**ОГЛАВЛЕНИЕ**

**ВВЕДЕНИЕ**

**1.ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БУРЕНИИ СКВАЖИН**

1.1. Основные технические понятия, целевое назначение скважин

1.2. Производственные операции бурения

1.3. Основные технологические понятия и показатели бурения

**2.ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕСС БУРЕНИЯ**

2.1. Классификация горных пород по степени связности

2.2. Буримость и классификация горных пород по буримости

**3.ТАМПОНИРОВАНИЕ СКВАЖИН**

3.1. Производство работ по цементированию скважины при помощи двух пробок

3.2. Расчет цементирования скважин способом двух пробок

3.3. Ликвидационный тампонаж скважины

**ЛИТЕРАТУРА**

# ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время бурение скважин, многоцелевое производство и современная промышленность предлагает большой выбор технических средств и технологий, в которых требуется разбираться, чтобы принять правильное решение. В условиях рыночной экономики и жесткой конкуренции между недропользователями к специалистам геологам предъявляются соответствующие требования, так как от его квалификации и знаний, порой на уровне интуиции, может зависеть успех всего предприятия.

**1.ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БУРЕНИИ СКВАЖИН**

Буровая скважина проходит сквозь толщу горных пород, для того чтобы добраться до желаемого объекта – залежи рудного тела, нефти, газа, водоносного горизонта и т.д. Таким образом, скважина это искусственная выемка в горном массиве пород. В то же время, имеются близкие по назначению, но иной формы выемки – горные выработки (шахты, штольни, карьеры), от которых скважина существенно отличается наименьшим объемом выемки на глубину проходки. В этом смысле она наиболее экономичная и самая быстрая по достижению объекта вскрытия. В поперечном сечении скважина имеет форму круга, так как бурение осуществляется обычно способом вращения, при этом диаметр круга очень мал по сравнению с длиной скважины это первые сантиметры, реже десятки сантиметров при глубине бурения в сотни метров и даже несколько километров.

Бурение, особенно глубокое - достаточно сложное производство, требующее применения специальных технических средств, которые в комплексе именуют буровой установкой. В нее входят следующие главные узлы: буровая вышка (или мачта), энергетическое оборудование или силовой привод – двигатель, буровой станок и буровой насос. В зависимости от способа бурения и конструкции установки подразделяются на вращательные, ударные, вибрационные, турбинные и др. По способу транспортировки они также подразделяются на стационарные, передвижные, самоходные и переносные.

1.1.Основные технические понятия, целевое назначение скважин

*Диаметр скважины* определяется диаметром породоразрушающего инструмента и изменяется в пределах от 16 до 1500 мм.

*Длина ствола скважины -* это расстояние от устья до забоя скважины, измеренное по ее осевой линии. Глубина скважины это разница между отметками устья и забоя по шкале глубин (ось z). Достигает 12500 м.

Элементы скважины:

*Устье скважины* – начало скважины, то есть место пересечения ее с земной поверхностью или с поверхностью горной выработки.

*Забой скважины* – дно скважины

*Стенки скважины* – боковые поверхности скважины.

*Ствол скважины* – пространство в недрах, занимаемое скважиной.

По способу разработки забоя бурение разделяется на *бескерновое* и *колонковое* (рис. 1.1.).

Бескерновое бурение – бурение, при котором горная порода разрушается на всей площади забоя. Колонковое бурение – бурение, при котором горная порода разрушается по кольцевому забою с сохранением керна. Керн – колонка горной породы, образующаяся в результате кольцевого разрушения забоя скважины.

Основные размеры скважины – диаметры интервалов бурения в мм; диаметры наружные и внутренние колонн обсадных труб в мм; глубина интервалов скважины от устья до забоя в м; общая глубина и длина скважины от устья до забоя в м.

Пространственное расположение буровой скважины определяется: 1) координатами устья *x, y, z*; 2) направлением скважины; 3) углом наклона скважины; 4) азимутом скважины; 5) глубиной (рис. 1.2.).

По направлению бурения скважины, форме ствола и их количеству скважины делятся на следующие группы: 1- вертикальные; 2- наклонные; 3- горизонтальные; 4- восстающие; 5- искривленные; 6- многоствольны

*Буровой установкой* называется комплекс, состоящий из буро­вой вышки (или мачты), бурового и энергетического оборудования, необходимых при бурении скважин. В зависимости от способа бурения буровые установки подразделяются на вращательные, ударные, вибрационные и др. В зависимости от транспортных средств подразделяются на стационарные, передвижные, само­ходные и переносные:

По целевому назначению буровые скважины делятся на три основные группы: геологоразведочные, эксплуатационные и технические.

