гравия в зафильтровое пространство:
1 — гравиепитатель; *2* — воронка; *3* — нагнетательная линия; *4* — бурильные трубы; *5* — гравираспределитель; *6* — окна; *7* — клапаны; *8* — опорное кольцо; *9* — сальники; *10* — фильтр; *11* — труба.

ровое пространство. К нижнему торцу гравиераспределителя крепят трубу, которая через специальное отверстие соединяется с пространством, находящимся выше гравиераспределителя.

Гравиераспределитель можно опускать в скважину вместе с фильтровой колонной или отдельно от нее на бурильных трубах *4*. На корпусе гравиераспределителя устанавливают два сальника *9*.

При опускании гравиераспределителя на бурильных трубах его устанавливают на опорное кольцо *8* и ключом вращают бурильные трубы вправо, в результате чего корпус поворачивается и фиксирующий вырез на его нижнем конце совмещается с соответствующим выступом на опорном кольце. При этом происходит некоторое опускание инструмента, свидетельствующее об установке гравиераспределителя.

Для засыпки используют сортированный гравий размерами 2...5 мм. Гравий засыпают в воронку с одновременным включением бурового насоса. Вода, проходя через смеситель, засасывает зерна гравия в нагнетательную линию *3* и подает их через бурильные трубы и гравиераспределитель в зафильтровое пространство.

Гравий заполняет зафильтровое пространство, образуя гравийный фильтр уширенного контура.

В процессе откачки воды из скважины окна *6* перекрываются клапанами и препятствуют попаданию механических частиц в скважину. В случае установки фильтра впотай в скважину опускают специальную заглушку с конусом для перекрытия отверстия фильтра. Выше заглушки расположен паккер.

По этой схеме не требуется боковых клапанов и опорного кольца.

Устройство гравийных фильтров с расширением диаметра скважины при прямой промывке. Существуют механические и гидравлические способы вскрытия пластов (рис. 170).

При механическом способе применяют специальный расширитель, лопасти которого разводятся при вращении и позволяют создавать ствол уширенного диаметра. При гидравлическом способе ствол расширяют с помощью струй воды, выходящей под напором из сопел расширителя (гидроерша).

Основное условие процесса вскрытия с использованием в качестве промывочной жидкости воды — необхо-

димость излива ее на поверхность через устье скважины. Для этого на буровой должен быть достаточный запас воды. Сооружение ствола скважины при вскрытии водоносного горизонта с его расширением является эффективным способом повышения дебита скважин.

Вскрытие пласта с расширением диаметра скважины при обратной промывке. Бурение скважин вращательным способом с обратной промывкой позволяет вскрывать водоносные горизонты со значительно бóльшим диаметром водоприемной части, нежели при бурении с прямой промывкой. Расширитель (рис. 171) имеет корпус длиной 3,5 м, диаметром 270 мм. Внутри него помещен груз с внутренним проходным каналом для промывки. К грузу посредством шарнирных тяг подсоединены рычаги. Кромки рычагов снабжены твердосплавными

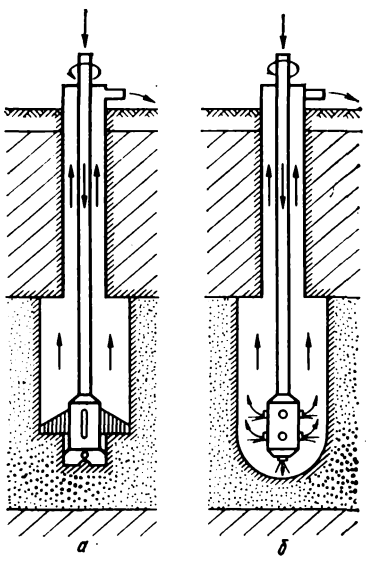


Рис. 170. Схемы вскрытия водоносного горизонта с расширением диаметра скважины при прямой промывке:

а — вскрытие механическим расширителем; *б* — вскрытие гидравлическим расширителем.

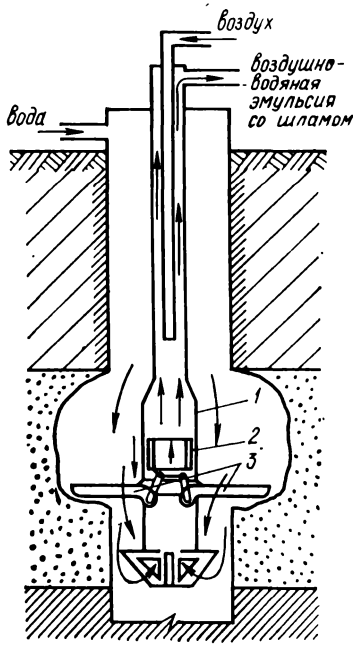


Рис. 171. Схема вскрытия водоносного горизонта с расширением диаметра скважины при обратной промывке:

1 — корпус; *2* — груз; *3* — рычаги.

резцами. При выходе расширителя из-под башмака обсадной колонны рычаги под действием груза и вращения колонны раскрываются и происходит расширение ранее пробуренной скважины до 1000 мм.

Создание гравийной обсыпки в расширенной водоприемной части фильтра. По окончании расширения водоприемной части в скважину на бурильных трубах *3* опускают фильтровую колонну *5* на левом переходнике *9* с обратным клапаном (рис. 172).

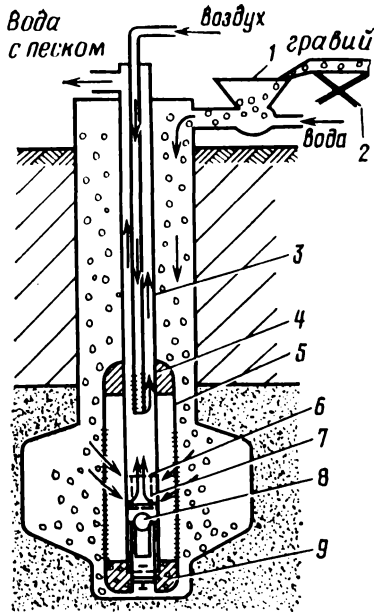


Рис. 172. Схема устройства гравийного фильтра уширенного контура. Позиции даны в тексте.

Бурильные трубы, находящиеся в перфорированном каркасе фильтра, имеют промывочные отверстия *7*, которые закрыты специальной муфтой *6*, закрепленной двумя заклепками.

У муфты есть внутренний проходной канал для прямой промывки при посадке фильтра с целью удаления шлама из отстойника. Верх фильтра закрыт деревянной пробкой *4*.

После установки фильтровой колонны в бурильные трубы забрасывают шарик *8*, который закрывает проходное отверстие для промывки. Затем в бурильные трубы монтируют воздухопроводные трубки диаметром 42 мм и включают буровой насос; под давлением воды срывается муфта, открывая промывочные отверстия в бурильных трубах.

Одновременно с этим проводят гидравлическую забросу гравия в скважину и включают эрлифтную установку.

Гравий подается на вибросито *2*, где просеивается и промывается. Затем он транспортируется водой в смесительную воронку *1*, откуда поступает через кольцевое

пространство между обсадными и бурильными трубами в прифильтровую зону скважины.

После заполнения уширенной водоприемной части гравием у фильтра образуется гравийный контур.

Благодаря гидравлической сортировке гравия непосредственно у фильтра из-за повышенных входных скоростей откладываются наиболее крупные фракции, а мелкие уносятся на поверхность при откачке воды из скважины эрлифтом. С учетом возможных усадок за счет уплотнения и выноса мелких фракций песка гравий намывается на 3...4 м выше рабочей части фильтра. Контроль процесса гравийной засыпки проводят по увеличению давления, когда сопротивление потоку пульпы резко возрастает при полном перекрытии фильтра.

§ 5. Способы освоения скважин

Под освоением скважины понимают заключительный этап ее сооружения, который включает мероприятия по восстановлению водоотдачи пласта, нарушенной в процессе бурения. Водоотдача снижается в результате глинизации песчаных пород при вращательном способе бурения с промывкой глинистым раствором и засорения трещин шламом при бурении скальных пород.

В настоящее время основное число скважин бурят роторным способом с промывкой глинистым раствором.

Глинистые растворы отрицательно влияют на водоотдачу водоносных пород. При бурении эксплуатационных скважин дебиты их оказываются значительно меньше расчетных. Это происходит при вскрытии водоносных горизонтов вращательным способом с промывкой глинистым раствором, который приводит к глинизации стенок скважины — покрытию внутренней поверхности пробуренного ствола скважины, находящегося в водоносном горизонте, глинистой коркой и проникновению глинистого коллоида в водоносный горизонт. Кроме того, фильтр при спуске в скважину замазывается глиной, что резко снижает дебит скважины.

Существует несколько способов разглинизации скважин, и применяют их в зависимости от конкретных условий. Бóльшая часть их основана на смыве глинистых отложений при движении воды.

Признак окончания разглинизации — получение расчетных дебитов, осветление воды и быстрое восстановление ее уровня.

Откачка. Ее проводят с помощью желонки, сваба (дисковый поршень с клапаном), эрлифта и поршневого насоса.

Наиболее эффективна откачка эрлифтом, так как с его помощью можно достичь наибольшей подачи и тем самым создать максимальные скорости движения воды в прифильтровой зоне, способствующие удалению глинистой корки.

Для откачки воды из скважины применяют также напорный струйный аппарат, работающий от бурового насоса. Воду через бурильные трубы нагнетают на забой под большим давлением. Вырываясь из изогнутого вверх насадка, она захватывает имеющуюся жидкость в скважине и направляет ее на поверхность. Имеется несколько конструкций струйных аппаратов, позволяющих вести откачку с различными дебитами.

Промывка. Промывают скважины чистой водой. После установки фильтра в него опускают бурильные трубы, через которые насосом нагнетается вода, вытесняя глинистый раствор из скважины и смывая глину с ее стенок. Лучшие результаты получают при нагнетании воды по трубам через обратный клапан, находящийся в крышке отстойника, так как поток воды устремляется по внешней стороне фильтра, разрушая глинистую корку на стенках ствола скважины.

Промывать скважину можно и через фильтр. Для этого бурильные трубы свинчивают с надфильтровой трубой и нагнетают в фильтр воду.

Размыв глинистой корки гидравлическим насадком (рис. 173) применяют для сетчатых и проволочных фильтров. На конец бурильных труб навинчивают насадку с тремя боковыми отверстиями, расположенными под углом 120°. Диаметр отверстий выбирают из условий обеспечения выходных скоростей 50 м/с. Гидравлический насадок (гидравлический ерш) перемещается вдоль фильтра со скоростью 0,4...0,5 м/мин и делает 3...4 прохода по длине фильтра. Сверху и снизу он может иметь резиновые манжеты, которые направляют воду в зафильтровое пространство. Такой насадок наиболее эффективен при промывке фильтра.

Разглинизация через промывочные окна основана на обрушении заглинизированных стенок скважин. На боковых стенках отстойника фильтра делают крупные прорези, через которые при откачке воды из скважины по-

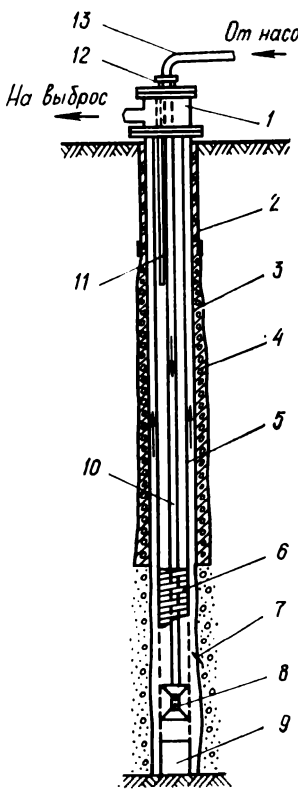


Рис. 173. Схема разглаживания с подачей воды через фильтр:

1 — тройник для отвода промывочной воды; *2* — кондуктор (направляющая); *3* — эксплуатационная колонна; *4* — затрубная цементация; *5* — фильтр; *6* — рабочая поверхность фильтра и каркас; *7* — глинистая корка; *8* — гидравлическая насадка; *9* — отстойник фильтра с пробкой; *10* — бурильные трубы; *11* — указатель уровня; *12* — сальник для бурильных труб; *13* — патрубок.

ступает порода, обрушивающаяся вместе с глинистой коркой. По окончании разглинизации промывочные окна перекрывают скользящим цилиндром.

Гидравлический удар осуществляют путем сбрасывания с высоты не более 5 м на поверхность воды в скважину желонки, заполненной песком. В результате резкого движения воды разрушается глинистая корка.

Вибрационный способ использует энергию колебаний воды, создаваемых вибраторами. В месте установки фильтров на водоподъемных трубах эрлифта монтируют горизонтальные диски диаметром, позволяющим свободно спускать их в фильтровую колонну. Трубы подвешивают к вибратору. Колебания вибратора передаются через колонну дискам, которые приводят в движение воду (рис. 174, 175).

Существуют и другие конструкции устройств для разглинизации скважин вибрационным способом. Они включают в себя поверхностные или глубинные вибраторы, отсасывающие или нагнетающие устройства и т. п. В последнее время для этого сконструированы специальные передвижные агрегаты, которые применяют не только для освоения скважин, но и для их ремонта.

Химическое воздействие на пласт. Эффективное освоение водоносных горизонтов, представленных трещи-

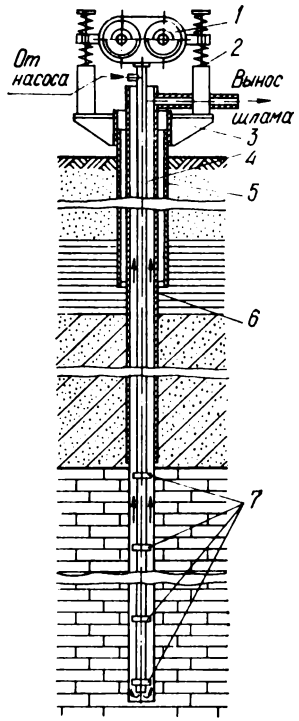


Рис. 174. Схема вибрационной установки с промывкой скважины от насоса:

1 — вибратор направленного действия; *2* — амортизационная пружина; *3* — опорная рама; *4* — насосно-компрессорная колонна; *5* — кондуктор; *6* — эксплуатационная колонна; *7* — диск.

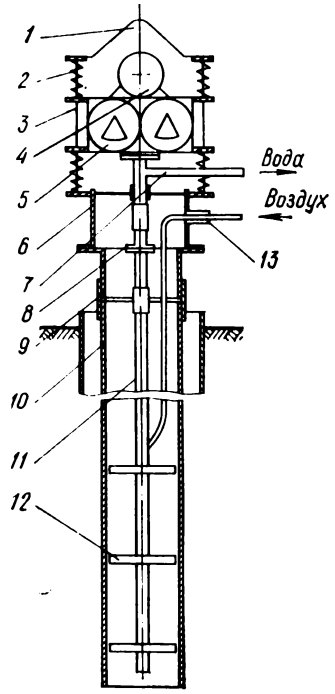


Рис. 175. Схема виброустановки с откачкой воды эрлифтом:

1 — подвеска; *2* — пружины; *3* — направляющие; *4* — электродвигатель; *5* — вибратор; *6* — герметизатор устья скважины; *7* — патрубок для отвода воды при откачке; *8* — фланцы; *9* — переходник; *10* — эксплуатационная колонна; *11* — колонна насосно-компрессорных труб; *12* — диски; *13* — шланг для подачи воздуха в скважину.

новатыми известняками, доломитами, мергелями, опоками, а также песчаниками, в том числе глинистыми, может быть достигнуто при воздействии на них химическими реагентами (раствор соляной кислоты с различными химическими добавками).

Соляная кислота и некоторые вводимые в нее добавки взаимодействуют с водосодержащими породами. В результате этого трещиноватая зона вблизи скважин становится более обширной. Одновременно растворяется шлам в трещинах, попавший туда во время бурения водоносного горизонта.

Для обработки рабочей части скважины используют 15 %-ный раствор соляной кислоты, который нагнетается в водоприемную часть скважины (табл. 11).

11. Объем 15 %-ного раствора соляной кислоты (л) для обработки 1 м рабочей части скважины

Диаметр ствола скважины, мм	Слаботрещиноватые породы	Сильнотрещиноватые породы
100	400	1 000
150	500	1 100
200	600	1 200
250	700	1 300
300	800	1 400
350	900	1 500

Солянокислотную обработку рабочие начинают только после инструктажа по технике безопасности. Работать они должны в резиновых костюмах, перчатках, сапогах и противогазах.

