

НЕФТЯНАЯ И ГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Бурение нефтяных и газовых скважин



Оглавление

01	Аннотация	3
02	Введение	4
03	Описание процесса строительства скважины	5
04	Буровая установка	9
05	Описание основных рисков возникновения аварий и осложнений при строительстве скважин	20
06	Заключительные положения	28
07	Список литературы	29

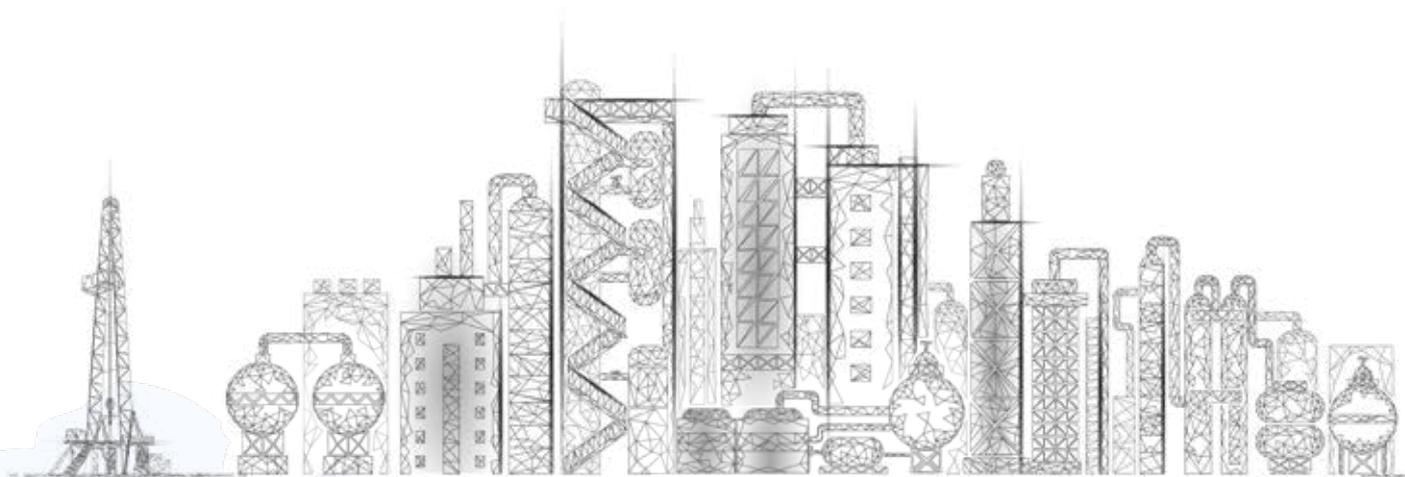
01

Аннотация



Нефтегазовая промышленность является одной из ключевых отраслей Российской экономики. Без преувеличения можно сказать, что нефть и газ являются самыми полезными и ценными ресурсами не только топливной промышленности, но и остальных сфер. Нефтегазовый комплекс тесно связан с другими отраслями экономики и производства государства. Товарная структура внутригосударственной и международной торговли полна продуктов переработки нефти и газа.

Для получения конечных продуктов из нефти и газа, начиная с различных видов топлива и заканчивая полимерами, необходим целый комплекс сложных технологических процессов, включающих в себя поиск подходящих месторождений для начала разработки, проведение буровых работ, строительство нефтяных и газовых промыслов для сбора и предварительной подготовки, транспортировки, хранения и переработки углеводородного сырья на нефтеперерабатывающих и газоперерабатывающих заводах.



В целях более объективной оценки рисков на объектах нефтегазового комплекса и формирования единого подхода российского страхового рынка компания АО «РНПК» выпускает серию публикаций, посвящённых нефтяной и газовой промышленности России. В рамках данной серии будут изданы следующие документы:

1 Бурение нефтяных и газовых скважин

2 Нефтяная промышленность

- Добыча (нефтяной промысел)
- Транспортировка и хранение (насосные станции, магистральные нефтепроводы, резервуарные парки)
- Переработка (нефтеперерабатывающий завод)

3 Газовая промышленность

- Добыча (газовый промысел)
- Транспортировка и хранение (компрессорные станции, магистральные газопроводы, подземные хранилища газа)
- Переработка (газоперерабатывающий завод)