1 – Геологоразведочные скважины :

* Картировочные
* Поисковые
* Разведочные
* Гидрогеологические
* Инженерно-геологические
* Сейсмические
* Структурные
* Опорные
* Параметрические

2 – Эксплуатационные скважины :

* Водозаборные
* Нефтяные и газовые
* Скважины подземной газификации углей
* Скважины для добычи рассолов
* Геотехнологические скважины

3 – Технические скважины:

* Взрывные скважины
* Стволы шурфов и шахт
* Другие

**1.2.Производственные операции бурения**

Бурение как производственный процесс состоит из ряда последовательных операций,

1. Транспортирование буровой установки на точку бурения;
2. монтаж буровой установки;
3. Собственно бурение (проходка ствола скважины), которое включает в себя:

а) чистое бурение, т. е. непосредственное разрушение горной породы породоразрушающим инструментом на забое скважины;

б) очистка забоя от разрушенной породы и транспортирование ее от забоя до устья скважины. При бурении с промывкой или продувкой, а также при бурении шнеками эта операция совмещается с основной — чистым бурением;

в) спуско-подъемные операции осуществляются для замены износившегося породоразрушающего инструмента и для подъема керна (образцов пород).

4. Крепление стенок скважины в неустойчивых породах, т. е. способных к обрушения (трещиноватые, слабосвязанные, рыхлые, сыпучие и плывуны), что может производиться двумя способами:

а) крепление спуском в скважину обсадных колонн труб, что требует остановки бурения;

б) крепление промывочными жидкостями, закрепляющими стенки скважины, производимое одновременно с бурением

5. Испытания и исследования в скважине (измерение искривления, каротаж и др.

6. Тампонирование скважин с целью разобщения и изоляции водоносных пластов с разным химическим составом вод или с целью изоляции водоносного пласта от нефтегазоносного.

7. Установки фильтра и водоподъемника в гидрогеологической скважине и производство гидрогеологических исследований (замеры уровня воды в скважине, отборы проб воды, определение дебита скважины с помощью пробных откачек).

8. Предупреждение и ликвидация аварий в скважине.

9. Извлечение обсадных труб и ликвидация скважины после выполнения задачи (ликвидационный тампонаж).

10. Демонтаж буровой установки и перемещение на новую точку бурения

Перечисленные рабочие операции бурения являются последовательными, т. е. могут выполняться последовательно одной и той же бригадой.

При необходимости бурения нескольких скважин и при наличии резервных буровых установок с целью ускорения разведоч­ных ·работ некоторые рабочие операции могут быть параллельными, т. е. выполняться двумя или несколькими специализированными бригадами. Так, например, буровая бригада выполняет собственно бурения и крепление скважины; монтажные бригады занимаются только транспортированием, монтажом, демонтажем буровых установок, ликвидационным тампонажем скважин; каротажная бригада занимается только каротажем и т. п.

1.3. Основные технологические понятия и показатели бурения

*Показателями бурения* называются параметры, характеризующие количество и качество результатов проходки скважин. Главнейшими из них являются: скорость, стоимость 1 м пробуренной скважины, процент выхода керна, направление ствола скважины и др.

*Режимом бурения* называется сочетание параметров, которые могут изменяться бурильщиком.

Так, например, при вращательном бурении основными параметрами режима бурения являются: 1) осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент; 2) частота вращения бурового снаряда;

3) качество очистного агента (воды, бурового раствора или сжа­того воздуха); 4) объемный расход, т. е. объем в единицу времени очистного агента.

Различают следующие разновидности режимов бурения: оптимальный и специальный.

*Оптимальным режимом бурения* называется сочетание параметров режима бурения, обеспечивающих максимальную ско­рость бурения в данных геолого-технических условиях при данном типоразмере породоразрушающего инструмента и при обеспе­чении требуемых качественных показателей: надлежащего на­правления ствола скважины и высокого выхода керна.

*Специальным режимом бурения* называется сочетание специальных технологических задач. Например, взятие керна полезного ископаемого с помощью специальных технических средств, вы­прямление ствола скважины, искусственное искривление сква­жины в заданном направлении и др. В этом случае величина ско­рости бурения имеет подчиненное значение.