Торпедирование сосредоточенным зарядом взрывчатых веществ (ВВ). Интенсивности водоотдачи из твердых слаботрещиноватых пород достигают в результате торпедирования ствола скважины в зоне водоносного горизонта зарядами ВВ для образования водоприемных камер и увеличения трещиноватости скальных пород.

Использование ВВ для расширения скважины и повышения водопроницаемости призабойной зоны в скальных породах эффективно и экономически целесообразно.

Эффективность взрыва зависит от характера водовмещающих пород, вида и количества ВВ, формы снаряда, глубины скважины и других факторов.

Заряды ВВ (шашки) размещают в фугасной торпеде. Наружный диаметр торпеды должен быть на 25 мм меньше диаметра ствола скважины.

Торпеду в скважину обычно спускают на прочном электрическом кабеле. При мощности водоносного горизонта 5 м и более устраивают несколько водоприемных камер, при этом торпеды располагают на определенном, точно рассчитанном друг от друга расстоянии.

После торпедирования скважину очищают от разрушенной породы и прокачивают.

Взрывные работы на скважинах проводят специаль-

ные организации. Поэтому очень важно определить состояние скважины для составления наиболее точного технического задания взрывникам.

§ 6. Бесфильтровые скважины в песках

Там, где над водоносными горизонтами, представленными песками, залегают твердые или устойчивые породы, образующие надежную кровлю, целесообразно сооружать бесфильтровые скважины (рис. 176). Дебиты и срок службы их значительно выше, чем у скважин с фильтрами. Водоприемная часть таких скважин — искусственно создаваемая в песках полость в виде воронки.

Ствол бесфильтровой скважины до водоносного горизонта бурят роторным способом с промывкой глинистым раствором. Затем породы, находящиеся выше водоносного горизонта, закрепляют обсадными трубами с последующей их цементацией. Если породы кровли не разру-

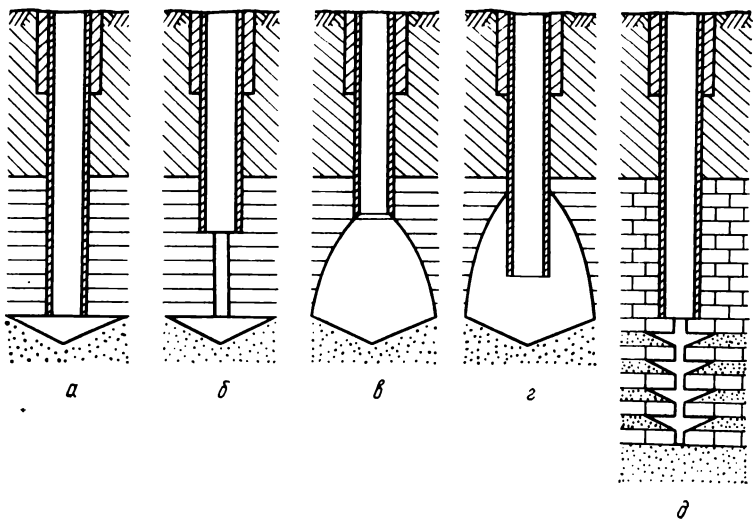


Рис. 176. Схемы бесфильтровых скважин:

а — скважина с водоприемной полостью в виде воронки, обсадные трубы доведены до водоносного горизонта; *б* — то же, обсадные трубы доведены до кровли, прочные породы кровли не требуют крепления их трубами; *в* — то же, над полостью свод обрушения; *г* — обсадные трубы доведены до водоносного горизонта, над полостью свод обрушения; *д* — скважина с удлиненной водоприемной полостью в пересланвающемся водоносном горизонте, воронки образованы в каждом рыхлом слое.

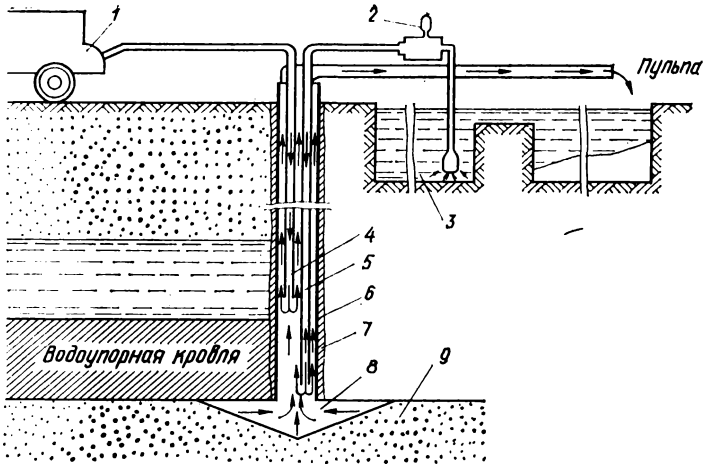


Рис. 177. Схема сооружения бесфильтровой скважины в песчаном водоносном горизонте:

1 — компрессор; *2* — насос; *3* — отстойник; *4* — эрлифтные трубы; *5* — трубы для подкачки воды; *6* — обсадные трубы; *7* — цементное кольцо; *8* — водоприемная воронка; *9* — водоносный горизонт.

шаются под воздействием потока воды и горного давления, то обсадные трубы целесообразно не доводить до водоносного горизонта, а оставлять их в рыхлых водопроницаемых слоях.

Пески водоносного горизонта разбуривают на глубину 6...8 м, и скважину сначала промывают глинистым раствором, а затем водой. При увеличении выноса песка, чтобы избежать прихвата инструмента, его поднимают в закрепленную или устойчивую часть ствола. В скважину опускают трубы, по которым поступает сжатый воздух (рис. 177) от компрессора, и прокачивают ее, подавая одновременно через бурильные трубы воду для обеспечения работы эрлифта. При этом колонну обсадных труб используют как водоподъемные трубы.

Если скважина имеет диаметр 200 мм и более, в ней монтируют эрлифт со спуском дополнительной колонны водоподъемных труб, а воду подливают через устье скважины.

По мере образования водоприемной воронки и увеличения водопритока подачу воды прекращают и начинают эрлифтную прокачку, 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.

Как показывает практика, устройство бесфильтровых скважин в различных геологических условиях возможно, если кровля имеет коэффициент крепости, указанный в таблице 12. Определить крепость пород можно путем раздавливания образцов, полученных с помощью колонкового бурения. При этом образцы должны быть цилиндрической формы диаметром 32...42 мм с двумя параллельными плоскостями и высотой, равной его диаметру.

На прессе определяют разрушающее давление на единицу площади образца, а затем устанавливают коэффициент крепости породы по следующей формуле:

$$f = \frac{A}{300} + \sqrt{\frac{A}{30}}.$$

Ориентировочно для определения крепости пород кровли можно пользоваться таблицей 12.

12. Значения коэффициента крепости различных пород
(по М. М. Протодъяконову)

Степень крепости породы	Породы	Коэффициент крепости
Крепкие	Известняки, гранит, песчаники, мрамор, доломит, колчеданы	8
Довольно крепкие	Обыкновенный песчаник, железные руды, песчанистые сланцы, сланцевые песчаники	6 5
Средние	Глинистый сланец, песчаник, известняк, сланцы, плотный мергель	3 . . . 4
Довольно мягкие	Сланец, известняк, мел, каменная соль, гипс, антрацит, мергель, сцементированная галька и каменистый грунт, каменный уголь	1,5 . . . 3
Мягкие	Глина (плотная), каменный уголь	1,0

В благоприятных геологических условиях бесфильтровые скважины можно сооружать взамен скважин с фильтрами, которые вышли из строя. Для этого фильтр извлекают или разбуривают (фрезеруют, взрывают) и формируют вышеуказанным способом водоприемную воронку.

§ 7. Документация, ведущаяся при сооружении скважин на воду

В процессе сооружения скважины буровой мастер ведет первичную геолого-техническую документацию. Окончательную документацию составляют на основе первичной и передают заказчику, в геологические фонды и картотеку строительной организации. Особенно тщательно должна быть составлена документация при бурении разведочно-эксплуатационных скважин. От правильного ведения документации зависит качество работ. Она необходима при составлении геологического разреза, описании гидрогеологических условий и бурении скважин.

Первичная документация включает данные о глубине скважины, буримых породах, их водоносности и др.

Глубина скважины. В процессе бурения мастер должен знать глубину скважины на любой момент работы. Глубину измеряют с точностью до 1 см. Для этого перед бурением промеряют весь инструмент и устанавливают (нумеруют) очередность спуска его в скважину. Отсчет ведут от устья скважины. Замеры позволяют точно устанавливать геологический разрез, а на случай аварии с инструментом или обсадными трубами — намечать мероприятия по ее ликвидации.

Описание буримых пород. В процессе бурения в буровом журнале отмечают мощность и глубину залегания всех встречающихся слоев пород. Для каждого слоя указывают название (песок, глина, песчаник, мел и т. п.), цвет (глина серая, песок серый и т. п.), размер частиц (песок мелкозернистый, гравий мелкий и т. п.), плотность (глина плотная, песчаник сцементированный и т. п.). Если в разрезе встречается слой меньше 10 см, то он отмечается в описании как прослой (песок с прослоями песчаников, глина с прослоями песков и т. п.).

При ударно-канатном бурении образцы пород отбирают через 0,5...2 м, в зависимости от неоднородности горизонта. Образец берут из-под клапана желонки.

При роторном бурении образцы отбирают колонковыми трубами и пробоотборниками. Кроме того, обязательно проведение каротажных работ.

При других способах бурения породы определяют по шламу, который отбирают непосредственно на устье скважины с помощью сит или емкости через определен-

ный интервал, который задает гидрогеолог, исходя из конкретных геологических условий. Особенно важно отбирать шлам из кровли вновь встреченного пласта. При отборе необходимо устанавливать глубину, с которой поступает шлам, так как за время его подъема до устья скважины забой углубляется.

Пример. Образец шлама был взят, когда забой скважины находился на глубине 136 м. Нужно определить глубину, с которой взяли шламовый образец.

При скорости выноса породы 17 м/мин время, затраченное на подъем шлама, составит $136 : 17 = 8$ мин, долото при этом при средней скорости бурения в известняках 3 м/ч пробурит $3 \times 8 : 60 = 0{,}4$ м. Следовательно, глубина, с которой отобран шлам, составит $136 - 0{,}4 = 135{,}6$ м.

При отборе и описании шлама учитывают состояние стенок скважины (наличие или отсутствие обвалов), скопление на забое трудновымываемых гальки и гравия.

Буровой мастер должен четко знать признаки смены пород (табл. 13).

Установление водоносности пород. При бурении буровой мастер должен определить по признакам начало вскрытия водоносного горизонта. К общим признакам относятся: появление пород, содержащих воду (песок, гравий, известняк и т. п.), изменение отметки уровня столба жидкости в скважине.

При ударно-канатном и роторном способах бурения с промывкой водой отметки воды в скважине устанавливают замерами во время остановок работ не меньше 5 раз за смену.

При бурении с глинистой промывкой получить гидрогеологические данные гораздо сложнее. Поэтому техник (коллектор) или буровой мастер проводит наблюдения за поглощением, уровнем глинистого раствора в скважине и за его физическими свойствами, которые изменяются при вскрытии водоносного горизонта.

Поглощение глинистого раствора породами характеризует водопроницаемость, а следовательно, и возможную их водоносность. Потери глинистого раствора определяют измерением количества поступающей в скважину и выходящей из нее промывочной жидкости.

Практически потери глинистого раствора учитывают следующим способом. В зумпфе устанавливают деревянную водомерную рейку, деления на которой соответствуют объемным мерам и расположены так, чтобы нуль

13. Признаки установления пород в процессе бурения

Работа долота	Наблюдения за изменением раствора и показаниями приборов	Износ долота	Породы
Углубляется быстро	Частое поглощение раствора; в желобах очистной системы выпадает песок. Показания амперметра и манометра в пределах нормы	Срабатывается медленно, затупляется незначительно	Пески рыхлые и слабоцементированные
Углубляется медленно; подпрыгивает	Раствор поглощается неравномерно; в желобах выпадает немного песка и небольшие кусочки песчаника. Поглощения нет, показания амперметра выше нормы	Затупляется быстро	Песчаники
Работает толчками, с напряжением в роторе и цепях, углубляется медленно	Цвет раствора меняется, вязкость и плотность его возрастают. Высокое, временами сильно нарастающее давление. Поглощения нет, показания амперметра выше нормы	Износа нет. На долото налипает много глины и с лопастей можно взять образец породы	Глины мягкие и вязкие
Работает ровно	Цвет раствора меняется, шлама мало, поглощения нет, манометр насоса показывает высокое давление	Изнашивается медленно	Глины плотные
Углубляется, слегка подпрыгивая	В желобе большое количество шлама	Изнашивается быстро	Сланцы песчано-глинистые
Работает толчками, сильно подпрыгивает, бурить трудно	Давление на шкале манометра низкое, в желобе выпадают редкие небольшие обломки породы	Изнашивается быстро, особенно по краям	Известняки, доломиты и другие породы

рейки соответствовал уровню наполненного до верха зумпфа.

Потери глинистого раствора замеряют за определенный промежуток времени, например за 7-часовую смену. Если в процессе бурения поглощение глинистого раствора очень велико, то замеры делают через 1...2 ч.

Наблюдения за глинистым раствором проводят систематически при каждой смене пород, добавках воды и новых порций раствора, но не реже 2...3 раз в смену. Пробы глинистого раствора берут одновременно из входящей и выходящей струй. Плотность определяют ареометром, а вязкость — полевым вискозиметром.

При поступлении в скважину пресной или слабоминерализованной воды из вскрытого водоносного горизонта плотность и вязкость глинистого раствора снижаются. Поступление в глинистый раствор сильноминерализованной воды в незначительных количествах увеличивает вязкость и снижает плотность раствора.

Качество глинистого раствора в процессе бурения определяет буровой мастер.

Хранение образцов пород. Извлеченные из скважины образцы породы выкладывают последовательно на доски и просушивают. Если после просушивания образец изменил свой цвет, то это отмечают в журнале. Ящик для образцов пород должен иметь плотно пригнанные перегородки, разделяющие его на гнезда, расположенные в два ряда. Размер гнезд 100×100 мм, глубина 100 мм, длина ящика 1 м.

При отсутствии ячеистых ящиков образцы можно заворачивать в плотную оберточную бумагу или пересыпать в мешочки (если они сыпучие) и в таком виде складывать в ящики.

На каждом образце должна быть этикетка, в которой записывают название буровой организации, объекта изысканий, номер скважины, глубину взятия образца, дату, а также приводят краткое описание породы.

При колонковом бурении извлекаемый из скважины керн документируется и сохраняется полностью. Извлекается он из колонковой трубы легким постукиванием деревянным молотком по трубе. Техник (коллектор) вынимает из трубы керн, смывает приставшую породу и складывает в керновый ящик в той последовательности, в которой извлекает его из скважины. Затем определяют процент выхода керна с данного интервала разреза.

Для этого измеряют его общую длину (м), делят на длину рейса (м), во время которого отбирали керн, и умножают на 100. Например, длина рейса для отбора керна 2,5 м, общая длина керна на этот рейс 1,25 м, тогда выход керна составит: $1{,}25 : 2{,}5 \cdot 100 = 50\ \%$.

Данные о выходе керна записывают в буровом журнале.

После замера выхода керна в ящик вслед за последним (нижним) куском керна закладывают короткий деревянный брусок длиной 5...6 см, а под него кладут этикетку, завернутую в оберточную бумагу. Если керн отсутствует, то при том или ином подъеме в ящик вкладывают более длинный деревянный брусок, на котором указывают глубину данного подъема и пишут: «Керна нет». Легко разрушающиеся керны укладывают в ящик.

После укладки керна техник (коллектор) описывает извлеченный керн в коллекторской книжке и маркирует его следующим образом: вдоль по керну сверху вниз (к забою) проводит стрелку и ставит порядковый номер; если целостность керна нарушена (во время извлечения его из колонковой трубы, при переносе и т. п.), то на каждом отломившемся куске ставит номер в виде дроби, например: 15/1, 15/2, 15/3 и т. д.; на поверхности длинных бортов ящика проводит стрелку, проставляет номер керна, интервал бурения и процент выхода керна; на торцевой стенке ящика краской пишет номер и местоположение скважины, границы интервала глубин.

При отсутствии керновых ящиков бурить скважину колонковым способом запрещается.