Введение

В текущем документе рассматриваются вопросы оценки рисков при проведении буровых работ различных типов скважин. Описываются основные объекты и технологические процессы из цикла строительства скважин такие как:

- *Описание процесса бурения скважин, их конструкция и классификация скважин по назначению;*
- *Буровая установка;*
- *Описание основных рисков возникновения аварий при строительстве скважин и методы их предупреждения.*

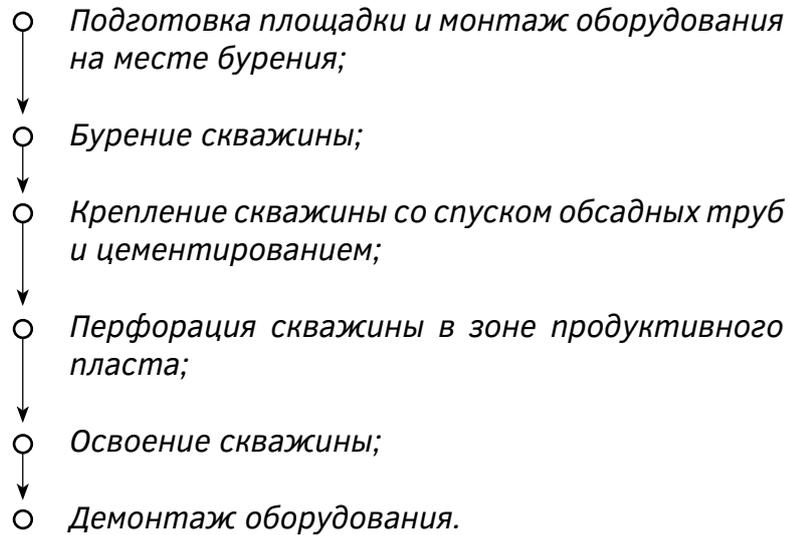
03

Описание процесса строительства скважины

Бурение скважины – это процесс сооружения направленной горной выработки большой длины и малого диаметра, по сравнению с длиной. Скважина создается последовательным разрушением горных пород и извлечением их на поверхность. Основные процессы строительства скважины - это бурение и крепление.



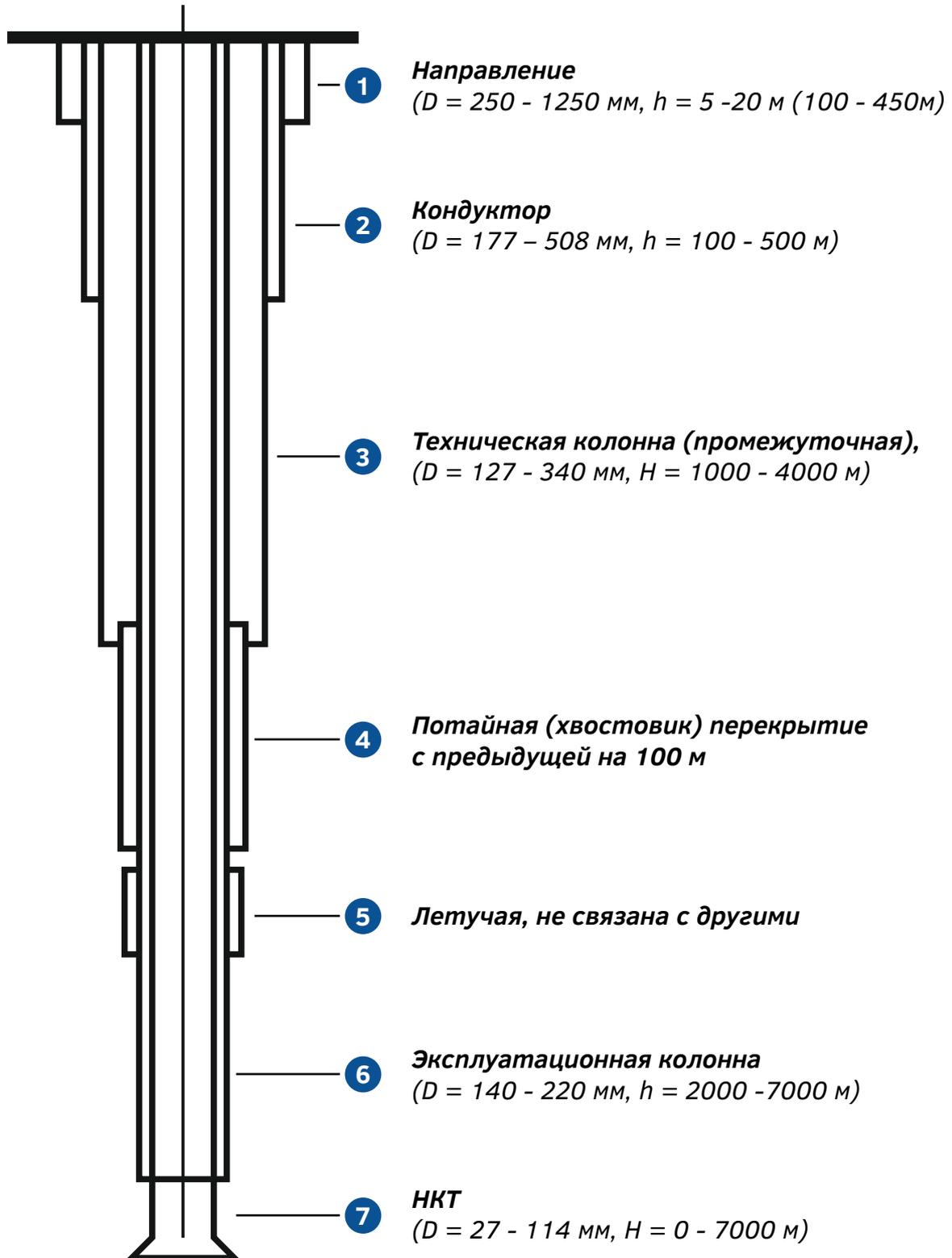
Весь цикл строительства скважины подразделяется на следующие этапы:



Технология строительства скважины

- Спуск бурильных труб с породоразрушающим инструментом в скважину;
- В качестве породоразрушающего инструмента при строительстве скважин применяются буровые долота. Горные породы разрушаются долотами различных типов и моделей, но наибольшее распространение получили шарошечные долота. Ими ежегодно выполняется около 90% объема проходки в РФ и за рубежом.
- Разрушение породы забоя;
- Вынос разрушенной породы из скважины;
- Вынос породы на поверхность осуществляется за счет циркуляции промывочной жидкости. Чем быстрее удаляются обломки породы с забоя потоком бурового раствора, тем эффективнее работает долото.
- Подъем бурильных труб из скважины для смены сработавшего разрушающего инструмента и повторения операции;
- Крепление стенок скважины при достижении определенной глубины обсадными трубами с последующим цементированием пространства между стенкой скважины и спущенными трубами.

Конструкция скважин





Классификация скважин по назначению

Опорные – предназначены для изучения геологического строения крупных регионов для установления общих закономерностей залегания горных пород и выявления возможности образования в этих породах месторождений нефти и газа.

Разведочные – предназначены для выявления продуктивных объектов, а также для оконтуривания уже разрабатываемых нефтяных и газоносных пластов;

Опережающие добывающие – предназначены для добычи нефти и газа с одновременным уточнением строения продуктивного пласта;

Добывающие (эксплуатационные) – предназначены для добычи нефти и газа;

Контрольные и наблюдательные – предназначены для наблюдения за объектом разработки, исследования характера продвижения пластовых флюидов и изменения газонефтенасыщенности пласта;

Нагнетательные – предназначены для закачки в пласт воды, газа или пара с целью поддержания пластового давления или обработки призабойной зоны;

Структурно-поисковые – предназначены для установления тектоники, стратиграфии, литологии и оценки продуктивности горизонтов;

04 Буровая установка

Буровая установка - это комплекс бурового оборудования и сооружений, предназначенных для бурения скважин, вращательным способом. Благодаря ей осуществляются все операции связанные с процессом бурения. Состав комплекта установки, габаритные размеры, масса, способ транспортировки и монтажа зависят от назначения и проектной глубины скважины, способа разрушения породы на забое, типов приводов и ряда других факторов, в том числе климатических и дорожных. Для примера на рис. 1 показан общий вид буровой установки.