*Рейсом бурения* называется комплекс работ, затраченных на выполнение следующих рабочих операций: 1) спуск бурового снаряда в скважину; 2) чистое бурение, т. е. углубление сква­жины (основная операция); 3) подъем бурового снаряда из сква­жины.

**2.ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД**

**И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЦЕСС БУРЕНИЯ**

Горные породы классифицируются по разным признакам. По происхождению они делятся на: магматиче­ские или изверженные; (глубинные и излившиеся); осадочные (механические или обломочные, хемогенные, органогенные); метаморфические, образовавшиеся из магматических и осадочных пород на больших глубинах под действием высоких давлений и температур.. Для бурения важны физико-механические свойства горных пород, которые определяют сопротивляемость породы разрушению, а, следовательно, производительность и затраты. Физические свойства горных пород характеризуют их физическое состояние. Из всего разнообразия физических свойств пород прямо или косвенно влияют на процесс бурения следующие: минеральный состав, степень связности, пористость, плотность, удельный вес, структура, текстура, зернистость.

Механические свойства горных пород являются внешним проявлением физических и выражаются в способности оказывать сопротивление деформированию и разрушению. К ним относятся: прочность, крепость, динамическая прочность, твердость, упругость, хрупкость, пластичность, абразивность и др. В целом, изверженные породы наиболее прочные, за ними следуют метаморфические, потом осадочные, хотя и здесь не без исключений. На прочность пород оказывает существенное влияние степень их выветривания. Есть гранит, а есть выветренный гранит, прочность второго намного ниже.

Изучение физико-механических свойств горных пород необходимо 1) для выбора способа бурения и наиболее производительных типов породоразрушающих инструментов; 2) для разработки рациональной технологии бурения и крепления стенок скважины; 3) для расширения геологической изученности района работ. Особое внимание уделяют исследованию физико-механических свойств керна из опорных скважин, так как результаты этого изучения используются при составлении проектов бурения новых скважин..

**2.1.Классификация горных пород по степени связности**

По степени связности горные породы разделяются на четыре основные группы: скальные, связные, рыхлые (сыпучие) и плывучие. Скальные породы характеризуются различной, обычно высокой твердостью, обусловленной наличием между минеральными зернами молекулярных сил сцепления, которые после разрушения породы не восстанавливаются. Скальные породы по содержанию кварца разделяются на кварцсодержащие и бескварцевые. Первые характеризуются большей твердостью и абразивностью. Связные породы отличаются от скальных меньшей прочностью. Обычно это некоторые типы осадочных пород, в которых обломочный материал связан цементирующей массой иного состава или структуры. К ним, например, относятся различные песчаники. Рыхлые породы (сыпучие) представляют собой механическую смесь частиц минералов или пород, не связанных между собой. Плывучие породы обладают способностью к течению, это обычно разжиженные водой пески (плывуны), но к течению способны породы и в твердом состоянии, например лед.

**2.2.Буримость и классификация горных пород по буримости**

Буримостью называется сопротивление горной породы проникновению в нее породоразрушающего инструмента. Буримость является комплексной функцией, зависящей, во-первых, от механических и абразивных свойств горных пород, во-вторых, от применяемой техники и технологии бурения, а именно: способа, типа и площади разрушения. Буримость является одним из основных факторов, определяющих производительность труда в процессе бурения скважин.

Для вращательного колонкового бурения все горные породы разделены на двенадцать категорий по возрастающей трудности бурения. Критерием отнесения к той или иной категории является механическая скорость бурения при стандартных условиях. Определить точно только визуально категорию породы по величине механической скорости бурения в производственных условиях не всегда представляется возможным. Тем не менее, это обычно и практикуется при документации керна. При таком визуальном и субъективном способе не исключаются неточности в отнесении породы к той или иной категории, и здесь важен опыт геолога. Буримость зависит от способа бурения. Поэтому для разных способов бурения разработаны свои классификации горных пород по буримости, в которых горные породы сгруппированы в категории в зависимости от показателя буримости. Ниже приводиться классификация пород по их буримости при колонковом способе. За критерий отнесения породы к соответствующей категории принята углубка скважины за 1 час чистого времени бурения. Скорость проходки пород I категории составляет 20-30 м/час; XII категории – 5-10 см/час.