Для лабораторных исследований естественных свойств скальных, полускальных и связных пород отбирают монолиты колонковыми снарядами или специальными грунтоносами, из которых наиболее распространены задавливающие.

Поднятый из скважины монолит очищают от шлама ножом и покрывают слоем парафина для сохранения естественной влажности.

Контрольные вопросы. 1. Перечислите состав проекта на бурение скважины. 2. Каким способом нужно бурить скважину в мягких породах диаметром 1 000 мм при глубине 150 м? 3. Для чего диаметр дренажных скважин делают значительно большим, чем у скважин для водоснабжения? 4. Какой должна быть конструкция скважины при бурении роторным способом по следующему геологическому разрезу: супесь с поверхности до 10 м, глины с 10 до 45 м, песок водонасыщенный глинистый с 45 до 50 м, мергель с 50 до 65 м,

известняк трещиноватый водоносный с 65 до 85 м? 5. Как влияет гравийная обсыпка на дебит скважины? 6. Что такое скважность фильтра? 7. Средний диаметр частиц песка d_{50} водоносного горизонта равен 0,15 мм. Глубина залегания песков 75...85 м. Какой фильтр применяют в этих условиях? 8. После бурения по слаботрещиноватым известнякам проводят солянокислотную обработку рабочей части скважины на глубине 140...155 м. Определите необходимое для этого количество соляной кислоты. 9. Как формируют водоприемную воронку бесфильтровых скважин? 10. Нарисуйте схему оборудования скважины для откачки песка из водоносного горизонта при сооружении бесфильтровой скважины. 11. Перечислите признаки, указывающие на вскрытие водоносного горизонта при роторном бурении. 12. Где и как хранят образцы отобранной при бурении породы?

Глава 9

НАСОСНО-СИЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ БУРОВЫХ СКВАЖИН

§ 1. Общие сведения

Воду из скважины откачивают после окончания бурения (пробная откачка) и в процессе эксплуатации. В первом случае скважину оборудуют временной водоподъемной установкой на период ее опробования, во втором — постоянной.

Под водоподъемной установкой понимается смонтированный и оснащенный необходимым оборудованием комплект, состоящий из двигателя, системы силовой передачи, насоса, всасывающего и напорного трубопроводов и системы контрольно-измерительной аппаратуры.

Насосы размещают как в самой скважине, так и на поверхности, что зависит от того, на какой глубине находится уровень воды в скважине. Тип насоса выбирают по требуемому расходу воды, напору, обеспеченности энергией и др.

Для скважин используют следующие типы насосов.

Лопастные, работающие в результате динамического воздействия лопаток рабочего колеса на воду (центробежные, осевые и вихревые). Их чаще всего используют для эксплуатации скважин.

В центробежных насосах жидкость подается за счет центробежной силы, возникающей при вращении рабочего колеса. Движение жидкости происходит от его центра к периферии вдоль лопаток. В результате в центре рабочего колеса насоса создается разрежение и жид-

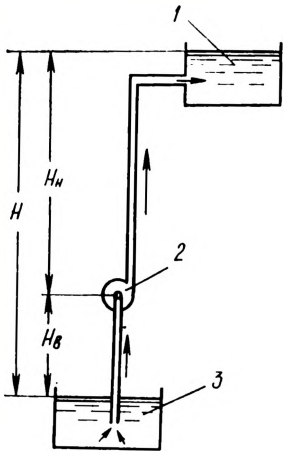


Рис. 178. Принципиальная схема работы насоса.

кость засасывается в насос. Этим достигается непрерывная работа насоса. Центробежные насосы опускают в скважину вместе с двигателем или приводят в движение с помощью трансмиссионного вала от двигателя, расположенного на поверхности. Среди центробежных лопастных насосов наиболее распространены погружные насосы.

Осевые насосы имеют рабочее колесо в виде гребного винта, заключенного в трубчатом корпусе.

Вихревые насосы отличаются большим числом маленьких плоских лопаток в рабочем колесе.

Поршневые, подающие воду за счет изменения объема рабочей камеры.

Водоструйные, использующие кинетическую энергию подведенной струи воды.

Кроме того, для подъема воды из скважины используют эрлифты, работа которых основана на принципе сообщающихся сосудов.

Работу насосов определяют: подача, напор, мощность и др.

Подача — расход воды, подаваемой насосом в единицу времени ($м^3/ч$; л/с; л/мин).

Напор насоса H (м) (рис. 178) — геометрическая высота водоподъема, равная сумме высоты всасывания $H_в$ и высоты нагнетания $H_н$.

Допустимую высоту всасывания указывают в заводской характеристике насоса. Превышение ее ведет к разрыву потока, а следовательно, и к срыву работы насоса. Допустимая высота всасывания, как правило, не превышает 6...8 м.

При использовании, например, погружных насосов *2* высота всасывания отсутствует. Напор в этом случае исчисляется от установившегося уровня воды в нижнем резервуаре *3* (в скважине) до уровня воды в верхнем резервуаре *1*.

Мощность насоса (кВт) для откачки воды определяют по формуле

$$N = QHK/\eta,$$

где Q — подача насоса, л/с; H — полный напор насоса, м; η — КПД насоса, $\eta = 0{,}9...0{,}6$; K — коэффициент запаса для двигателей мощностью больше 100 кВт, $K = 1{,}08...1{,}1$, а с меньшей мощностью $K = 1{,}1...1{,}5$.

§ 2. Погружные центробежные насосные установки

Погружными насосными установками эксплуатируют бо́льшую часть скважин. Наиболее распространены установки типа ЭЦВ (рис. 179). Рабочая часть установки состоит из насоса и электродвигателя, соединенных между собой жесткой муфтой сцепления. Спускают рабочую часть установки в скважину на трубах, которые закрепляют на устье (рис. 180). Параллельно трубам крепят электрокабель, питающий двигатель.

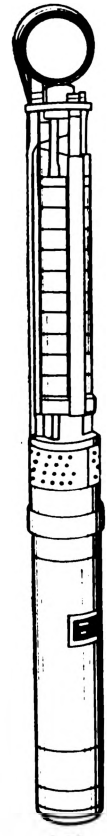


Рис. 179. Общий вид насоса типа ЭЦВ.

В комплект установки входят: опорное колено, задвижка, манометр и станция автоматического управления, которые располагаются на поверхности.

Основная рабочая характеристика — в самом названии установки. Например, марка ЭЦВ6-10-50 обозначает: Э — с приводом от погружного электродвигателя; Ц — центробежный; В — для воды; 6 — диаметр обсадной колонны (мм), уменьшенный в 25 раз и округленный; 10 — подача ($м^3/ч$); 50 — напор (м).

Марка электродвигателя ПЭДВ-2, 8-140 обозначает: П — погружной; ЭД — электродвигатель; В — заполненный водой; 2,8 — мощность (кВт) 140 — диаметр электродвигателя (мм).

Насос установки ЭЦВ (рис. 181) представляет собой многоступенчатый агрегат вертикального исполнения с последовательным расположением секций. Число ступеней зависит от необходимого напора, создаваемого насосом. Каждая сту-

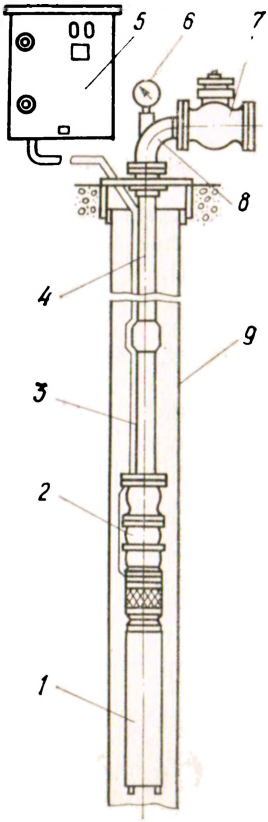


Рис. 180. Схема установки насоса:

1 — электродвигатель; *2* — насос; *3* — токопроводящий кабель; *4* — водоподъемная труба; *5* — система автоматического управления; *6* — манометр; *7* — фланцевая задвижка; *8* — опорное колено; *9* — обсадная труба.

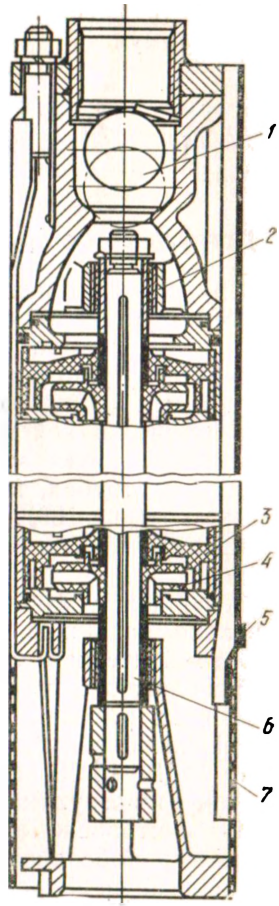


Рис. 181. Конструкция погружного насоса ЭЦВ:

1 — шар обратного клапана; *2* — подшипник; *3* — аппарат направляющий; *4* — колесо рабочее; *5* — кожух; *6* — вал; *7* — сетка.

пень состоит из рабочего колеса радиального типа и направляющего аппарата. Радиальные усилия ротора насоса воспринимаются резинометаллическими подшипниками, а осевое усилие ротора — упорным подшипником электродвигателя. У некоторых типов насосов в нижней

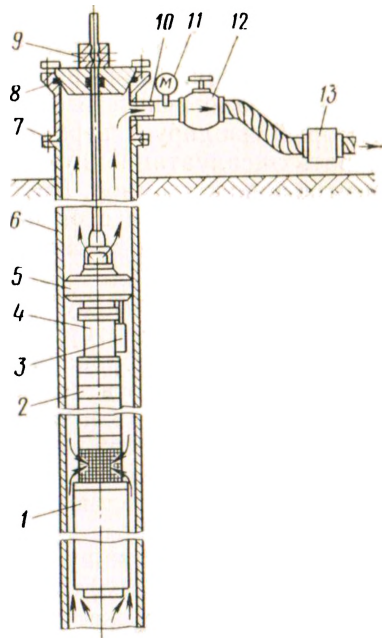


Рис. 182. Схема установки насоса в скважине с использованием обсадных труб в качестве водоподъемных:

1 — электродвигатель; *2* — насос; *3* — электромагнитный датчик уровня; *4* — переходник; *5* — пакер с самоуплотняющейся резиновой манжетой; *6* — обсадные трубы; *7* — фланцевый переходник; *8* — оголовок; *9* — быстросъемный сальниковый зажим; *10* — отводной патрубок; *11* — манометр; *12* — вентиль; *13* — водомер.

части установлен дополнительный упорный подшипник.

Электродвигатель установки ЭЦВ обеспечивает высокопроизводительную работу, имеет надежную герметизацию. Внутреннюю полость электродвигателя заполняют чистой водой.

Для выравнивания давления между внутренней полостью электродвигателя и окружающей средой установлена диафрагма.

Погружные центробежные насосные установки применяют, когда песок в откачиваемой воде составляет не более 0,01 % по массе.

Промышленность выпускает серию погружных насосных установок типа ЭЦВ отличающихся подачей и напором. Диаметры насосов позволяют устанавливать их в скважины с обсадными трубами от 100 до 300 мм. Насосы создают напор от 25 до 300 м и подачу воды 4...255 м^3/ч.

Для откачки агрессивных вод разработана центробежная скважинная электронасосная установка ЭЦВ10-160-15Г. Рабочие части насоса выполнены из нержавеющей стали и бронзы. Насос создает напор 15 м при подаче 160 м^3/ч воды. Диаметр насоса 230 мм. Он может работать при откачке воды с общей минерализацией до 25 г/л и содержанием механических примесей до 0,05 % по массе.

Для эксплуатации скважин разработаны и проходят испытания центробежные погружные насосы с беструбной подвеской. Такие насосы имеют на верхней части пакер, аналогичный изображенному на рисунке 182, который изолирует верхнюю часть и позволяет использовать эксплуатационную колонну обсадных труб в качестве водоподъемной. Другие конструкции предусматривают установку насосов на надфильтровые трубы с помощью резиновых прокладок для изоляции верхней части скважины.

После окончания бурения скважины с помощью бурового агрегата монтируют погружной насос. Предварительно скважину прокачивают эрлифтом до полного прекращения выноса песка при дебите, несколько большем подачи устанавливаемого насоса. В процессе эксплуатации насос можно заменять с помощью треноги и талей или автокрана.

Спуск осуществляют, последовательно соединяя насос и водоподъемные трубы. При навинчивании труб опущенные в скважину секции удерживаются хомутами подводимых под муфты труб. Токоподводящий кабель крепят к колонне жестяными полосовыми зажимами.

Погружной насос должен постоянно находиться под водой. В скважину его опускают на глубину с учетом снижения уровня воды, происходящего в результате пуска насоса.

Включают установку в работу не меньше чем через час после погружения насоса под воду (время заполнения его водой). В момент пуска задвижка на поверхности должна быть закрыта. После пуска насоса уровень воды в скважине должен быть проконтролирован уровнемером.

В таблице 14 приведены способы устранения возможных неполадок, возникающих при пуске и в период эксплуатации насоса.

Марку насоса выбирают, исходя из потребного дебита и создания необходимого напора. Дебит определяется проектом, а напор вычисляется в зависимости от конкретной глубины залегания грунтовых вод, высоты подъема воды над поверхностью и др.

Для временных откачек из скважин, расположенных на значительных расстояниях от линий электропередачи, создан передвижной агрегат АО (агрегат откачки), с помощью которого монтируют и приводят в действие

14. Возможные неполадки погружных насосов, их причины и способы устранения

Неполадки	Причины	Способ устранения
Насос не запускается	Разрыв в цепи	Проверить цепь контрольной лампой
	При включении мгновенно срабатывают или сгорают предохранители	Проверить и установить наличие тока срабатывания, отрегулировать автомат и заменить предохранители
	Пробой изоляции или обмотки электродвигателя	Найти пробой и устранить дефект
Насос самопроизвольно отключается	Неправильная регулировка автомата	Проверить и отрегулировать автомат
	Ненадежный контакт к силовой цепи	Отсоединить питающий кабель от сети и проверить отдельно сеть и двигатели с кабелем на изоляцию и разрыв цепи
	Торможение двигателя вследствие попадания песка или износа подшипников	Демонтировать и провести осмотр, а в случае необходимости — ремонт
Завышенные показания амперметра	Неправильная сборка насоса	Проверить сборку
	Износ подпятников	Заменить подпятники
	Пескование	Ограничить подачу воды насосом с помощью задвижки
Снижение подачи насоса	Увеличилось сопротивление при входе воды в насос в напорных трубах и насосе (возможно механическое засорение или зарастание солями)	Очистить сетку, прочистить трубы
	Насос не развивает требуемой частоты вращения	Проверить частоту в электросети
	Износ подпятника, направляющих аппаратов, колес	Разобрать насос и заменить изношенные части
	Направляющие аппараты провертываются вместе с колесом	Разобрать насос и зафиксировать аппараты штифтами
	Частичный выход воды в соединениях напорных труб	Извлечь насос и исправить дефект

электропогружные насосы мощностью до 20 кВт и подачей до 40 м³/ч. Внутренний диаметр обсадных труб 150, 200 и 250 мм, максимальная глубина откачки 120 м. Агрегат можно также использовать для желонирования и свабирования, эрлифтной откачки, для мелкого ремонта скважин.

Смонтирован агрегат откачки на базе автомобиля ЗИЛ-131А, а электропитание получает от электростанции, расположенной на прицепе.

Погружной насос, который входит в комплект агрегата, имеет в верхней части пакер (изолирующее устройство), который позволяет использовать в качестве водоподъемных обсадные трубы, не прибегая к спуску дополнительной колонны (рис. 182).

§ 3. Центробежные насосные установки с трансмиссионным валом

Отличительная особенность насосных установок с трансмиссионным валом состоит в том, что сам насос опущен в скважину, а приводящий его во вращение двигатель находится на поверхности. Соединяют их посредством водоподъемных труб, внутри которых вращается трансмиссионный вал. Выпускает установки типа УЦТВ с подачей от 25 до 1000 м³/ч и напором от 25 до 175 м с валом длиной до 100 м. Согласно ГОСТ 14835—75, они имеют различные типоразмеры. Насосы могут откачивать воду с содержанием песка не более 1 г/л.