Рис. 1 – схема буровой установки

Рассмотрим основные узлы буровой установки и сопутствующие им риски:



Буровая вышка

Представляет собой металлическое сооружение над устьем скважины, предназначенное для установки талевого механизма, устройств для механизации спуско-подъемных операций и размещения бурильных свечей. От технического совершенства буровой вышки существенно зависят монтажеспособность и транспортабельность буровой установки, а также эффективность и безопасность бурения. Отказы буровой вышки способны вызвать тяжелые последствия, поэтому надежность и прочность — первостепенные требования, предъявляемые к буровым вышкам.

Риски

Разрушение буровых вышек, их падение и падающие с них механизмы, устройства, приспособления приводят к имущественному ущербу, создают опасность для работников, в том числе приводят к несчастным случаям со смертельным исходом.

Для обеспечения безопасности работ при эксплуатации буровых вышек последние подвергаются осмотру. Буровой мастер и механик буровой осматривают вышку не реже 1 раза в 2 месяца. Результаты проверки заносят в журнал проверки технического состояния оборудования. Кроме того, буровая вышка осматривается: до начала и после окончания перетаскивания; после монтажа, перед вводом в эксплуатацию; перед спуском обсадной колонны; перед началом и после окончания ловильных работ; после открытых фонтанов и выбросов; после сильного ветра. Результаты осмотра технического состояния оформляются актом, который должен храниться вместе с паспортом вышки.



Талевая система

Талевая система выполняет роль грузонесущей части буровой установки. Состоит из кронблока и талевого блока, огибаемых стальным канатом. Талевый блок оснащен крюком или автоматическим элеватором для подвешивания буровой колонны и обсадных труб. Нагрузка подвешенного груза распределяется между рабочими струнами каната. Талевая система позволяет уменьшить усилие в канате от веса поднимаемого груза.

Риски

Аварии с падением талевого блока и кронблока случаются довольно часто. Основные причины - это неисправность противозатаскивателя, невнимательность бурильщика, плохое состояние талевого каната, а также плохая освещенность верхней части фонаря вышки. Падение талевой системы может привести к серьезным имущественным убыткам и несчастным случаям. При падении на стол ротора возможен обрыв и падение колонны труб с внутрискважинным оборудованием. Предупреждение аварий, связанных с падением талевой системы, сводится к визуальной проверке при приеме вахты состояния талевого каната и исправности противозатаскивателя. Однако такой метод позволяет обнаружить только видимые дефекты. Дефекты, расположенные внутри каната (обрывы внутренних проволок, металлического сердечника, износ и коррозия внутренних проволок) без специального оборудования обнаружить невозможно. На данный момент лабораториями неразрушающего контроля проводятся обследования талевых канатов при помощи магнитных дефектоскопов.



Буровая лебедка

С помощью буровых лебедок и талевого системы спускают, поднимают и удерживают на весу бурильную колонну, обсадные трубы и другой инструмент при бурении и креплении скважин. При подъеме вращательное движение, сообщаемое лебедке от привода, посредством талевого каната преобразуется в поступательное движение талевого блока. При спуске тормозные устройства буровой лебедки ограничивают скорость талевого блока, опускающего под действием собственного веса, подвешенного к нему инструмента. Буровые лебедки используются также для передачи вращения ротору, свинчивания и развинчивания бурильных и обсадных труб, для подъема и подтаскивания различных грузов при бурении скважины, монтаже и ремонте установок.

Риски

Буровые лебедки в отличие от лебедок, используемых в грузоподъемных машинах, работают в условиях, характеризующихся ступенчатым изменением действующих нагрузок. Систематические нагрузки возрастают с углублением забоя скважины, а в процессе спуско-подъемных операций изменяются в десятки и сотни раз в зависимости от числа свечей в бурильной колонне. Лебедки должны отвечать требованиям технологии бурения и удовлетворять условиям их эксплуатации.

Система управления лебедкой должна исключить возможность одновременного включения более одной передачи и самопроизвольное отключение или переключение передачи. Наряду с этим система управления должна обеспечивать автоматическое отключение привода и одновременное включение тормоза при срабатывании предохранительных устройств. При отключении привода и торможении не допускается разгрузка и разматывание ходовой струны талевого каната.