##### Таблица 2.1

**Классификация горных пород по буримости для вращательного механического бурения скважин**

|  |  |
| --- | --- |
| Катего­рия породы | Горные породы, типичные для каждой категории |
| I | Торф и растительный слой без корней; рыхлые: лесс, пес­ки (не плывуны), супеси без гальки и щебня; ил влажный и иловатые грунты; суглинки лессовидные; трепел: мел слабый |
| II | Торф и растительный слой с корнями или с небольшой при­месью мелкой (до 3 см) гальки и щебня; супеси и суглин­ки с примесью до 20% мелкой (до 3 см) гальки или щебня; пески плотные; суглинок плотный; лесс; мергель рыхлый; плывун без напора; лед; глины средней плотности (лен­точные к пластичные); мел; диатомит; сажи; каменная соль (галит); нацело каолинизированные продукты вывет­ривания изверженных и метаморфизованных лород; железная руда охристая |
| III | Суглинки и супеси с примесью свыше 20% мелкой (до 3 см) гальки или щебня; лесс плотный; дресва; плывун напор­ный; глины с частыми прослоями (до 5 см) слабосцементированных песчаников и мергелей, плотные, мергелистые, загипсованные, песчанистые; алевролиты глинистые слабо­сцементированные; песчаники, слабосцементированные гли­нистым и известковистым цементом; мергель; известняк-ракушечник; мел плотный; магнезит; гипс тонкокристаллический, выветренный; каменный уголь слабый; бурый уголь; сланцы тальковые, разрушенные всех разновидно­стей; марганцевая руда; железная руда окисленная, рых­лая; бокситы глинистые |
| IV | Галечник, состоящий из мелких галек осадочных пород; мерзлые водоносные пески, ил, торф; алевролиты плотные глинистые; песчаники глинистые; мергель плотный; не-1гтот1'ыч известняки и доломиты; магнезит плотный; пористые известняки, туфы; опоки глинистые; гипс кристаллический; ангидрит; калийные соли; каменный уголь; бурый уголь крепкий; каолин (первичный); сланцы глинистые, песчано-глинистые, горючие, углистые, алевролитовые; серпентиниты (змеевики) сильно выветренные и оталькованные; неплотные скарны хлоритового и ам-фибол-слюдистого состава; апатит кристаллический; силь­но выветренные дуниты, перидотиты; кимберлиты, затрону­тые выветриванием; мартитовые и им подобные руды, силь­но выветренныеые; железная руда мягкая вязкая; бокситы |
| V | Галечно-щебенистые грунты; галечник мерзлый, связанный глинистым или песчано-глинистым материалом с ледяными прослойками; мерзлые; песок крупнозернистый и дресва, ил плотный,, глины песчанистые, песчаники на известковистом и железистом цементе; алевролиты; аргиллите; глины аргиллитоподобные, весьма плотные, плотные сильно пес­чанистые; конгломерат осадочных пород на песчано-глинистом или другом пористом цементе; известняки; мрамор; доломиты мергелистые; ангидрит весьма плотный; опоки пористые выветренные; каменный уголь твердый; антрацит, фосфориты желваковые; сланцы глпнисто-слюдяные, слюдя­ные, тальково-хлоритовые, хлоритовые, хлорито-глинистые, серицитовые; серпентиниты (змеевики); выветренные алъбитофиры, кератофиры; туры серпентинизированные вулкани­ческие; дуниты, затронутые выветриванием; кимберлиты брекчиеведные; мартитовые и юл подобные руды, неплотные |
| VI | Ангидриты плотные, загрязненные туфогенным материалом; глины плотные мерзлые: глины плотные с прослоями доло­мита и сидеритов; конгломерат осадочных пород на известковистом цементе; песчаники полевошпатовые, кварцево-известковистые; алевролиты с включениями кварца; извест­няки плотные доломитизированные, скарнированные; доло­миты плотные; опоки; сланцы глинистые, кварцево-серицитовые, кварцево-слюдяные, кварцево-хлоритовые, кварцево-хлорито-серицитовые, кровельные; хлоритизированные и рассланцованные альбитофиры, кератофиры, порфириты; габбро; аргиллиты слабо окремнелые; дуниты, не затро­нутые выветриванием; перидотиты, затронутые выветрива­нием; амфиболиты; пирокоениты крупнокристаллические; тальково-карбонатные породы; апатиты, скарны эпидото- кальцитовые; колчедан сыпучий; бурые железняки ноздреватые; гематито-мартитовые руды; сидериты |