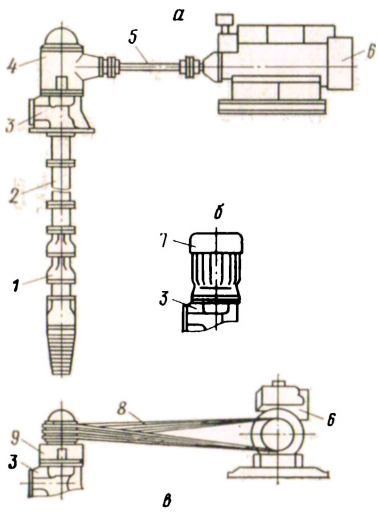


Рис. 183. Схема привода насосной установки УЦТВ:

а — с дизельным приводом через редуктор; *б* — с приводом от электродвигателя; *в* — с дизельным приводом и ременной передачей; *1* — насос; *2* — секция водоподъемного трубопровода с трансмиссионным валом; *3* — опорное кольцо; *4* — редуктор; *5* — карданный вал; *6* — дизель; *7* — электродвигатель; *8* — ременная передача; *9* — опора со шкивом.

Установки УЦТВ могут приводиться в действие от дизелей или электромоторов (рис. 183). Дизельный привод используют на отдаленных от линий электропередачи скважинах. Электромоторы приводятся в действие от передвижных электростанций.

Установки УЦТВ в основном применяют для откачки воды на скважинах, расположенных в отдаленных районах.

§ 4. Поршневые насосные установки

Поршневые насосные установки используют для временной откачки или при эксплуатации скважин, но значительно реже по сравнению с погружными насосами или эрлифтами. Это объясняется громоздкостью конструкций поршневых установок, их малой подачей и низким КПД.

Установка включает в себя насос, водоподающие трубы, силовую качалку с двигателем, расположенную на поверхности, и штанги для привода насоса.

Преимущество поршневых насосов — возможность откачки воды с высоким содержанием песка и создание больших напоров. Высота нагнетания поршневых насосов практически не ограничена и зависит от мощности двигателя и прочности его конструкции.

Насос состоит из цилиндра с хорошо обработанной внутренней поверхностью и двигающегося в нем дискового поршня, который приводится в движение с помощью штанг (штоков), идущих от погруженного в воду насоса к качалке. Вода поднимается по специальным трубам.

Поршневые насосы разделяют на насосы одинарного (или простого) и двойного действия.

В насосах *одинарного действия* за один ход поршня осуществляется или всасывание, или нагнетание.

На рисунке 184 представлена насосная установка одинарного действия Бурвод-III. В неподвижном цилиндре *5* с помощью штанг *2* перемещается поршень *4*. При движении вверх поршень засасывает в цилиндр воду через всасывающий патрубок *8* и открытый клапан *7*. При движении поршня вниз до ограничительного штыря *6* клапан *7* закрывается, а клапан *3*, открываясь, про-

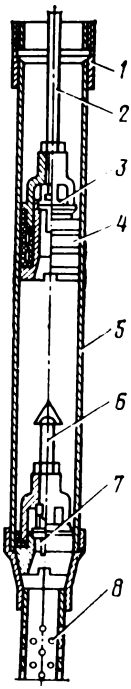


Рис. 184. Насос простого действия Бурвод—III. Позиции даны в тексте.

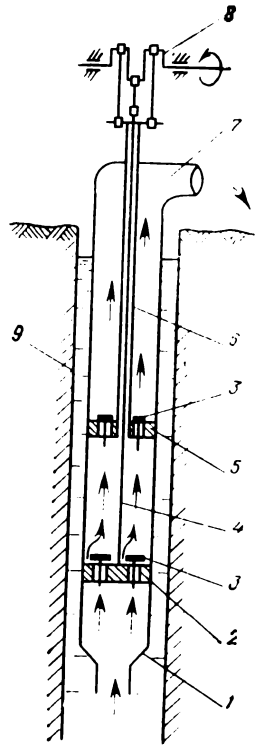


Рис. 185. Схема поршневого штангового насоса двойного действия. Позиции даны в тексте.

пускает воду. Вода, попавшая в верхнюю часть цилиндра, движением поршня *4* вверх подается на поверхность по водоподъемным трубам *1*.

Длина рабочего хода поршня меняется от 170 до 300 мм, а диаметры рабочего цилиндра составляют 92 и 145 мм. Поршень делает 20...40 ходов. Создаваемый напор 60 м. При стоянии уровня воды в скважине на глубине меньше 50 м число ходов должно быть не более 25. От этих величин зависит и подача насоса, которая изменяется от 2 до 10 м^3/ч.

Перед пуском установки в работу должны быть проверены все соединения, смазаны маслом и ограждены щитами движущиеся части.

В насосах *двойного действия* за один ход поршня осуществляются и всасывание и нагнетание (рис. 185). Качалка *8* приводит в возвратно-поступательное движе-

ние одновременно два штока *4* и *6*, движущихся в противоположных направлениях и перемещающих поршни *2* и *5*. При движении поршня *5* вверх клапаны *3*, расположенные на нем, закрыты и вода поступает по трубам к сливу *7*. Одновременно под поршнем *5* образуется разрежение, в результате которого вода из скважины *9* поступает в цилиндр *1* насоса и проходит через открытые клапаны нижнего поршня. Затем цикл повторяется с той лишь разницей, что нижний поршень *2* вверх движется с закрытыми клапанами, перемещая столб воды, находящийся над ним, и всасывая одновременно воду из скважины *9*.

Штанговый насос двойного действия ШНД выпускают трех типоразмеров, в зависимости от минимального внутреннего диаметра (115, 154 и 203 м) обсадных труб. Он имеет увеличенную по сравнению с другими конструкциями длину хода поршня (400, 600 и 900 мм), что требует применения специальных качалок для их привода.

В сельском хозяйстве также используют насосную установку ВЛМЗ, которая состоит из качалки и поршневого насоса одинарного действия. Она предназначена для откачки воды из скважин с внутренним диаметром обсадных труб не меньше 150 мм. Насос развивает напор до 100 м, подачу до 5 м³/ч. Потребляемая мощность 7 кВт.

Монтаж поршневых насосных установок осуществляют с помощью бурового агрегата, треноги или автокрана.

Перед началом монтажа насос осматривают и проверяют его комплектацию. Начинают монтаж с присоединения приемного клапана (храпка) к всасывающей трубе, на верхнюю часть которой навинчивают насосный цилиндр с первой водоподъемной трубой. Под муфтой присоединяют хомут и поднимают собранную часть над скважиной.

Затем центрируют ее и опускают в скважину до упора хомута на обсадные трубы. Ко второй водоподъемной трубе подсоединяют хомут, поднимают ее над скважиной и свинчивают с первой. Так же наращивают и другие трубы.

Закрепив последнюю трубу на устье, приступают к монтажу поршня. Штоки наращивают, устанавливая на них через 10...15 м направляющие ролики, но так, чтобы

они не совпадали с местами соединения водоподъемных труб. Поршень должен не доходить до всасывающего клапана на 30...40 см.

При монтаже насосной установки Бурвод-III на верхний конец штанг навертывают шток, а затем на водоподъемных трубах устанавливают переходную коробку, которая должна опираться на фундамент. Корпус сальника переходной коробки набивают сальниковой набивкой и уплотняют нажимной буксой.

Лебедки должны быть установлены без отклонений от горизонтали.

Пуск поршневого насоса проводят при открытой задвижке на напорной линии. Заливка насоса не нужна. При пуске ремень должен находиться на холостом шкиве лебедки, а поршень — в крайнем верхнем положении.

§ 5. Эрлифтные установки

Эрлифтная установка состоит из эрлифта и компрессора. Эрлифт представляет собой две колонны труб, опущенных в скважину. Одна колонна, большего диаметра, водоподъемная, а другая — воздухоподающая.

Если колонны располагаются в скважине рядом, то такая схема называется параллельной (рис. 186, *а*), а при расположении воздухоподающей трубы в водоподъемной — центральной (рис. 186, *б*).

Работает эрлифт по принципу сообщающихся сосудов. Сжатый воздух от компрессора поступает по воздухоподающим трубам в нижнюю часть водоподъемной колонны, где, смешиваясь с водой, образует водовоздушную смесь, поднимающуюся вверх под воздействием гидростатического давления воды в скважине.

Для лучшего образования смеси в эрлифтах с центральным расположением нижнюю часть воздухоподающей трубы на длину 1,5...2 м перфорируют. При параллельном расположении в месте присоединения воздухоподающей трубы устанавливают смеситель-кожух, под которым на водоподъемной колонне просверлены отверстия с суммарной площадью, в 2...3 раза большей площади сечения воздухоподающей трубы.

Эрлифтные установки, как правило, применяют для откачек воды из скважин после их сооружения, для чистки скважин от песчаных пробок, при бурении с обратной промывкой.

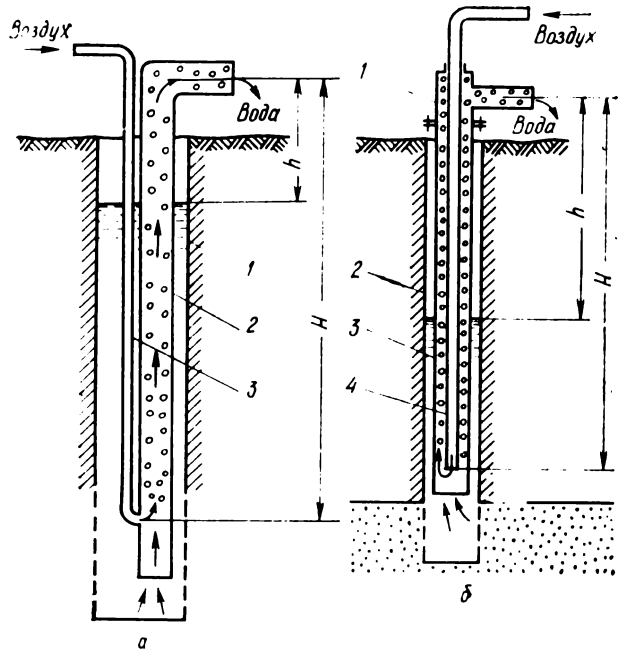


Рис. 186. Схема эрлифта:

а — с параллельным расположением труб; *1* — скважина; *2* — водоподъемные трубы; *3* — воздухоподающие трубы; *б* — с центральным расположением труб: *1* — оголовок; *2* — скважина; *3* — водоподъемные трубы; *4* — воздухоподающие трубы.

Для стационарной эксплуатации скважин ими пользуются редко, так как они имеют низкий КПД (до 20 %) и необходимо значительное заглубление труб (ниже динамического уровня).

В каждом конкретном случае, исходя из глубины скважины, подачи и уровня воды, подбирают эрлифт и компрессор для его привода.

Наиболее распространена схема эрлифта с центральным расположением труб.

Для работы эрлифта важное значение имеет коэффициент погружения эрлифта, который равен:

$$K = H/h = 1{,}5 \ldots 3,$$

где K — коэффициент погружения эрлифта; H — глубина погружения воздухоподающей трубы, м; h — расстояние от точки излива до динамического уровня воды при откачке, м.

Наиболее равномерно работает эрлифт, если K близко к 3.

Рекомендуемые диаметры труб эрлифта (мм) при центральном расположении приведены в таблице 15.

15. Диаметры эрлифтных и обсадных труб

Подача эрлифта при откачке, м³/ч	Диаметры труб		
	обсадных	водоподъемных	воздухоподающих
До 3	100	32	10
3 . . . 10	125	51	15
10 . . . 20	150	76	25
20 . . . 30	150	100	32
30 . . . 50	150	125	32
50 . . . 100	200	150	51
Более 100	250	200	76

Монтаж эрлифта производят с помощью бурового агрегата, треноги или автокрана.

При центральной схеме расположения вначале опускают водоподъемную колонну труб, а затем воздухоподающую. Наращивают трубы последовательно при помощи двух пар хомутов. Нижнюю часть (смеситель) воздухоподающих труб устанавливают на 2...3 м выше торца водоподъемных. При параллельной схеме расположения колонн трубы опускают одновременно с креплением их хомутами и отожженной проволокой. Опущенные колонны закрепляют хомутами и подвешивают на устье скважины. После этого монтируют оголовок эрлифта.

При устройстве эрлифтной установки для временной откачки следует лишь удлинить отводную трубу оголовка для сброса воды за пределы буровой площадки.

Пуск эрлифтной установки осуществляют после тщательной проверки системы обвязки скважины.

После включения компрессора в ресивере при закрытом вентиле накапливается воздух. По достижении пускового давления воздуха постепенно открывается вентиль ресивера.

В процессе работы эрлифтной установки могут возникнуть различные неполадки (табл. 16).

16. Возможные неполадки в работе эрлифтных установок, их причины и способы устранения

Неполадки	Причины	Способы устранения
Нет подачи воды	Недостаточное давление воздуха	Отрегулировать дроссель компрессора
	Большое погружение воздухоподающих труб	Поднять трубы
Уменьшение подачи воды	Малое погружение воздухоподающих труб	Заглубить трубы
	Разрыв воздухоподающих труб ниже динамического уровня	Заменить трубы
Излив воды толчками	Недостаточное количество воздуха	Увеличить подачу воздуха
	Неправильное погружение водоподъемных и воздухоподающих труб	Заглубить трубы
Снижение напора	Утечки через неплотности водоподъемных труб	Закрепить резьбу труб
Давление воздуха во время работы выше, чем при пуске	Излишняя подача воздуха, мал диаметр воздухоподающей трубы	Уменьшить подачу воздуха, установить воздухоподающую трубу большего диаметра

§ 6. Винтовые и водоструйные насосные установки

Винтовые насосные установки состоят из насоса, вала и двигателя, устанавливаемого на поверхности. Они получили свое название по основному элементу их конструкции — винту, расположенному в обойме, которая имеет профилированную поверхность (рис. 187). При вращении винта между ним и обоймой образуются полости, куда засасывается жидкость.

Винтовые насосы имеют высокий КПД, обеспечивают равномерную подачу воды, износоустойчивы при перекачке воды со взвесями и имеют подачу от 0,3 до 40 $м^3/ч$. Наиболее распространены винтовые насосы марок 1ВЭ-20/3 (подача до 6 $м^3/ч$, напор 30 м, мощность двигателя установки 1 кВт, частота вращения 83 $с^{-1}$, масса 360 кг) и ВАН-4 (подача до 5 $м^3/ч$, напор 36 м). Винтовые насосы погружают не менее чем на 1,5...2 м от

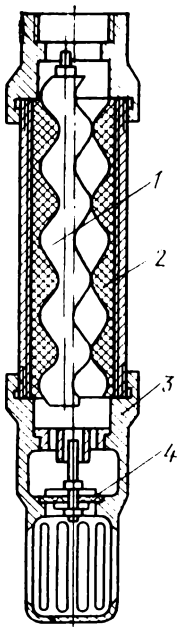


Рис. 187. Винтовой насос 1ВЭ-20/3:

1 — винт; *2* — обойма; *3* — нижняя крышка; *4* — клапан.

поверхности воды. Перед пуском насос заливают водой, чтобы избежать трения подшипников.

Водоструйные насосные установки (гидроэлеваторы) состоят из струйного насоса, нагнетательных и водоподъемных труб, а также вспомогательного насоса. Струйные насосы прочны по своей конструкции, не имеют трущихся частей и клапанов, могут откачивать загрязненные воды и работать в комбинации с центробежными и поршневыми.

К недостаткам водоструйных установок следует отнести завышенный расход энергии на подъем воды, так как КПД их невелик и составляет около 35 %.

Схема водоструйной установки представлена на рисунке 188. Электромотор *2* приводит в действие центробежный вспомогательный насос *3*, расположенный на поверхности земли около устья скважины. Подаваемая им вода по отводящей трубе *4* частично поступает потребителю, а частично в напорный трубопровод *7*. Регулировка расхода поступающей воды осуществляется вентилем *5* и контролируется манометром на отводящей трубе.

Через напорную трубу *7* вода поступает в струйный насос *1* и, захватывая воду из скважины, поднимается по водоподъемной трубе *6* на поверхность. Затем цикл повторяется.

Конструкция водоструйных установок различна и в зависимости от типа струйного аппарата бывает двухколонной и одноколонной.

При двухколонной установке в скважину спускают водоподъемные и напорные трубы.

При одноколонной конструкции водоструйную установку снабжают резиновым пакером. В этом случае вода поднимается по колонне труб, на которой спущен струйный насос, а нагнетается по пространству между этими трубами и обсадными.