Вертлюг — Вертлюг предназначен для подвода бурового раствора во вращающуюся бурильную колонну. В процессе бурения вертлюг подвешивается к автоматическому элеватору либо к крюку талевого механизма и посредством гибкого шланга соединяется со стояком напорного трубопровода буровых насосов.

Риски *В процессе эксплуатации вертлюг испытывает статические осевые нагрузки от действия веса бурильной колонны и динамические нагрузки, создаваемые продольными колебаниями долота и пульсацией промывочной жидкости. Детали вертлюга подвергаются абразивному износу. Работоспособность вертлюга зависит от надежности уплотнений, применяемых в его подвижных и неподвижных соединениях. Наиболее ответственными являются уплотнения напорной трубы, которые служат для предотвращения утечки промывочной жидкости, нагнетаемой под высоким давлением.*



Ротор

Буровой ротор, сокращенно называемый ротором или вращателем, предназначен для вращения поступательно движущейся бурильной колонны в процессе проходки скважины роторным способом и удержания бурильной или обсадной колонны труб над устьем скважины при наращивании и спуско-подъемных операциях. Привод ротора осуществляется посредством цепных, карданных и зубчатых передач от буровой лебедки, коробки передач либо индивидуального двигателя.

Риски

Особое внимание при эксплуатации ротора необходимо уделять проверке уровня и качеству масла, следить за температурой. Смена масла производится после бурения каждой скважины и не реже чем через 2-3 месяца.



Буровые насосы

Буровые насосы применяются на бурильных установках для обеспечения циркуляции буровых растворов при бурении скважин. Под обеспечением циркуляции понимается совокупность следующих процессов: нагнетание бурового раствора в скважину, поддержание выбуренной породы во взвешенном состоянии, очистка ствола шахты и забоя от шлама, охлаждение долота в процессе бурения.

Риски

Риски присущие буровым насосам типичны для насосного оборудования. Основными условиями стабильной работы являются соблюдение технологических режимов работы и своевременное техническое обслуживание.



Силовой привод

Буровые установки оснащаются различными по назначению и мощности машинами и механизмами, действие которых обеспечивается соответствующим приводом, состоящим из двигателя, силовой передачи и аппаратуры управления. Основным является привод буровой лебедки, насосов и ротора с мощностью 6 тыс. кВт и более. Применяют дизельные, газотурбинные и электрические приводы.

Риски

Риски присущие силовым приводам типичны. Основными условиями стабильной работы являются соблюдение технологических режимов работы и своевременное техническое обслуживание.



Оборудование для приготовления и очистки бурового раствора

Циркуляционная система буровых установок включает в себя наземные устройства и сооружения, обеспечивающие промывку скважин путем многократной принудительной циркуляции бурового раствора по замкнутому кругу: насос – забой скважины – насос. В состав системы входят устройства выполняющие следующие функции: приготовление буровых растворов, очистка буровых растворов от выбуренной породы, прокачивание и оперативное регулирование физико-химических свойств раствора.

Риски

Важнейшие требования, предъявляемые к циркуляционным системам буровых установок, является качественное приготовление, контроль и поддержание необходимых для данных геолого-технических условий состава и физико-механических свойств бурового раствора. При выполнении этих требований достигаются высокие скорости бурения и в значительной мере предотвращаются многие аварии и осложнения в скважине.



Система верхнего привода

В современных буровых установках часто встречаются системы верхнего привода, которые представляют собой подвижный вращатель, совмещающий функции вертлюга и ротора, оснащённый комплексом средств для работы с бурильными трубами при выполнении спуско-подъёмных операций. К 1996 году способ бурения верхним приводом стал основным методом бурения морских скважин.

Риски

Применение верхнего привода в значительной степени снизило количество аварий и осложнений на скважине. Тем не менее выход из строя системы верхнего привода приводит к незапланированным простоям в процессе бурения и соответственно убыткам. Основными условиями стабильной работы являются соблюдение технологических режимов работы и своевременное техническое обслуживание.