| VII | Аргиллиты окремненные; галечник изверженных и метаморфи­ческих пород (речник); щебень мелкий без валунов; конгломераты о галькой (до 50%) изверженных пород на песчано-глиниотом цементе; конгломераты осадочных пород на кремнистом цементе; песчаники кварцевые; доломиты весьма плотные; окварцованные полевошпатовые песчаники, извест­няки; опоки крепкие плотные; фосфоритовая плита; сланцы слабо окремненные; амфибол-магнетитовые, куммингтонитовые, роговообманковые, хлорито-роговообманковые; слабо рассланцованные альбитофиры, кератофиры, диабазовые туфы; затронутые выветриванием: порфиры, порфириты; крупно- и среднезернистые, затронутые выветриванием граниты, сиениты, диориты, габбро и другие изверженные породы; пироксениты, пироксениты рудные; кимберлиты базальтовидные; скарны кальцитосодержащие авгито-гранатовые; кварцы пористые (трещиноватые, ноздреватые, охристые); бурые железняки ноздреватые пористые; хромиты; сульфидные руды; мартито-сидеритовне и гематитовые руды; амфибол-магнетитовая руда |
| VIII | Аргиллиты кремнистые; конгломераты изверженных пород на известковистом цементе; доломиты окварцованные; окремнен­ные известняки и доломиты; фосфориты плотные пластовые; сланцы окремненные: кварцево-хлоритовые, кварцево-оерицитовые, кварцево-хлорито-эпидотовые, слюдяные; гнейсы; среднезернистые альбитофиры и кератофиры; базальты выветренные; диабазы; андезиты} диориты, не затронутые выветриванием; лабрадориты; перидотиты; мелкозернистые, затронутые выветриванием граниты, сиениты, габбро; затронутые выветриванием гранито-гнейоы, пегматиты, кварцево-турмалиновые породы; скарны крупно- и среднезернистые кристаллические авгито-гранатовые, авгито-эпидотовые; эпидозиты; кварцево-карбонаткые и кварцево-баритовые породы; бурые железняки пористые; гидро-гематитовые руды плотные; кварциты гематитовые, магнетитовые; колчедан плотный; бокситы диаспоровые |
| IX | Базальты, не затронутые выветриванием; конгломераты изверженных пород на кремнистом цементе; известняки карстовые; кремнистые песчаники, известняки; доломиты кремнистые; фосфориты плаcтовые окремненные; сланцы кремнистые; кварциты магнетитовые и гематитовые тонкополоcчатые, плотные мартито-магнетитовые; роговики амфибол-магнетитовые и серицитизированные; альбитофиры и кератофиры; трахиты; порфиры окварцованные; диабазы тонкокристалличе­ские; туфы окремненные; ороговикованные; затронутые выветриванием липариты, микрограниты; крупно- и cреднезернистые граниты, гранито-гнейcы, гранодиориты; сиениты; габбро-нориты; пегматиты; березиты; скарны мелкокристал­лические авгито-эпидото-гранатовые; датолито-гранато-геденбергитовые; скарны крупнозернистые, гранатовые; окварцоваяные амфиболит, колчедан; кварцево-турмалиновые породы, не затронутые выветриванием; бурые железняки плотные; кварцы со значительным количеством колчедана; бариты плотные |
| X | Валунно-галечные отложения изверженных и метаморфизованных пород; песчаники кварцевые сливные; джеспилиты; за­тронутые выветриванием, фосфатно-кремнистые породы; кварциты неравномернозерниотые; роговики с вкрапленностью сульфидов; кварцевые альбитофиры и кератофиры; липариты; мелкозернистые граниты, гранито-гнейоы и гранодиориты; микрограниты; пегматиты плотные, сильно кварцевые; скарны мелкозернистые гранатовые, датолито-гранатовые; магне­титовые и мартитовые руда, плотные, с прослойками роговиков; бурые железняки окремненные; кварц жильный; порфириты сильно окварцованные и ороговикованные |
| XI | Альбитофиры тонкозернистые, ороговикованные; джеспилиты, не затронутые выветриванием; сланцы яшмовидные кремнистые; кварциты; роговики железистые, очень твердые; кварц плотный; корундовые породы; джеспилиты гематито-мартитовыв и гематито-магнетитовые |
| XII | Совершенно не затронутые выветриванием монолито-сливные джеспилиты, кремень, яшмы, роговики, кварциты, эгириновые и корундовые породы |