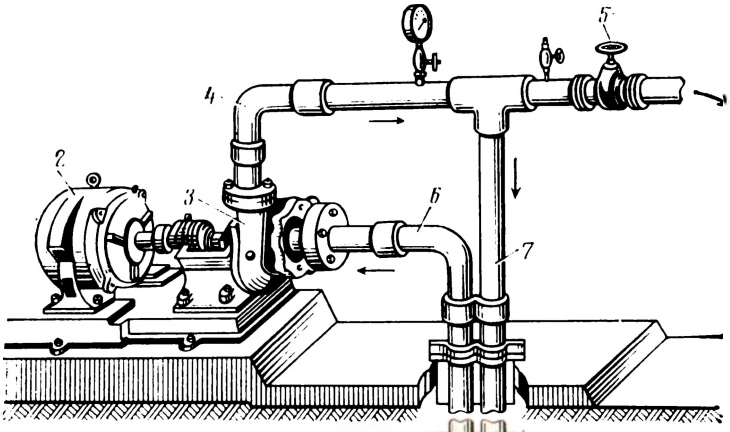
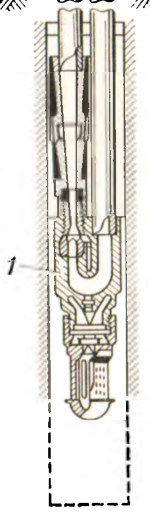


Рис. 188. Водоструйная водоподъемная установка ВН-2-8. Позиции даны в тексте.



Для одноколонной конструкции созданы струйные насосы 4ВА-1 и 6ВА-1, откачивающие воду из скважин с диаметром труб 100 и 150 мм.

В настоящее время вместо вспомогательных центробежных насосов применяют поршневые насосы буровых агрегатов 11ГрИ, НБ-40 и 9МГР. Спуск струйных насосов в скважину и их подъем осуществляют на бурильных трубах, по которым нагнетают воду (рис. 189). Это позволяет отказаться от использования при откачках эрлифтов, а тем самым от необходимости транспортировки компрессорных станций.

Чтобы предотвратить попадание откачиваемой воды обратно в скважину, кольцевое пространство между струйным насосом и внутренней поверхностью обсадной колонны перекрывается автоматически действующим резиновым пакером осевого сжатия. Для обеспечения

17. Основные неполадки, возникающие в процессе эксплуатации водоструйных установок, их причины и способы устранения

Неполадки	Причины	Способ устранения
Насос не откачивает воду из скважины	Насос находится выше динамического уровня воды в скважине	Опустить насос ниже динамического уровня воды не менее чем на 10 м
	Пакер не сработал и не загерметизировал уплотняемый зазор между водоструйным насосом и обсадной колонной скважины	Провести несколько (2 ... 3) пусков и остановок насоса. Если водоструйный насос не начал работать, то его необходимо поднять на поверхность и, разобрав пакер, найти неисправность и устранить. Перед опусканием насоса в скважину опрессовать пакер на поверхности
Водоструйный насос не обеспечивает нормальную подачу воды	Внутренний диаметр сменной втулки камеры смешения не соответствует динамическому уровню воды в скважине	Поднять насос и установить в камере смешения сменную втулку с внутренним диаметром согласно технической характеристике насосов

Продолжение

Неполадки	Причины	Способ устранения
	Уплотнительная манжета пакера повреждена и неплотно перекрывает уплотняемый зазор	Поднять насос и заменить уплотнительную манжету
	Повреждены уплотнительные кольца подвижного конуса и пакер пропускает жидкость	Поднять насос и заменить поврежденные кольца
Резко возросло давление в напорной линии установки и при повторных запусках не снизилось до нормального	Засорено отверстие сопла водоструйного насоса	Поднять насос и, сняв сопло, прочистить. При повреждении изливного отверстия сопло заменить
Давление в нагнетательной линии снизилось, подача установки уменьшилась	Уменьшилось число двойных ходов бурового насоса	Увеличить число оборотов приводного двигателя и восстановить нормальное число двойных ходов бурового насоса
	Снизилась подача бурового насоса	Выявить неисправность бурового насоса и устранить ее

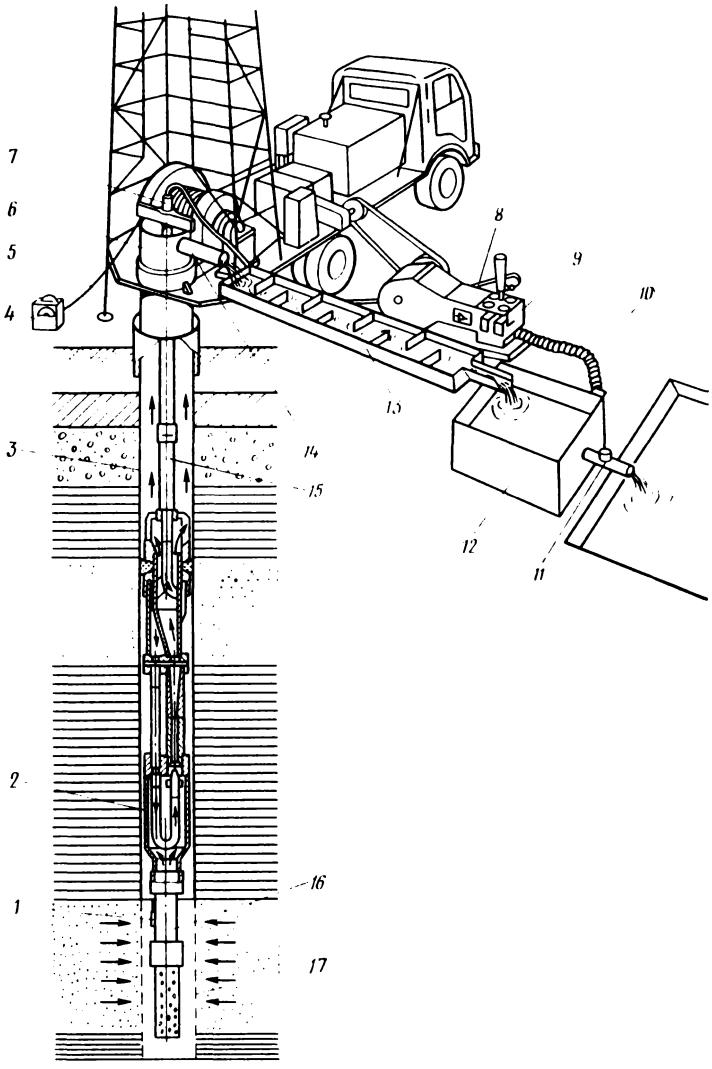


Рис. 189. Схема откачки водоструйной установкой с приводом от бурового насоса:

1 — датчик уровня воды; *2* — водоструйный насос; *3* — эксплуатационная обсадная колонна; *4* — электроприбор, связанный с датчиком уровня воды; *5* — электропривод, связывающий датчик с электроприбором; *6* — устье скважины; *7* — переводник; *8* — напорный шланг от насоса; *9* — буровой насос; *10* — всасывающий шланг насоса; *11* — сливной патрубок для регулирования воды в емкости; *12* — приемная емкость; *13* — очистная система для задержания песка; *14* — сливной патрубок на оголовке скважины; *15* — бурильная колонна; *16* — всасывающий хвостовик; *17* — фильтр.

нормальной работы струйного насоса рабочая подача воды должна быть не менее 4,5 л/с при давлении 3 МПа. Струйные насосы разработаны для скважин с диаметром эксплуатационных колонн 150 и 200 мм. Они отличаются лишь устройством пакера. При динамическом уровне воды в скважине от 25 до 100 м насосы подают на поверхность от 10 до 3 л/с соответственно. Насос должен быть заглублен ниже динамического уровня на 10 м.

В процессе работы водоструйной установки могут возникнуть различные неполадки (табл. 17), которые необходимо как можно быстрее ликвидировать.

§ 7. Оголовки самоизливающихся (фонтанирующих) скважин

Самоизливающимися или фонтанирующими называются скважины, из которых вода под напором выходит на поверхность земли. Такие скважины могут иметь напор до 50 м и более, а дебит до 100 м^3/ч. Скважины такого типа выгодны в эксплуатации, так как для получения воды не нужны затраты энергии и водоподъемное оборудование.

Они оборудуются специальными оголовками, позволяющими эксплуатировать их при строго заданном дебите.

В противном случае неограниченный выход воды из скважины может привести к заболачиванию местности и засолению почв. Скважины при этом становятся непригодными (исходя из санитарных требований) источниками водоснабжения. Кроме того, без регулирующих устройств быстро истощаются запасы подземных вод.

Скважины межгорных котловин, конусов выноса и других геологических структур забирают, как правило, воду из песчаных горизонтов. Большие напоры и дебиты скважин приводят к выносу песка — пескованию. Особенно обильный вынос наблюдается после бурения скважин при формировании их водоприемной части. В результате стволы скважин полностью заносит песком, возникают обвалы горных пород с образованием провальных воронок на поверхности вокруг устьев, что влечет за собой провалы станков и создает опасность для жизни.

Регулирование работы скважин, то есть искусственное сокращение дебита, снижает интенсивность выноса

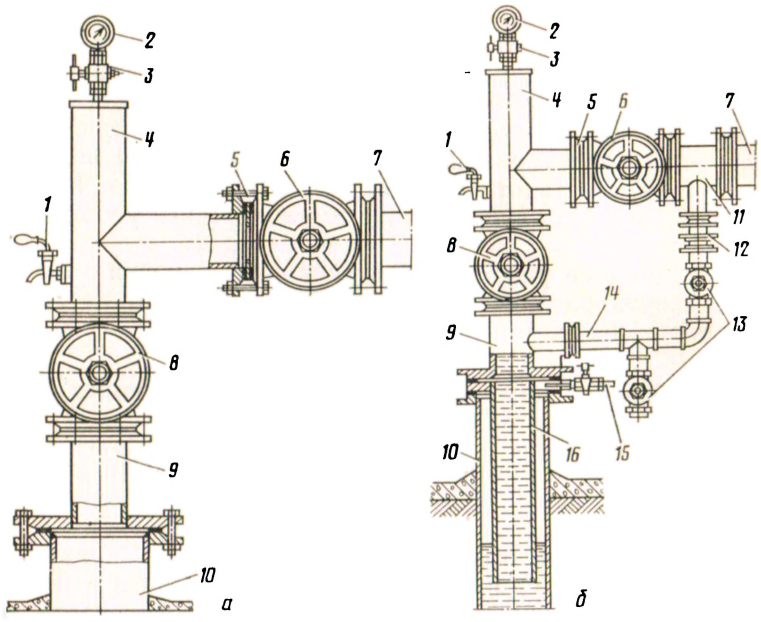


Рис. 190. Типы оголовков самоизливающихся скважин:

1 — пробнопусковой кран; *2* — манометр; *3* — трехходовый кран; *4* — отвод; *5* — диафрагма; *6* — эксплуатационная задвижка; *7* — трубопровод; *8* — ремонтная задвижка; *9* — переход; *10* — устье; *11* — патрубок с отводом; *12* — диафрагма дополнительного отвода; *13* — вентили; *14* — дополнительный отвод; *15* — вентиль воздушный; *16* — трубная колонна.

песка или вообще его ликвидирует при стабильном режиме работы.

В настоящее время разработаны надежные регулирующие оголовки для оборудования скважин с диаметрами обсадных труб от 100 до 400 мм. Они предусматривают регулировку расхода воды для наиболее распространенных условий от 10 до 100 м^3/ч. При этом оголовки рассчитаны на давление до 1,0 МПа.

В зависимости от назначения скважин, условий эксплуатации, уровня грунтовых вод, климатических условий и других факторов оголовки скважин можно размещать в подземной или наземной камере.

На рисунке 190 представлены типовые регулирующие оголовки самоизливающихся скважин.

Диафрагма оголовков представляет собой металли-

ческий диск с просверленным отверстием определенного диаметра. Диаметр вычисляют по формуле

$$D=11{,}3\sqrt{\frac{Q}{H_1-H_2}},$$

где Q — эксплуатационный расход, м³/ч; H_1 — показание манометра при эксплуатационном расходе, м; H_2 — необходимый напор в сети за диафрагмой, м.

Оголовок для скважин, изливающих воду с песком (рис. 190, *б*) отличается от оголовка для непескующих скважин (рис. 190, *а*) тем, что он имеет дополнительный отвод меньшего диаметра и предназначен для постоянного пропуска воды, чтобы создать движение воды в стволе скважины и избежать образования в нем песчаной пробки. Дополнительный отвод снабжен диафрагмой. Отверстие в ней подбирают так, чтобы скорость подъема воды в стволе скважины была в 2 раза больше скорости осаждения частиц песка в воде. При необходимости отбора большого количества воды используют основной отвод, не перекрывая дополнительный.

При работе задвижками, а также при формировании водоприемной части скважин могут происходить гидравлические удары, вызывающие обильные поступления песка. Для смягчения ударов оголовки скважин снабжают дополнительной колонной труб, которую спускают в скважину, и в пространство, образованное между ними и обсадными трубами, нагнетают воздух для создания воздушной подушки.

§ 8. Надскважинные павильоны

Для размещения оголовка и оборудования, предназначенного для эксплуатации скважины, над ее устьем устраивают павильон. Он должен быть отапливаемым в зимнее время, так как там находится пусковая и контрольно-измерительная аппаратура. В нем также устанавливают задвижки, вантузы, расходомеры, краны для отбора воды и др.

Павильоны могут быть наземными или подземными (рис. 191 и 192). Непосредственно над оголовком скважины в крыше подземного павильона устраивают люк с плотной крышкой, который позволяет проводить ремонтные работы на скважине. Для этого над люком монтируют копер или устанавливают на время ремонта

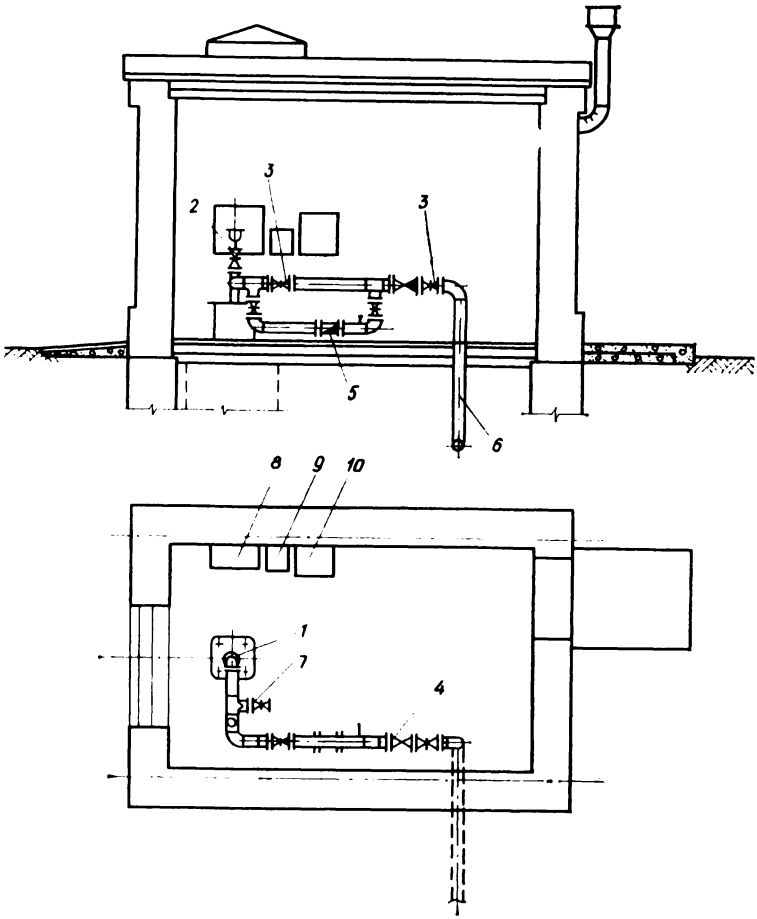


Рис. 191. Схема наземного павильона. Позиции даны в тексте.

передвижной буровой ремонтный агрегат или подъемный кран. В низинных местах, где проявляется паводковое затопление, наземные павильоны сооружают на насыпях.

Подземные павильоны строят в сухих грунтах в виде двух водопроводных колодцев. Можно устраивать их и в шахтах в том случае, когда уровень подземных вод находится на небольшой глубине и забор подземных вод возможен с помощью центробежных насосов с горизонтальным валом.