Противо- выбросовое оборудование

Противовыбросовое оборудование предназначено для герметизации устья скважины с целью предотвращения открытых выбросов жидкости или газожидкостной смеси и фонтанов при бурении, испытании, опробовании и освоении скважины. Основная причина этих явлений – превышение пластового давления над давлением промывочной жидкости, заполняющей скважину. В состав противовыбросового оборудования входят: превенторы, устьевая крестовина, надпревенторная катушка и съемный желоб, манифольды и станции управления.

Риски

Открытые фонтаны и выбросы приводят к значительному материальному ущербу, загрязнению окружающей среды, пожарам и человеческим жертвам. Противовыбросовое оборудование должно обладать абсолютной надежностью и высокой степенью готовности. Устье скважины оборудуется превенторами после спуска и цементирования кондуктора и промежуточной колонны. Противовыбросовое оборудование испытывается на прочность и герметичность. С целью повышения надежности противовыбросовое оборудование комплектуется резервными элементами, предназначенными для выполнения функций основных элементов в случае их отказов. В целях безопасности пульт управления устанавливается на расстоянии не менее 10 м от устья скважины, а дублер у поста бурильщика.

Каждая вахта должна визуально проверять состояние противовыбросового оборудования, наличие бурильной трубы с закрепленным на ней обратным клапаном.

05 **Описание основных рисков возникновения аварий и осложнений при строительстве скважин**

Под аварией в бурении следует понимать нарушение технологического процесса строительства скважины, вызываемое потерей подвижности колонны труб или их поломкой с оставлением в скважине элементов колонны труб, а также различных предметов и инструментов.

Нарушения непрерывности технологического процесса строительства скважины, произошедшее при соблюдении требований технологического проекта и правил ведения буровых работ, вызванные явлениями горно-геологического характера, такие как поглощения, нефтегазопроявления, выбросы, осыпи, обвалы, желобные выработки, искривление ствола, открытое фонтанирование, а также стихийные бедствия – относятся к осложнениям.

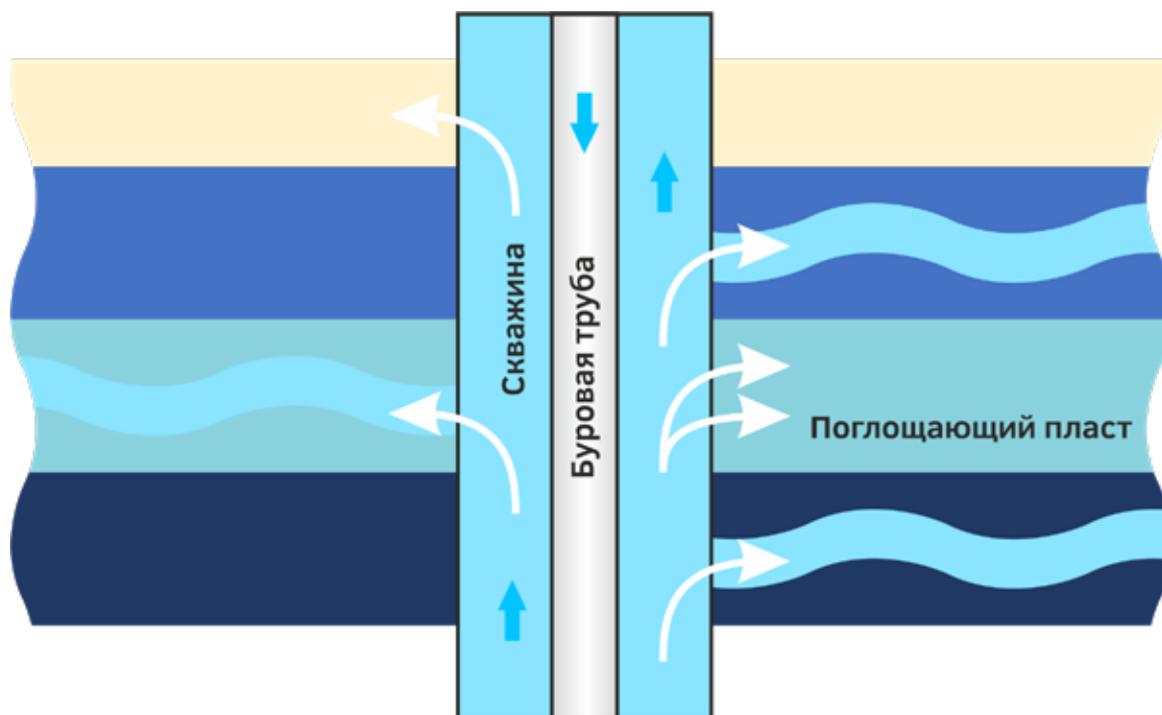
Основное число аварий происходит вследствие нарушения требований техники и технологии ведения буровых работ

Основное число аварий происходит вследствие нарушения требований техники и технологии ведения буровых работ, предусмотренных в технических и технологических проектах. Число аварий в следствие бракованного оборудования не превышает 5%.