Как видно из таблицы, для отнесения породы к той или иной категории по буримости к ее названию дополнительно даются несколько определений, уточняющих свойства и состояние пород.

#### 3. ТАМПОНИРОВАНИЕ СКВАЖИН

*Тампонированием* скважины называется комплекс работ по изоляции отдельных ее интервалов. Тампонирование осущест­вляется с целью предотвращения обвалов скважины и размыва­ния пород в пространстве за обсадными трубами, разделения водоносных или других горизонтов для их исследования, пере­крытия трещин, пустот, каверн, для ликвидации водопроявлений, поглощения промывочной жидкости при бурении.

Рис. 3.1. Общая схема тампонажа:

1 – колонна обсадных труб; 2 – тампонажный материал; 3, 4, 5 - изолируемый, водонепроницаемый и водоносный пласты соответственно.

При бурении на жидкие и газообразные полезные ископае­мые, а также на минеральные соли необходимо изолировать пласт полезного ископаемого от вышележащих пластов. Изоля­ция отдельных горизонтов в скважине необходима для предот­вращения проникновения грунтовых и пластовых вод в пласт полезного ископаемого. При подходе к продуктивному пласту про­ходка скважины прекращается в водонепроницаемом вышерас­положенном пласте. Затем в скважину спускают колонну об­садных труб, а кольцевое пространство между низом колонны и стенами скважины заполняют водонепроницаемым материа­лом*.* Тампонированием затрубного пространства обсадная ко­лонна предохраняется от сжатия давлением и корродирующего воздействия минерализованных подземных вод.

Применяют постоянное и временное тампонирование. Посто­янное тампонирование проводят на длительное время. При по­стоянном тампонировании околоствольное пространство изоли­руется от ствола скважины. Временное тампонирование предна­значается для изоляции отдельных горизонтов и проводится на срок испытания скважины.

Тампонирование производят для разобщения и изоляции водо­носных пластов с разным химическим составом. Например, для изоляции горько-соленой воды от питьевой, изоляции водоносных пластов от нефтегазоносных, для производства опытных нагнетаний воды в пористый пласт, для защиты обсадных труб от коррозии минеральными водами, для устранения циркуляции подземных вод по стволу скважины при извлечении обсадных труб и ликвидации скважины.

В качестве тампонажных материалов используют глину, це­мент, глиноцементные смеси с наполнителями, быстросхватывающиеся смеси (БСС), битумы и смолы.

Тампонирование глиной применяют при бурении неглубоких разведочных или гидрогеологических скважин. Если в месте намечаемого тампонирования залегает пласт глины мощностью 2—3 м, то тампонирование осуществляют задавливанием башмака обсадной колонны в глину, предварительно пробурив этот лласт на 0,5—0,6 м.

При отсутствии на забое глины или при недостаточной мощ­ности ее пласта нижнюю часть скважины заполняют вязкой глиной, в башмак обсадной колонны вставляют конусную проб­ку, которой выдавливают глину в затрубное пространство. По окончании тампонирования пробки разбуривают.

Тампонирование с помощью цемента называется *цементиро­ванием* скважин. Цементирование используют при бурении скважины на воду, нефть, газ и в случаях, когда необходимо получить прочный и плотный тампон на весьма продолжитель­ное время.

Для цементирования скважин используют тампонажный це­мент на основе портландцемента.

После смешивания с водой тампонажный цемент должен да­вать подвижный раствор, перекачиваемый насосами, который с течением времени загустевает и затем превращается в водо­непроницаемый цементный камень. Цементный раствор надо изготовлять как можно быстрее, чтобы предупредить его схва­тывание во время нагнетания в скважину. Готовят цементный раствор в цементомешалках или в специальных цементировоч­ных агрегатах, смонтированных на автомобиле.

Наиболее широко применяемый способ цементирования при разведочном бурении — погружение башмака обсадной колонны в цементный раствор, залитый на забой скважины. Забойное цементирование проводят для изоляции нижней призабойной части колонны обсадных труб. Цементный раствор заливают в скважину через заливочные трубы на высоту 2—3 м.

После извлечения из скважины заливочных труб на забой спускают колонну обсадных труб. После затвердения цементно­го раствора разбуривают пробку в обсадных трубах и продол­жают проходку скважины.

*Временное тампонирование* скважин производится на непро­должительный период проведения раздельного исследования во­доносных (нефте- и газоносных) горизонтов.