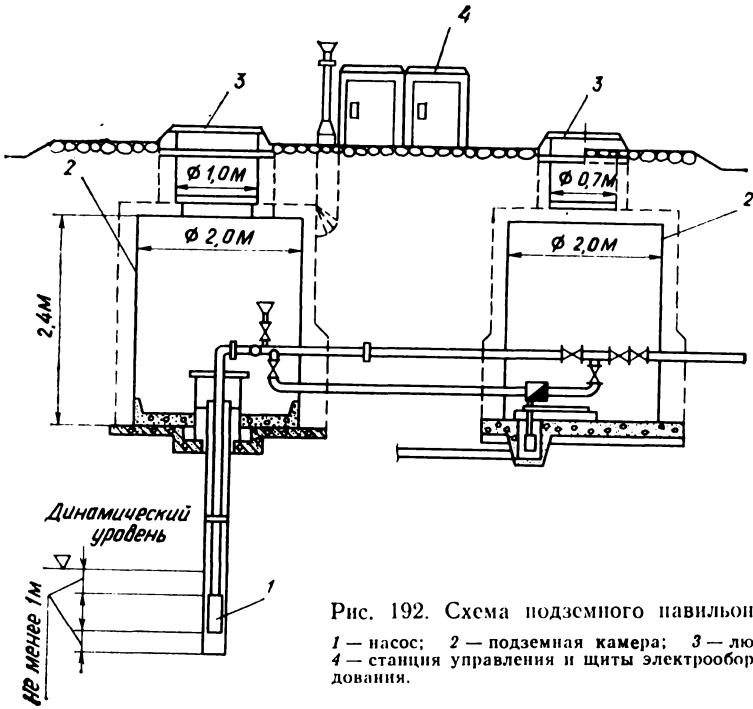


Рис. 192. Схема подземного павильона:

1 — насос; *2* — подземная камера; *3* — люк; *4* — станция управления и щиты электрооборудования.

Контрольные вопросы. 1. Расшифруйте марку насоса ЭЦВ10-63-110. 2. Что необходимо сделать для наладки погружного центробежного насоса при высоких показаниях амперметра на щите станции насоса? 3. На какую глубину должен быть спущен эрлифт при ожидаемом динамическом уровне воды 45 м? 4. Перечислите операции при монтаже и пуске насоса типа ЭЦВ. 5. Как устроены погружные насосы для беструбной подачи воды? 6. Как приводятся в действие насосные установки УЦТВ? 7. Каков принцип действия поршневых насосов? 8. Нарисуйте схему оборудования скважины водоструйной установкой. 9. Определите размер проходного отверстия в диафрагме фонтанирующей скважины, чтобы ограничить дебит до 4 м^3/ч и создать напор 15 м, если напор в скважине составляет 20 м. 10. В каких условиях устраивают наземные и подземные павильоны?

Часть III
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ БУРОВЫХ РАБОТАХ

Глава 1
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Бурение скважин на воду и все работы, связанные с ним, проводят при строгом соблюдении «Правил безопасности при геологоразведочных работах», утвержденных Госгортехнадзором СССР в 1979 г., согласованных с ВЦСПС и рядом министерств. Правила являются обязательными для всех министерств, ведомств, предприятий и организаций.

Все работы необходимо выполнять с соблюдением основ законодательства об охране окружающей среды. Неблагоприятные последствия воздействий на окружающую среду, возникающие при буровых работах, должны быть ликвидированы организациями, проводящими эти работы.

За состоянием оборудования должен быть установлен постоянный контроль лицами технического надзора: механиком геологоразведочной партии, ПМК, СМУ; начальником участка — не реже одного раза в месяц; главным инженером (геологоразведочной партии, ПМК, СМУ) — не реже одного раза в два месяца.

Результаты осмотра заносят в «Журнал проверки состояния техники безопасности», составляемый по следующей форме:

Дата проверки	Обнаруженные недостатки	Предложенные мероприятия	Сроки выполнения	Должность и фамилия работника, ответственного за выполнение	Должность и подпись работника, проводившего проверку	Отметка о выполнении (дата)	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8

Сооружение буровой установки, размещение оборудования, устройство отопления, освещения проводят в соответствии с утвержденными проектами, техническими требованиями эксплуатации оборудования и типовыми схемами монтажа, утвержденными руководством экспедиции, треста.

Буровая установка должна быть обеспечена средствами малой механизации, а контрольно-измерительные приборы, установленные на оборудовании, должны иметь пломбу или клеймо организации, осуществляющей их ремонт. Приборы надо проверять в сроки, предусмотренные инструкцией по их эксплуатации, а также при неточных показаниях. Все рабочие и инженерно-технические работники, занятые на буровых работах, должны иметь защитные каски. На буровой должны находиться средства для оказания первой помощи пострадавшему.

После окончания буровых работ на скважине необходимо: засыпать все ямы и шурфы, оставшиеся после демонтажа буровой вышки, загерметизировать устье скважины или затампонировать скважину при ее ликвидации.

§ 1. Строительно-монтажные работы

Минимальное расстояние по горизонтали от буровой установки до охранной зоны воздушной линии электропередачи должно быть не меньше высоты мачты, а до жилых и производственных помещений, охранных зон железных и шоссейных дорог, нефте- и газопроводов — не менее высоты мачты плюс 10 м и, кроме того, должно удовлетворять требованиям пожарной безопасности.

При расположении буровой установки вблизи отвесных склонов (уступов) расстояние от основания установки до бровки склона должно быть не менее 3 м. В любом случае буровую установку необходимо располагать вне зоны обрушения. Необходимы подъездные пути, обеспечивающие беспрепятственный подъезд.

До начала монтажа буровых установок строительная площадка должна быть спланирована и очищена. При планировке предусматривают устройство подъезда, канав для отвода дождевых вод.

При устройстве буровых установок (самоходных и передвижных) необходимо, чтобы ширина рабочих проходов для обслуживания механизмов была не меньше

0,7 м, а все болтовые соединения вышек и мачт имели контргайки или специальные шайбы.

Буровые мачты высотой 14 м и более крепят растяжками из стальных канатов. Растяжки устанавливают в диагональных плоскостях так, чтобы они не пересекали дорог и линий электропередачи. Нижние концы растяжек выполнены в виде петли. Их крепят через стяжные муфты к якорям. Петля должна иметь коуш и не менее трех зажимов.

Запрещается крепление двух оттяжек к одному якорю и использование оттяжек из двух связанных канатов.

Буровые мачты должны быть оборудованы лестницами тоннельного типа. Мачты высотой до 14 м самоходных и передвижных буровых установок можно оборудовать лестницами-стремянками, если при эксплуатации установок требуется подъем работающих на мачты. Лестницы тоннельного типа металлические имеют ширину не менее 0,6 м, с шагом ступеней не больше 0,4 м и предохранительными дугами радиусом 0,35...0,4 м, расположенными не чаще чем через 0,8 м и скрепленными между собой. Дуги от лестницы находятся на расстоянии 0,7...0,8 м.

Между маршами лестниц устроены переходные площадки, а у лестниц тоннельного типа по всей длине — промежуточные площадки не больше чем через 6 м. Ширину площадок делают не меньше ширины лестниц с перилами высотой 1,25 м, средней рейкой и бортовой обшивкой высотой не меньше 0,15 м. Полы площадок и ступени лестниц должны быть сплошными, выполненными из листовой стали с рифленой поверхностью или из досок толщиной не меньше 40 мм

Мачты буровых установок в районах, где возможны полеты самолетов на высоте, равной высоте вышки или мачты, оборудуют сигнальными огнями.

У буровой установки со стороны рабочего (основного) выхода устраивают приемный мост с уклоном не больше чем 1:20 из досок толщиной не меньше 40 мм. При работе «на вынос» длину приемного моста делают на 2 м длиннее, чем выносимые бурильные трубы (свечи). Ширину моста делают не менее 2 м.

Для укладки бурильных и обсадных труб приемный мост оборудуют стеллажами с приспособлениями, предохраняющими трубы от раскатывания.

Если приемный мост находится выше 0,7 м, он дол-

жен иметь со стороны, противоположной стеллажу, перила. Изготовляют его из досок толщиной не меньше 50 мм.

На рабочих местах бурового мастера и его помощника на самоходных и передвижных буровых установках имеются прочный настил из досок и укрытие от неблагоприятных погодных условий.

Укрытие необязательно на самоходных буровых установках, предназначенных для бурения скважин глубиной до 50 м, когда делают в смену 3 переезда и более.

Перед подъемом мачты буровой установки необходимо проверить ее состояние и устранить недостатки до ее подъема. Мачты самоходных и передвижных буровых установок поднимают и опускают плавно и на малых скоростях с помощью исправных подъемных механизмов, предусмотренных конструкцией установки.

При подъеме и опускании мачты буровой установки запрещается: находиться около ротора или шпинделя бурового станка, на площадке и в кабине автомобиля (трактора), на поднимаемой мачте или под ней всем, кроме лица, управляющего подъемом и опусканием мачты; оставлять приподнятую мачту на весу или удерживать ее при помощи подпорок; удерживать нижние концы и растяжки мачты непосредственно руками или рычагами.

Ремонт талевой оснастки и кронблока мачты, не имеющей специальной кронблочной площадки, разрешается проводить только на опущенной мачте.

При передвижении самоходных буровых установок рабочие должны находиться только в кабине водителя.

Запрещается: передвигать самоходную или передвижную буровую установку на автомобильном прицепе с поднятой мачтой или с мачтой, опущенной на опоры, но не укрепленной хомутами, а также с незакрепленной ведущей трубой; перевозить на платформе установки грузы, не входящие в ее комплект; проезжать под высоковольтными линиями электропередачи, если расстояние между проводами и самой верхней точкой установки меньше 1,0 м для воздушных линий электропередачи 110 кВ, 1,5 м для линий 150 кВ, 2,0 м для линий 220 кВ, 3,0 м для линий 550 кВ.

§ 2. Требования к стальным канатам (тросам)

Канаты талевой системы должны иметь трехкратный запас прочности по отношению к максимальной проектной нагрузке. У канатов для подъема и спуска вышки или мачты и грузов запас прочности должен быть не меньше 2,5 раза по отношению к максимально возможной нагрузке. На канаты должны быть свидетельства (сертификаты) завода-изготовителя, которые хранят в организации, использующей эти канаты.

Талевый канат на барабане лебедки закрепляют с помощью специальных устройств, предусмотренных его конструкцией.

Во всех случаях при спуско-подъемных операциях на барабане лебедки должно оставаться не менее трех витков каната. Для правильной укладки каната на барабан лебедки буровая установка должна быть оборудована соответствующими устройствами (оттяжным роликом или канатоукладчиком).

Все работающие канаты перед началом смены осматривает буровой мастер. Кроме того, талевые канаты и канаты для подъема вышек ежедекадно и каждый раз после работы на предельных нагрузках осматривает старший буровой мастер и делает запись в «Журнале проверки состояния техники безопасности».

Запрещается применять канат для спуско-подъемных операций, если: одна прядь каната оборвана; на длине шага свивки каната диаметром до 20 мм число оборванных проволок составляет более 5 %, а каната диаметром свыше 20 мм — более 10 %; канат вытянут, изношен или сплюснут и его минимальный диаметр составляет 90 % и менее от первоначального; одна из прядей вдавлена вследствие разрыва сердечника.

Неподвижный конец талевого каната закрепляют тремя винтовыми зажимами так, чтобы исключалось его касание элементов вышки или мачты. Радиус изгиба каната должен быть не менее девяти его диаметров.

Канат с подъемным инструментом соединяют с помощью коуша и не менее чем тремя винтовыми зажимами или канатным замком.

Резку (рубку) стальных канатов проводят специальными приспособлениями.

§ 3. Освещение буровых установок

На буровых установках должны быть освещены: рабочее место у станка и устья скважины; полати, площадка для кронблока или подвесной блок; двигатель и насос; слесарный верстак; лестницы; приемный мост; входы в буровую; отстойники промывочной жидкости.

Самоходные и передвижные буровые установки, питающиеся энергией от двигателя автомобиля или трактора, можно освещать прожекторами или фарами, направленными к устью скважины, насосу, полатям бурового рабочего, но не ослеплять работающих.

В качестве аварийного освещения применяют переносные электрические лампы напряжением до 36 В или переносные закрытые керосиновые фонари.

Применять факелы для аварийного освещения запрещается.

На буровой площадке должны быть освещены подходы к жилому передвижному вагончику.

§ 4. Требования техники безопасности при обращении с топливно-смазочными материалами (ТСМ)

На буровых всегда должен находиться запас топливно-смазочных материалов, который хранят в специально отведенном месте — складе.

При работе на самоходных и передвижных буровых установках горючее хранят в металлической таре на расстоянии не ближе 30 м от установок, а если буровая вышка обшита деревом — не ближе 50 м.

Территория склада ТСМ должна быть очищена от сухой травы, сучьев, пней, окружена канавой или окантована вспашкой и иметь надпись «Огнеопасно», а также сигнализацию (кусок рельса на тросе или др.).

Автомобили и тракторы заправляют не ближе чем 10 м от склада ТСМ.

При заправке запрещается: пользоваться металлическими предметами для удара, когда открывают и закрывают пробки бочек; ремонтировать бочки из-под легковоспламеняющихся жидкостей без предварительной промывки их горячей водой или каустической содой, пропарки острым паром до полного удаления следов жидкости.

Так как многие ТСМ токсичны, нужно избегать прямого попадания брызг на кожу, нельзя вдыхать пары, пользоваться отсосом через шланг и др.

§ 5. Электробезопасность

Защитное заземление. Для предотвращения поражений электрическим током необходимо заземлять корпуса электрических машин и электроинструментов, трансформаторов, осветительной арматуры, металлические кожухи выключателей и штепселей, каркасы распределительных щитов и щитов управления, металлические оболочки электрокабелей (кроме алюминиевых), металлические корпуса и рамы передвижных буровых станков с электроприводом.

Заземляющие устройства — это заземлители и заземляющие проводники.

Для заземления поверхностей применяют естественные и искусственные заземлители. *Естественные заземлители:* обсадные трубы, металлические конструкции, имеющие соединение с землей, свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле (алюминиевые оболочки кабелей и голые алюминиевые проводники не могут быть использованы в качестве заземлителей). *К искусственным заземлителям* относятся: вертикально забитые стальные трубы, уголковая сталь, горизонтально проложенные стальные полосы, круглая сталь и т. д.

Расположенные в земле заземлители и заземляющие проводники не окрашивают.

Искусственные заземлители изготовляют из стальных труб диаметром 35...50 мм или уголковой стали размером 60×60 и 50×50 мм. Трубы или уголки забивают в грунт на глубину 2...2,5 м и соединяют между собой на глубине не меньше 0,3 м металлическими полосами сечением 40×4 мм, образуя единый заземлитель (очаг заземления). Расстояние между вертикально забитыми заземлителями должно быть не менее 2,5...3 м.

Заземляющие проводники, соединяющие части электроустановок с заземлителем, сваривают внахлестку, а к корпусам присоединяют болтами или сваркой.

Проводники делают диаметром не меньше 6 мм или прямоугольные с площадью сечения не менее 48 мм^2.

Особое внимание необходимо обращать на заземление буровых установок.

Опасность поражения электрическим током на передвижных установках выше, чем на стационарных, так как они часто работают на открытом воздухе. Для питания передвижных установок, сварочных трансформаторов и устанавливают распределительные шкафы, пусковые ящики с рубильником и предохранителями с заземляющим болтом (зажимом) на корпусе. Заземляющий зажим надежно соединяют с нулевым проводом сети и через него — с заземленной нейтралью питающего трансформатора.

В электрических кабелях предусмотрена заземляющая жила, которая одним концом присоединена к ящику с рубильником, а другим — к корпусу механизма, имеющего заземление.

Корпусы электрооборудования надежно соединяют с рамой буровой установки. Если электрооборудование испытывает вибрацию, то заземляющий проводник должен быть гибким.

Инструменты и приспособления, применяемые на воздушных линиях, проходят приемочные испытания и испытываются после каждого капитального ремонта: монтерские «когти» — под нагрузкой 1,8 кН, предохранительные пояса — 3 кН, веревки — под двойной допустимой рабочей нагрузкой, ручные лебедки, тали и домкраты — 125 % допустимой рабочей нагрузки.

Брезентовая или кожаная лента предохранительного пояса должна быть шириной не менее 100 мм и иметь надежные застежки и пряжки.