Проводка глубоких скважин обусловлена неопределенностью информации о горно-геологических условиях бурения, включающих необходимые с позиции бурения сведения о горных породах и флюидах в их естественном состоянии. Сведения о горно-геологических условиях бурения накапливаются и формируются постепенно.

Поглощения буровых и тампонажных растворов

Поглощение буровых и тампонажных растворов при бурении и креплении скважин является одним из наиболее распространенных и сложных видов осложнений, требующих больших затрат средств и времени на их ликвидацию. Поглощением называется уход бурового или тампонажного раствора в пласт, превышающий естественную убыль раствора в скважине.



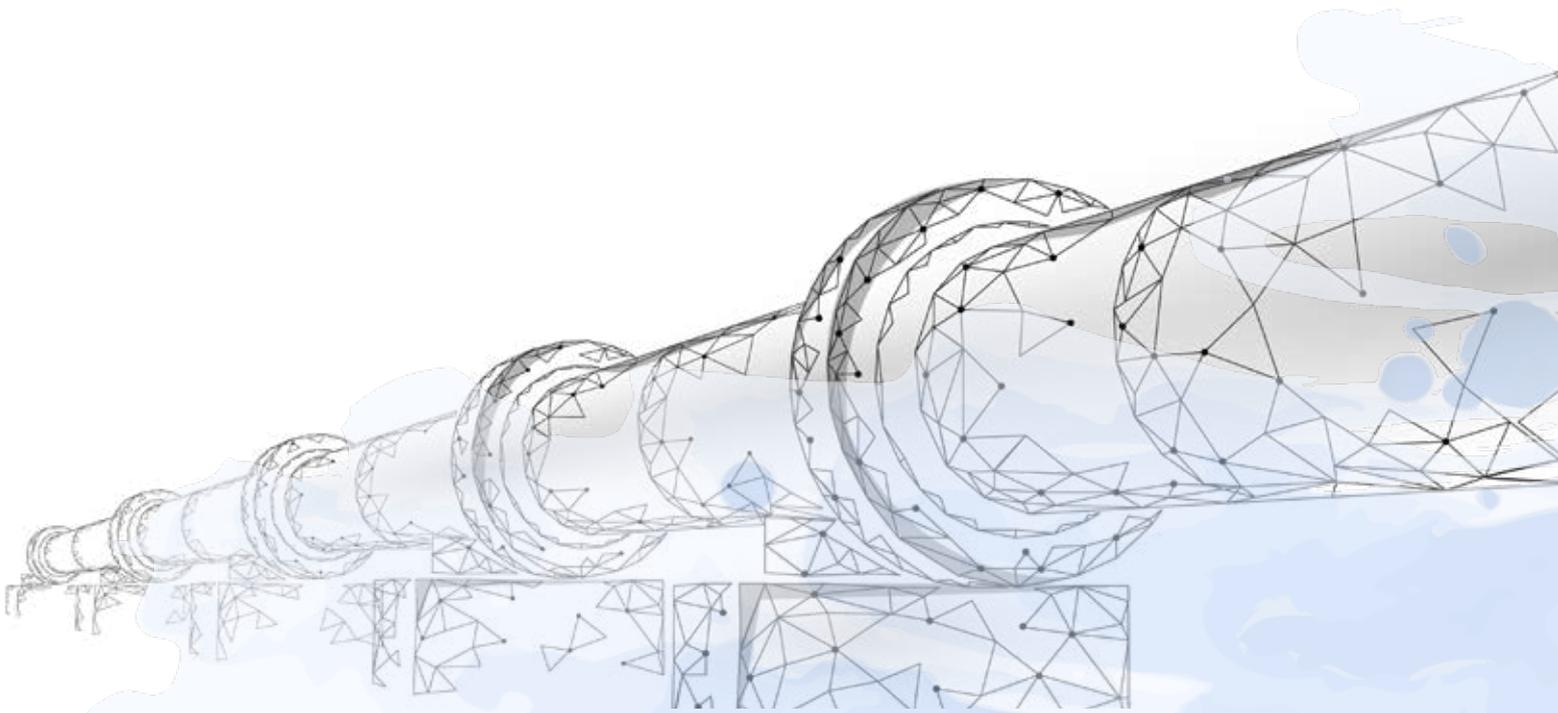
Факторы, влияющие на поглощения, бывают геологические и технологические. Геологические факторы охватывают все геологические и гидрогеологические особенности условий, определяющие интенсивность фильтрации промывочной жидкости в пласт. Технологические причины поглощений промывочной жидкости связаны с правильностью выбора конструкции скважины, выбором параметров промывочной жидкости, способа бурения, частоты вращения бурового инструмента в скважине, соотношения диаметров долота, забойного двигателя и других элементов буровой колонны, изменения перепада давления.