Для разобщения отдельных участков скважины, подвергае­мых исследованиям (откачки, нагнетания), используют специ­альные тампоны, называемые пакерами. По принципу действия различают пакеры простого и двойного действия. Пакеры про­стого действия разделяют скважину на два изолированных друг от друга участка, а двойного действия — на три.

Принцип действия пакера основан на том, что при расшире­нии резиновой манжеты или подушки надежно уплотняется за­зор между стенками скважины и колонной труб, на которой опускается тампон. Резиновая манжета (подушка) в скважине может уплотняться механически, с помощью воды или сжатого воздуха.

Гидравлический пакер (рис. 8.2.) с двумя резиновыми каме­рами *3* (двойного действия) спускают в скважину на колонне труб *1.* Вода, подаваемая под давлением через трубки *2* в ка­меры *3,* прижимает их к стенкам скважины. Таким образом скважина разделяется на три участка. Через фильтровую трубу *4* после установки пакера производят опытные откачки или наливы.

*Тампонирование без обсадных труб.* Для борьбы с погло­щением промывочной жидкости без уменьшения диаметра сква­жины применяют БСС различного состава. Дозировка смеси, содержащей портландцемент, глинистый раствор, жидкое стек­ло, каустическую соду и воду, зависит от качества цемента и глины. Изменением количества жидкого стекла и каустической соды регулируют свойства смеси и сроки ее схватывания. Че­рез 20—35 мин после приготовления БСС теряет подвижность, а через 1—1,5 ч заканчивается ее схватывание. Используют также тампонажные смеси на основе синтетических смол путем смешивания их с наполнителем и последующим введением в смесь отвердителя.

Тампонажные смеси должны быть доставлены к месту по­глощения промывочной жидкости до потери подвижности. Смесь, доставляют одним из следующих способов: 1) заливкой через устье неглубокой скважины; 2) закачиванием через бурильную колонну, 3) в колонковом наборе, закрытом снизу глиняной пробкой, с последующим выдавливанием промывочной жид­костью; 4) с использованием специальных тампонажных уст­ройств.

Доставленную в зону поглощения тампонажную смесь после выдержки в течение времени, необходимого для ее затвердева­ния, разбуривают.

**3.1.Производство работ по цементированию скважины при помощи двух пробок**

Если необходима большая высота подъема цемента в затрубном пространстве (на любое расстояние от забоя, вплоть до устья скважины), применяется *цементирование под давлением с разделяющими пробками*. При этом используют две разделяющие пробки и цементировочную головку. Разделяющие пробки снабжены уплотняющими резиновыми манжетами. Верх­няя пробка сплошная, а в нижней выполнен осевой канал, пе­рекрытый стеклянным диском или резиновой перепонкой.

Промывка затрубного пространства. Через отвод 1 (рис. 8.1, а) цементировочной головки нагнетают промывочную жидкость для промывки скважины. При этом колонна обсадных труб подвешена в устье скважины с помощью лафетного хомута и не касается забоя.

Введение в обсадные трубы нижней пробки. Для этого цементировочную головку отвинчивают от колонны и в устье обсадной ко­лонны вводят нижнюю пробку. После этого навинчивают цементировочную головку с закрепленной в ней верхней пробкой

Нагнетание цементного раствора в колонну обсадных труб. Освобождение верхней пробки и ее продавливание вдоль колонны. Вывинчивают выдвижные стопоры 6 цементировоч­ной головки, освобождая этим верхнюю пробку и через отвод нагнетают промывочную жидкость (глинистый раствор или воду) для продавливания пробок. Тогда система, состоящая из двух пробок и цементного раствора между ними, будет перемещаться вниз.

Продавливание цементного раствора в затрубное пространство. Когда нижняя пробка упрется в упорное (стопорное) кольцо, закрепленное между трубами и башмаком, тогда возросшим давлением насоса раздавливается стеклянная пластинка, перекрывающая отверстие в нижней пробке, и цементный раствор через это отверстие продавливается в кольцевое затрубное пространство (рис. 8.1, в). Окончание нагнетания цементного раствора в затрубное про­странство соответствует моменту схождения пробок (рис. 8.1, г), определяемому по резкому повышению давления на манометре.

Снятие колонны обсадных труб с лафетного хомута и спуск колонны до забоя*.*

Для этого колонну с помощью элеватора, крюка, талевой системы и лебедки бурового станка приподнимают, вынимают из корпуса лафетного хомута и спускают колонну до забоя.