Крепительную цепь и ее соединения с поясной лентой испытывают под нагрузкой 3 кН. Длина цепи должна допускать отклонение тела рабочего от места крепления на расстояние вытянутой руки. Периодические испытания поясов, монтерских «когтей», стропов, колец следует проводить не реже чем через шесть месяцев.

Остальные инструменты и приспособления проверяют не менее одного раза в год и после каждого капитального ремонта.

Для временного электроснабжения буровых установок применяют передвижные электростанции небольшой мощности с двигателями внутреннего сгорания — дизель-электрические агрегаты. Наибольшее распространение получили электростанции ЖЭС, ДЭС, АД и другие мощностью от 24 до 75 кВт.

После установки электростанции проверяют надеж-

ность ограждения ее токоведущих частей, наличие на рабочем месте надежно закрепленной изолирующей подставки у щита управления, диэлектрических защитных средств, указателя напряжения, монтерского инструмента с изолирующими ручками, инструкции по технике безопасности на рабочем месте и оказанию первой помощи при электротравме с указанием способа вызова медицинской помощи, измеряют сопротивление изоляции оборудования и сети, заземления растекания тока замыкания, мгновенность сгорания плавких вставок предохранителей при замыкании одной из фаз на корпус оборудования.

Для передвижных электростанций применяют переносные (инвентарные) заземлители в виде буравов, ввинчиваемых в землю.

Грозозащита. Металлические буровые вышки, мачты самоходных и передвижных установок в целях грозозащиты должны иметь заземление не менее чем в двух точках, отдельно от контура защитного заземления.

Сопротивление заземляющих устройств не должно быть более 10 Ом.

Деревянные буровые вышки, шахтные копры и другие сооружения из плохо проводящих материалов должны иметь молниеотводы, молниеприемники, токоотводы и заземление, выполненные отдельно от контура защитного заземления.

Запрещается во время грозы работать на буровой вышке, самоходной буровой установке, а также находиться на расстоянии меньше 5 м от грозозащитных устройств.

§ 6. Противопожарные мероприятия

На буровой установке в обязательном порядке должны быть: пенный огнетушитель, ящик с песком, бочка с водой и ведра. Вокруг буровой в радиусе 50 м необходимо выкосить траву, а территорию очистить от валежника и листьев. Для выключения электроэнергии, питающей буровую, предусматривают отключающее устройство, расположенное снаружи на расстоянии не менее 5 м от буровой.

Запрещается: располагать электропроводку в буровой в местах возможного ее повреждения буровым снарядом; применять ударные инструменты, изготовленные из стали, они должны быть сделаны либо из материала, не дающего искры при работе, либо иметь оправку из цветного ме-

талла; утеплять буровую обшивкой щитами из легковоспламеняющихся материалов (соломы и др.).

Перед бурением газоносных пластов необходимо: обучить рабочих необходимым мерам на случай внезапного выброса газа или сильного газовыделения из скважины; обеспечить буровую электродвигателями, электрическими светильниками и электроприборами во взрывобезопасном исполнении (при отсутствии такого осветительного оборудования бурят только днем); обильно смазывать режущие инструменты маслом, тавотом или мыльным раствором.

Контрольные вопросы. 1. Кем и когда проверяется исправность бурового агрегата? 2. Каков порядок проверки состояния мачты станка? Кто и в какие сроки проверяет исправность мачты? 3. Укажите меры предосторожности рабочих при подъеме и опускании мачты, а также при перемещении станка. 4. Где и как должны храниться топливно-смазочные материалы для заправки двигателя буровой установки? 5. Как заземлить передвижную буровую установку? 6. Какими должны быть действия бригады при приближении грозы? 7. На каком расстоянии от охранной зоны нефте- и газопроводов можно устанавливать буровые установки? 8. Каковы должны быть минимальные расстояния между высоковольтными линиями электропередачи и верхней частью буровой установки при проезде под ними?

Глава 2

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЦЕССЕ СООРУЖЕНИЯ СКВАЖИН

Исправное состояние работающего оборудования — одна из основных гарантий безопасной работы.

Работу по бурению скважины можно начинать только на смонтированной буровой установке при наличии геолого-технического наряда и после оформления акта о приемке буровой установки в эксплуатацию.

При бурении скважин глубиной до 300 м самоходными и передвижными буровыми установками акт о приемке установки в эксплуатацию составляют перед началом полевых работ, после каждого ремонта и расконсервации.

В процессе эксплуатации самоходную буровую установку осматривают: буровой мастер — не реже одного раза в декаду и бурильщик — при приемке и сдаче смены. Буровой мастер записывает результаты осмотра в «Жур-

нал проверки состояния техники безопасности», а бурильщик — в буровой журнал.

До пуска буровой установки тщательно проверяют работу всех механизмов, состояние смазки, крепление и надежность ограждений, исправность управлений, совпадение оси вышки с центром скважины, защитное заземление и т. д. Недостатки устраняют до ввода буровой установки в эксплуатацию.

§ 1. Колонковое бурение

При колонковом бурении запрещается: работать на буровых станках с неогражденными шпинделем и барабаном лебедки; оставлять свечи незаведенными за палец полатей; перемещать в шпинделе бурильные трубы во время его вращения и при включенном рычаге подачи; свинчивать и развинчивать трубы при вращении шпинделя; поднимать бурильные, колонковые и обсадные трубы из горизонтального положения в вертикальное и опускать их при скорости рабочего каната больше 1,5 м/с.

Разница в длине свечей бурильных труб допускается не больше 0,5 м, причем свечи минимальной длины должны выступать над уровнем пола рабочей площадки (полатей) не меньше чем на 1,2 м, а максимальной длины — на 1,7 м.

Для ограничения предельной высоты подъема элеватора и предупреждения затягивания его в кронблок или подвесной блок в вышке или мачте устанавливают противозатаскиватель (сигнализатор).

Длину бурильных свечей определяют расчетом, исходя из высоты вышки (мачты).

При работе лебедкой с помощью рукоятки ручного подъема следует по прекращении работы немедленно снять со станка рукоятку подъема.

Патроны шпинделя перекрепляют при выключенном вращателе и после полной остановки шпинделя.

Свинчивание породоразрушающего инструмента и извлечение керна из подвешенной колонковой трубы разрешается в следующих случаях: труба удерживается на весу тормозом, управляемым буровым мастером; труба подвешена на вертлюге-пробке, кольцевом элеваторе или полуавтоматическом элеваторе при закрытом и зафиксированном защелкой затворе; расстояние от нижнего конца трубы до пола полатей не больше 0,2 м.

При извлечении керна из колонковой трубы запрещается:

поддерживать руками снизу колонковую трубу, находящуюся на весу; проверять рукой положение керна в подвешенной колонковой трубе; извлекать керн встряхиванием колонковой трубы лебедкой станка и нагревом колонковых труб на открытом огне.

При спуске-подъеме разрешается применять серийно выпускаемые заводами грузоподъемные устройства и приспособления (элеваторы, вертлюги-пробки и др.), соответствующие стандартам или техническим условиям заводов-изготовителей.

Применять грузоподъемные устройства и приспособления местных конструкций (элеваторов, вертлюгов-пробок и др.) допускается только после принятия их приемочными комиссиями министерств (ведомств) и согласования с органами Госгортехнадзора.

Запрещается применять элеваторы с затворами без фиксирующих защелок и открывающиеся автоматически при расхаживании снаряда во время спуска его в скважину.

При использовании полуавтоматических элеваторов необходимо: проверять перед началом работы исправность элеваторов и наголовников; содержать элеваторы и наголовники в чистоте; производить операции, связанные с расхаживанием и перемещением бурового снаряда и заменой бурильных труб только на элеваторе при закрытом и зафиксированном защелкой затворе; навертывать свечу при ослабленном канате; поднимать элеватор вверх по свече плавно, без рывков, со скоростью, не превышающей второй скорости лебедки, но не более 1,5 м/с на прямом канате; применять в буровом снаряде соединительные замки и муфты, соответствующие ГОСТу и типу применяемого элеватора; надежно закреплять наголовники на муфтах соединительных замков; подвешивать элеватор только к вертлюжной скобе; применять подсвечники, имеющие по периметру металлические борта высотой не менее 350 мм; находиться от подсвечника на расстоянии не менее 1,5 м при подъеме элеватора вверх по свече.

Запрещается при случайных остановках бурового снаряда в скважине поправлять, снимать и надевать элеватор и наголовник до установки снаряда на подкладную вилку или шариковый хомут.

На стационарных буровых установках для свинчивания и развинчивания бурильных труб нужно применять труборазворот, установленный на прочном основании и отцентрированный по оси скважины. Управлять им разрешается помощнику бурового мастера.

Кнопка управления труборазворотом должна быть расположена на расстоянии не меньше 2 м от центра скважины.

После окончания работы автоматический выключатель электродвигателя труборазворота должен быть выключен.

При работе с труборазворотом запрещается: держать руками вращающуюся свечу; вставлять вилки в прорези замка бурильной трубы или снимать их при включенном труборазвороте; пользоваться ведущими вилками с удлиненными рукоятками без защелок и с разработанными зевами, превышающими размеры прорезей в замках и ниппелях больше чем на 2,5 мм; использовать трубные ключи для отвинчивания сильно затянутых резьбовых соединений; стоять в направлении усилия ручки в начальный момент открепления резьбового соединения; включать труборазворот, если подкладная вилка установлена на центратор наклонно, а хвостовая часть вилки не вошла в углубление между выступами крышки.

При бурении скважин станками с рычажной и дифференциальной подачами запрещается: работать при отсутствии у станков предохранительных дуг от удара рычагом или без применения кремальерных вилок, а также без стопорных устройств для отключения рычага; находиться вблизи станка и плоскости движения рычага подачи при расширении скважины, чистке ее от шлама и при проталкивании керна, выпавшего и расклинившегося в скважине, а также во время бурения; наращивать рычаг подачи патрубком, не закрепленным на рычаге стержневым болтом, при спуске и подъеме бурильных труб вручную, при бурении с расхаживанием труб; проводить какие-либо операции по закреплению или освобождению соединительного болта вертикальной и горизонтальной коробок до полного прекращения вращения шпинделя станка; оставлять рычаг подачи включенным в тех случаях, когда это не требуется по условиям работы и нет уверенности, что снаряд стоит на забое; работать, если ободы, спицы, ступицы приводных шкивов, шестер-

ней, фрикционных колец имеют трещины, раковины и другие повреждения; поднимать бурильные трубы лебедкой через шпиндель станка при неотключенном рычаге подачи; ставить подпорки под защелку кремальеры или привязывать к рычагу подачи какие-либо грузы, кроме предусмотренных в комплекте к станку; оставлять вертикальную коробку станка в откинутом положении без закрепления при вскрытии устья скважины и балансир лебедки при бурении с разгрузкой незакрепленным страховым канатом.

§ 2. Ударно-канатное бурение

Передвигать станки ударно-канатного бурения с поднятой мачтой допускается только по ровной местности. При этом подвешенные снаряды и желонка должны быть прочно прикреплены к мачте.

Балансиры (оттяжная рама) ударных станков во время их осмотра, ремонта, перестановки пальца кривошипа должны находиться в крайнем нижнем положении; при нахождении их вверху они должны укладываться на опоры.

Рабочую площадку у станка нужно содержать в чистоте, систематически очищать от извлекаемой породы. Кроме того, в зимнее время ее надо очищать от льда и снега, посыпать песком. Площадка должна иметь удобные подходы.

Над рабочим местом бурового мастера необходимо устанавливать защитный козырек.

При заправке резцов расширителя при спуске его в обсадные трубы должны быть приняты меры, исключающие возможность повреждения рук резцами.

Инструментальный и желоночный канаты должны иметь запас прочности не менее 2,5 кратности к максимально возможной нагрузке.

Запрещается: руками направлять буровой снаряд и желонку при спуске их в скважину, удерживать от раскачивания и оттаскивать их в сторону руками (следует пользоваться только специальными крюками или канатами); оставлять открытым устье скважины, когда этого не требуют условия работы; оставлять устье скважины диаметром больше 600 мм неогражденным; стоять во время свинчивания и развинчивания бурового снаряда в радиусе вращения ключа и в направлении натянутого

каната; подтягивать обсадные трубы и другие тяжести через мачту станка на расстояние свыше 10 м при отсутствии специальных направляющих роликов; оставлять буровой снаряд и желонку в подвешенном состоянии; навинчивать и свинчивать обсадные трубы без закрепления нижней части колонны труб хомутами, а также использовать для удержания колонны труб шарнирные и цепные ключи; закреплять забивную головку при включенном ударном механизме; бурить при неисправном амортизаторе ролика рабочего каната.

§ 3. Шнековое бурение

Во время перемещения станков, подъема и опускания мачты вращатель должен быть закреплен в крайнем положении.

Забуривание скважины разрешается только при наличии у станка направляющего устройства, расположенного в непосредственной близости от устья скважины, и после проверки соосности шнека и шпинделя.

При забуривании скважины запрещается: бурить шнеками, имеющими трещины и надрывы на трубе или на спирали шнека; применять шнеки с изношенными соединительными элементами (хвостовиками, муфтами, пальцами), не обеспечивающими достаточной жесткости колонны; удерживать вращатель на весу с помощью подъемной лебедки без дополнительного закрепления его в направляющих полозьях мачты, а также находиться под поднятым вращателем; очищать от шлама шнековые трубы руками или какими-либо предметами во время вращения.

Шнековые трубы, составляющие буровой снаряд выше устья скважины, перед использованием тщательно очищают от бурового шлама.

Разъединять шнековые трубы при подъеме допускается только после посадки их на вилку или ключ-скобу.

Нельзя отбирать образцы пород и проводить чистку шнеков при извлеченной колонне, приподнятой с одной стороны тросом.

§ 4. Вибрационное бурение

До начала бурения необходимо проверить состояние наружной проводки и особенно выход кабеля из мотора вибратора.

Запрещается бурить при наклонном положении автомобиля.

При вибрационном бурении запрещается находиться под вибратором, в плоскости вращения его эксцентриков и в кабине автомобиля, а также бурить без заземляющего устройства.

Прочность соединения частей вибратора проверяют перед пуском и через каждые полчаса работы. Полный контроль всех узлов и соединений проводят через каждые 20 ч работы. Запрещается пользоваться вибраторами, имеющими в корпусах и деталях хотя бы самые незначительные трещины.

Необходимо, чтобы резьбовые соединения деталей вибратора были затянуты контргайками и зашплинтованы.

Электродвигатель вибратора включают (выключают) через отдельный рубильник.

Соединение вибратора с крючком и элеватором подъемной системы должно иметь запирающее устройство.

При забуривании запрещается направлять и удерживать трубу руками. Поэтому виброустановка должна быть оборудована направляющим устройством.

Во время осмотра и смазки, а также при перемещении виброустановки необходимо, чтобы вибратор находился в крайнем положении.

Перед совместной работой вибратора и лебедки станка, при спуске и извлечении труб и ликвидации аварии следует: проверить талевую систему и надежность крепления лебедки к раме станка и рамы к фундаменту, а замеченные неисправности устранить; осмотреть вышку или мачту, неисправные части заменить новыми, слабые резьбовые соединения подтянуть.

Чистку инструмента от выбуренной породы разрешается производить при выключенном рубильнике электродвигателя.

§ 5. Ручное бурение

При бурении без вышек запрещается: бурить на глубину свыше 15 м, поднимать и опускать бурильные трубы свечами длиной больше 4,5 м.

Ручная лебедка должна иметь ленточный и храповой тормоза и съемные рукоятки со свободно вращающимися на них трубками. Рукоятки нужно снимать во всех

случаях, когда они не требуются по условиям работы.

При бурении скважины диаметром больше 150 мм или глубиной свыше 30 м лебедку крепят к брусьям, связанным с рамой вышки.

Подъемные лебедки должны иметь тормоза с храповым устройством.

При работе лебедки запрещается: составлять свечи, длина которых превышает высоту вышки; поддерживать трубы ключами при спуске и подъеме бурильных труб лебедкой; становиться ногами на балансир во время натяжки инструмента.

§ 6. Спуск и подъем обсадных труб

Перед спуском или подъемом колонны обсадных труб старший буровой мастер обязан проверить состояние фундаментов, а обнаруженные неисправности устранить до начала спуска или подъема труб.

Секции колонны обсадных труб при их подъеме с мостков должны свободно проходить в буровую вышку.