Выдерживание колонны обсадных труб под давлением (при за­крытых отводах 1 и 2) в течение 12-24 ч до конца схватывания и затвердевания цемента.

Снятие цементировочной головки, разбуривание пробок и упорного кольца, очистка забоя.

Проверка результата тампонирования. Для этого понижают откачкой уровень жидкости в скважине ниже (не менее чем на 10 м) статического уровня тампонируемого водоносного горизонта. Если в течение суток уровень воды в скважине не поднялся (не учитывая поднятия уровня до 1м за счет стенания капель по стенкам труб), то считают, что тампонирование водоносного пласта произведено и об этом составляется акт.

Рис. 3.3. Схема тампонажа скважины цементом по способу «с двумя пробками»:

 а – начало закачивания цемента; б – конец закачки цемента; в – начало подъема цемента в затрубное пространство; г – конец цементации

1 – запорный кран; 2 – манометр; 3 – головка для цементации; 4 – верхняя часть пробки; 5 - резиновые манжеты; 6 - нижняя часть пробки; 7 – обсадная труба; 8 - верхняя пробка; 9 - нижняя пробка

**3.2.Ликвидационный тампонаж скважины**

Пробурив скважину, производят контрольный замер ее глубины, измерение зенитных углов и азимутов через установленные интервалы (обычно 20 м) и геофизические исследования (каротаж). Затем приступают к извлечению обсадных колонн и ликвидационному тампонированию скважины.

Цель ликвидационного тампонирования состоит в том, чтобы изолировать все водоносные пласты и пласты полезного ископаемого, подлежащего разработке, от поступления в них воды по скважине и трещинам из изо­лируемого водоносного пласта и устранить возможность циркуляции подземных вод по стволу скважины при извлечении обсадных труб и ее ликвидации.

Для ликвидационного тампонирования скважины, пройденной в скальных и полускальных породах, применяют цемент, в породах глинистых — пластичную жирную глину. Скважина, пробуренная с применением глинистого раствора и тампонируемая цементом, перед тампонированием промывается водой для разглинизации. Цементный раствор нагнетают насосом через бурильные трубы, опущенные до забоя. По мере заполнения скважины цементным раствором бурильные трубы приподнимают. После подъема насос и бурильные трубы должны быть промыты водой для очистки от остатков цементного раствора.

При тампонировании глиной ее замачивают, приготовляют густое глиняное тесто, затем с помощью глинопресса или вручную готовят цилиндры из глины. Глиняные цилиндры опускают на забой скважины в длинной колонковой трубе и, приподняв колонковую трубу на 1,0—1,5 м над забоем, выпрессовывают с помощью насоса давлением воды обычно при 1,0—1,5 МПа. Для надежности каждую порцию тампонажной глины трамбуют металлической трамбовкой.

Для ликвидационного тампонирования глубоких скважин хорошо зарекомендовали себя:

1. Глинисто-цементный раствор, изготовляемый на базе глинистого раствора повышенной вязкости (Т = 50—80 с, θ = 500— 1500 Н/см2).

На 1 м3 глинистого раствора добавляют 120—130 кг тампонажного цемента и 12 кг жидкого стекла.

2. Для тампонирования законченных скважин применяют отверждаемый глинистый раствор (ОГР) следующего со­става: нормальный глинистый раствор — 64%; формалин — 11%; ТС-10 —25%. ТС-10 представляет собой темно-коричневую жидкость, изго­товленную из смеси (в надлежащих пропорциях) сланцевых фено­лов, этиленгликоля и раствора едкого натра.

В ряде разведочных районов к тампонажным растворам добав­ляют песок.

При наличии полного поглощения промывочной жидкости на интервале скважины выше зоны поглощения устанавливают деревянные пробки. В устье ликвидированной скважины оставляют обсадную трубу с цементной пробкой. На трубе отмечают номер и глубину скважины.

При выполнении работ по ликвидационному тампонированию следует руководствоваться утвержденными инструкциями или правилами выполнения этого вида работ, действующими в данном регионе. О выполнении ликвидационного тампонирования состав­ляется акт по форме, предусмотренной инструкцией или правилами.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Воздвиженский Б.И. Разведочное бурение / Б.И. Воздвиженский, О.Н. Голубинцев, А.А. Новожилов. – М.: Недра, 1979. - 510 с.

2. Советов Г.А. Основы бурения и горного дела / Г.А. Советов, Н.И. Жабин. – М.: Недра, 1991. – 368 с.