При подъеме обсадных труб запрещается: допускать свободное раскачивание труб; удерживать трубы руками и с помощью каната; затаскивать и выносить по мосткам без использования трубной тележки.

При калибровке обсадных труб перед подъемом над устьем скважины запрещается стоять в направлении возможного выпадения калибра.

Перед вращением прихваченной колонны труб вручную ключами и другими инструментами буровой мастер должен сначала натянуть подъемный канат, а при вращении труб быть наготове в любое время затормозить произвольное их опускание.

Запрещается извлекать трубы при совместной работе ударным патроном, домкратом и лебедкой.

§ 7. Цементирование скважин

До начала работ по цементированию должна быть проверена исправность предохранительных клапанов и манометров, а вся установка (насосы, трубопроводы, шланги, заливочные головки и т. д.) опрессована на полуторное расчетное максимальное давление, необходимое при цементировании, но не выше максимального рабочего давления, предусмотренного техническим паспортом насоса.

Заливочная головка должна быть оборудована запорным вентилем и манометром.

Запрещается применять насос, не обеспечивающий расчетное максимальное давление.

При просеивании цемента и приготовлении цементного раствора рабочие должны работать в респираторах и защитных очках.

Запрещено находиться около заливочных агрегатов посторонним лицам.

Площадка для укладки цемента должна быть прочной, достаточных размеров, с лестницами для безопасного подъема и спуска рабочих.

После окончания цементирования за давлением в трубах наблюдает дежурный.

Давление, превысившее на 10 % рабочее давление, принятое при опрессовании труб, снижают до допустимого.

§ 8. Ликвидация аварий

До начала работ по ликвидации аварий, связанных с прихватом труб (обсадных, бурильных), старший мастер обязан проверить исправность вышки или мачты, оборудования, талевой системы, спуско-подъемного инструмента и контрольно-измерительных приборов, а при бурении со льда и плавучих установок определить допустимую натяжку труб в соответствии с толщиной льда и грузоподъемностью установки.

Сложные аварии в скважинах ликвидируют по утвержденному плану.

Когда работают с домкратами, особое внимание обращают на их установку. Во избежание разлета клиньев домкрата их соединяют между собой и прикрепляют к домкрату или станку стальным канатом.

Трубы, извлекаемые с помощью домкрата, должны быть подвешены на канате с выбранной слабиной, а барабан лебедки поставлен на тормоз.

При натяжке труб лебедкой или домкратом, а также при их расхаживании все рабочие, кроме непосредственно занятых на этих работах, должны находиться на безопасном расстоянии.

При использовании домкрата запрещается: натягивать трубы одновременно при помощи домкрата и лебедки станка; удерживать натянутые трубы талевым ка-

натом при перестановке и выравнивании домкрата; исправлять перекосы домкрата, находящегося под нагрузкой; применять прокладку между головками домкрата и лафетом или хомутами; класть на домкрат какие-либо предметы; работать с неисправным манометром и при утечке масла из гидросистемы; допускать выход штока поршня домкрата более чем на $^3/_4$ его длины; резко снижать давление быстрым отвинчиванием выпускной пробки; освобождать верхний зажимной хомут (лафет), сбивая его ударами падающего сверху груза.

Применять винтовые домкраты для ликвидации аварий, связанных с прихватом бурового снаряда в скважине, запрещается.

При пользовании выбивным снарядом необходимо следить за тем, чтобы соединения бурильных труб не развинчивались.

Развинчивать аварийные трубы ловильным инструментом разрешено только с помощью бурового станка, а развинчивание вручную запрещено.

§ 9. Обслуживание буровых насосов и глиномешалок

Буровые насосы, компенсаторы, трубопроводы, шланги и сальники перед эксплуатацией должны быть опрессованы давлением, превышающим на 50 % максимальное давление, предусмотренное техническим паспортом насоса. О результатах опрессовки составляют акт.

Циркуляцию в скважине восстанавливают постепенным увеличением подачи промывочной жидкости на забой.

Пуск насосов при закрытых задвижках (вентилях) запрещается.

Предохранительное крепление нагнетательного шланга должно исключать возможность его заматывания вокруг рабочей трубы и падение его вместе с сальником в случае самопроизвольного отвинчивания последнего.

При работе буровыми насосами запрещается: продавливать пробки, образовавшиеся в трубопроводах, насосом: пускать в работу насосы после длительных остановок зимой без проверки проходимости трубопроводов;

ремонтировать трубопроводы, шланги, сальники во время подачи по ним жидкости; соединять шланги с насосом, сальником и между собой, используя штыри, проволоку, скобы и т. п. Соединения должны выполняться с помощью стандартных устройств, предусмотренных на насосе, сальнике, и при помощи стяжных хомутов; удерживать нагнетательный шланг руками от качаний и заматывания его вокруг ведущей трубы.

Площадка для приготовления глинистого раствора по своим размерам должна быть удобной при обслуживании глиномешалки, транспортера и другого оборудования, иметь прочный пол из досок толщиной не менее 40 мм с уклоном в сторону дренажных канав, чтобы обеспечить сток жидкости.

Вокруг люка глиномешалки, расположенного на высоте более 1,5 м, устраивают помост шириной не меньше 1 м с перилами и трапами шириной не меньше 1,5 м и наклоном не больше 30°. На трапы набивают деревянные поперечные планки против скольжения на расстоянии 0,25 м одна от другой.

Люк глиномешалки следует закрывать решеткой с размерами ячеек 15 × 15 см и с запором.

На глиностанциях производительностью выше 25 м³/сут и при эксплуатации глиномешалок вместимостью 2 м³ и более загрузка глины должна быть механизирована.

Во время работы глиномешалки запрещается проталкивать глину и другие материалы в ее люк ломами, лопатами и другими предметами, снимать с люка решетку и брать пробу раствора через люк.

Вдоль желобов очистной системы должны быть устроены настилы шириной не меньше 0,65 м с перилами с наружной стороны.

При остановке глиномешалки на ремонт с ее шкива должны быть сняты ремни передачи, а на пусковом устройстве привода вывешен плакат «Не включать — работают люди».

Земляные хранилища глинистого раствора и воды по всему периметру должны иметь ограждения высотой не меньше 1 м или перекрытия.

При изготовлении растворов с добавкой щелочей и кислот рабочих нужно обеспечить резиновыми перчатками, очками или специальными масками с очками, респираторами, резиновыми фартуками и сапогами.

§ 10. Откачка воды из скважин

Вода из скважины по трубопроводу или шлангу отводится за пределы рабочей площадки. При этом должна исключаться возможность затопления жилых и производственных помещений, размыва дорог и т. п. Трубопровод или шланг должен иметь уклон от скважины к месту сброса не менее 1 °.

При откачке воды желонками ее отводят и сливают по отводящему желобу. Запрещается стоять у устья скважины при спуске и подъеме желонки.

При замере дебитов необходимо устанавливать мерный бак на специальную площадку, обеспечивающую его устойчивость. При использовании бака емкостью более 200 л его оборудуют сливным устройством.

Нельзя проводить спуск и подъем гидрогеологических приборов (уровнемеров, хлопушек, пробоотборников) на тросике с порванными проволоками и без направляющего ролика.

В некоторых районах страны (Северный Кавказ, Калмыкия) подземные воды содержат горючие газы. В этих случаях запрещается производить замеры электрическими контактными уровнемерами, ударять по обсадным трубам стальными предметами, курить и находиться с огнем у скважины.

При откачках воды электропогружными насосами запрещается: проводить спуск и подъем насоса при необесточенном кабеле; монтировать водоподъемную колонну насоса без соответствующих приспособлений и хомутов для труб; прокладывать кабель к электронасосу со стороны работающей бригады или лебедки. На вводе сети питания к насосам рядом с рабочей площадкой должен быть установлен общий разъединитель.

Нельзя перегибать воздухоподающий резиновый шланг, идущий от работающего компрессора.

Контрольные вопросы. 1. Каковы основные правила техники безопасности при работе с инструментом в процессе ударно-канатного бурения? 2. Какие меры предосторожности необходимо принимать при спуске обсадных труб? 3. Перечислите запрещающие меры при работе с домкратами. 4. Что должен делать буровой мастер перед включением и во время работы бурового насоса? 5. Какие канаты считаются пригодными к работе? 6. Что должен проверить мастер установки УГБ-50М перед забуриванием скважины? 7. Что должен предусмотреть мастер, если фонтанирующая из скважины вода содержит газы?

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

Часть I. УСТАНОВКИ, ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ БУРЕНИЯ 13

Глава 1. **Буровые установки и инструмент для ударно-канатного бурения** 13

§ 1. Общие сведения о буровых установках . 13
§ 2. Принцип действия, основные узлы буровой установки УКС-22М1 и их назначение . 14
§ 3. Эксплуатация установок ударно-канатного бурения и уход за ними 22
§ 4. Инструмент для ударно-канатного бурения 26
§ 5. Стальные канаты 34

Глава 2. **Буровые роторные установки** 36

§ 1. Общие сведения. Техническая характеристика установок 36
§ 2. Установка УРБ-3АМ 38
§ 3. Установка УРБ-2А 52
§ 4. Буровой агрегат 1БА15В 66
§ 5. Ремонтный агрегат РА15 88
§ 6. Эксплуатация буровых роторных установок 90

Глава 3. **Буровой инструмент для роторного бурения** 92

§ 1. Технологический инструмент 92
§ 2. Вспомогательный инструмент 105
§ 3. Аварийный (ловильный) инструмент . . 107

Глава 4. **Буровые установки и инструмент для вращательного бурения скважин большого диаметра с обратной промывкой** 117

§ 1. Основные принципы вращательного бурения скважин большого диаметра с обратной промывкой 117
§ 2. Буровой агрегат 1БА15К 122
§ 3. Установки ГА-10, ГА-12 и ГА-20 . . . 123
§ 4. Переоборудование отечественных установок роторного и ударного типов для бурения с обратной промывкой 126
§ 5. Буровой инструмент для бурения скважин большого диаметра с обратной промывкой 131

Глава 5. **Буровые установки и инструмент для колонкового бурения** 136

§ 1. Общие сведения 136
§ 2. Буровая установка СБУДМ-150-3ИВ 138
§ 3. Инструмент для колонкового бурения 150

Глава 6. **Буровые насосы** 159
§ 1. Общие сведения. Техническая характеристика насосов 159
§ 2. Устройство буровых насосов 161
§ 3. Эксплуатация буровых насосов . . . 169
Глава 7. **Буровые установки и инструмент для бурения скважин без промывки** 173
§ 1. Общие сведения 173
§ 2. Установка ЛБУ-50 175
§ 3. Установка УГБ-50М 178
§ 4. Вибробуровой агрегат АВБ-2М . . . 190
§ 5. Установки для механического бурения неглубоких скважин 193
§ 6. Инструмент для бурения скважин без промывки 196
Глава 8. **Компрессорные станции** 204
§ 1. Общие сведения 204
§ 2. Компрессорная станция ДК-9М . . 206
§ 3. Эксплуатация компрессорных станций 209

Часть II. **ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БУРОВЫХ РАБОТ** . . . 212

Глава 1. **Вращательное бурение** 212
§ 1. Основные положения об организации буровых работ по сооружению скважин . . 212
§ 2. Подготовительные работы к бурению скважин. Монтаж и демонтаж буровой установки 214
§ 3. Технология бурения скважин вращательным способом без отбора керна 217
§ 4. Промывка скважин 224
§ 5. Спуско-подъемные операции при роторном бурении 241
§ 6. Особенности бурения скважин в условиях многолетней мерзлоты 246
§ 7. Бурение скважин большого диаметра вращательным способом с обратной промывкой 247
§ 8. Права и обязанности мастера-бурильщика 249
Глава 2. **Ударно-канатное бурение** 251
§ 1. Подготовительные работы к бурению скважин 251
§ 2. Технология бурения скважин 252
§ 3. Бурение скважин в различных геологических условиях 255
§ 4. Крепление скважин при ударно-канатном бурении 260
§ 5. Извлечение обсадных труб 264
§ 6. Грейферное бурение 264
Глава 3. **Колонковое бурение** 265
§ 1. Общие сведения 265
§ 2. Твердосплавное бурение 269

§ 3. Дробовое бурение 272
§ 4. Алмазное бурение 275
§ 5. Мероприятия по повышению выхода керна 276

Глава 4. **Специальные способы бурения** 277
§ 1. Шнековое бурение 277
§ 2. Гидродинамический способ бурения 280
§ 3. Вибрационный способ бурения . 280

Глава 5. **Аварии при бурении, их предупреждение и ликвидация** 281
§ 1. Классификация аварий 281
§ 2. Предупреждение и ликвидация аварий 283

Глава 6. **Крепление скважин** 287
§ 1. Обсадные трубы 287
§ 2. Подготовка скважин и труб к креплению 290
§ 3. Спуск и извлечение обсадных труб . . 291
§ 4. Тампонирование скважин 294
§ 5. Расчет тампонирования скважины . . 302
§ 6. Беструбное крепление скважин . . . 303
§ 7. Ликвидационный тампонаж скважин . 304

Глава 7. **Основы геофизических методов исследования в скважинах на воду** 305
§ 1. Подготовительные работы для проведения геофизических исследований 306
§ 2. Электрокаротаж и гамма-каротаж . . 307
§ 3. Резистивиметрия и механический каротаж 309

Глава 8. **Конструкции скважин, их оборудование и освоение** 312
§ 1. Проект на бурение скважины 312
§ 2. Конструкции скважин и выбор способа бурения 313
§ 3. Фильтры буровых скважин 321
§ 4. Установка фильтров в скважины . . . 330
§ 5. Способы освоения скважин 338
§ 6. Бесфильтровые скважины в песках . . 343
§ 7. Документация, ведущаяся при сооружении скважин на воду 346

Глава 9. **Насосно-силовое оборудование буровых скважин** 351
§ 1. Общие сведения 351
§ 2. Погружные центробежные насосные установки 353
§ 3. Центробежные насосные установки с трансмиссионным валом 358
§ 4. Поршневые насосные установки . . . 359
§ 5. Эрлифтные установки 362
§ 6. Винтовые и водоструйные насосные установки 365
§ 7. Оголовки самоизливающихся (фонтанирующих) скважин 371
§ 8. Надскважинные павильоны 373

Часть III. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ БУРОВЫХ РАБОТАХ 376

Глава 1. **Общие положения** 376

§ 1. Строительно-монтажные работы . . . 377
§ 2. Требования к стальным канатам (тросам) 380
§ 3. Освещение буровых установок . . . 381
§ 4. Требования техники безопасности при обращении с топливно-смазочными материалами (ТСМ) 381
§ 5. Электробезопасность 382
§ 6. Противопожарные мероприятия . . . 384

Глава 2. **Техника безопасности в процессе сооружения скважин** 385

§ 1. Колонковое бурение 386
§ 2. Ударно-канатное бурение 389
§ 3. Шнековое бурение 390
§ 4. Вибрационное бурение 390
§ 5. Ручное бурение 391
§ 6. Спуск и подъем обсадных труб . . . 392
§ 7. Цементирование скважин 392
§ 8. Ликвидация аварий 393
§ 9. Обслуживание буровых насосов и глиномешалок 394
§ 10. Откачка воды из скважин 396

Владимир Михайлович Беляков, Георгий Михайлович Краснощеков, Виктор Алексеевич Попков

УЧЕБНАЯ КНИГА МАСТЕРА ПО БУРЕНИЮ СКВАЖИН НА ВОДУ

И. о. заведующей редакцией *Г. М. Попова*
Редакторы *Е. М. Боровкова, Г. П. Попова*
Художник *М. В. Баранов*
Художественный редактор *С. В. Соколов*
Технический редактор *Н. В. Новикова*
Корректор *Т. Г. Васильева*

ИБ № 3241

Сдано в набор 21.01.83. Подписано к печати 17.03.83. Т-00272. Формат 84×108$^{1}/_{32}$. Бумага тип. № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 21+ +0,21 форзац. Усл. кр.-отт. 21,21. Уч.-изд. л. 22,28+0,35 форзац. Изд. № 68. Тираж 10 000 экз. Заказ № 359. Цена 85 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Колос», 107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спасская, 18.

Владимирская типография «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7

Учебник и учебное пособие для подготовки сельскохозяйственных кадров массовых профессий

В.М. Беляков
Г.М. Кржижановский
В.А. Попов

УЧЕБНАЯ КНИГА МАСТЕРА ПО БУРЕНИЮ СКВАЖИН НА ВОДУ

МОСКВА «КОЛОС» 1993