К основным методам предотвращения поглощений относится регулирование давления, действующего на стенки скважин при выполнении в ней различных технологических операций. Способами регулирования давления являются регулирование параметров промывочной жидкости, режима бурения, скорости СПО, подбор рациональной компоновки буровой колонны.

Нарушение устойчивости стенки скважины

Проводка ствола скважины в массиве горных пород существенно нарушает поле напряжений в ее окрестностях и концентрацию напряжений на ее стенках и приводит к нарушению целостности стенок. Виды нарушений: раскрытие естественных и образование новых трещин; образование каверн; образование желобов; осыпание стенок скважины; обвалообразование; вытекание пород, склонных к пластическому течению в определенных условиях; сужение ствола в результате набухания горных пород или их пластического течения.

При бурении в неустойчивых породах и пластичных глинах целесообразно применять ингибированные буровые растворы. Растворы этого типа снижают интенсивность перехода выбуренной породы в глинистый раствор и повышают устойчивость стенки скважины.



Аварии

Характерными поломками являются: поломки по телу или по узлам соединения бурильных, утяжеленных, ведущих, обсадных и насосно-компрессорных труб, бурильных замков, переводников; поломки забойных двигателей, амортизаторов, расширителей, центраторов, долот, вспомогательных и ловильных инструментов и т.д. Кроме того, в скважинах могут оставаться долота, забойные двигатели, геофизические и другие приборы и инструменты. Часто бурильные и обсадные колонны неожиданно оказываются прихваченными или заклиненными в скважине, происходит смятие или нарушение обсадных колонн, которыми перекрывается часть ствола скважины.



Факторы влияющие на возникновение аварии:

Технические:

Причиной аварии может стать применение деталей и механизмов со скрытыми конструктивными дефектами или изготовленными с нарушениями ГОСТа, ТУ.

Технологические факторы:

- нарушение рациональных параметров режима бурения (расход промывочной жидкости, осевая нагрузка, давление, частота вращения долота);
- нарушение параметров процесса бурения (сжимающие и растягивающие нагрузки на БК, крутящий момент на долоте, несоблюдение скоростей СПО);
- несоблюдение рациональной последовательности правил крепления скважины;
- неправильный выбор типа промывочной жидкости, использование которой не обеспечит выполнение гидростатических, гидродинамических и других функций;
- неточное знание геологических и гидродинамических условий, свойств флюидов в разбуриваемых горизонтах;
- некачественная подготовка ствола скважины к геофизическим исследованиям к спуску обсадных колонн.

Организационные причины:

- низкая квалификация исполнителя буровых работ;
- низкая исполнительская дисциплина технического персонала, допускающая возможность отклонения от проекта на строительство скважины, регламентов, режимно-технологических карт, инструкции по эксплуатации бурового оборудования и инструмента;
- невыполнение профилактических мероприятий по предупреждению аварий, осложнений;
- неудовлетворительное материально-техническое снабжение;
- несоответствие длительности вахты и их сменности естественному биологическому режиму организма человека;
- неудовлетворительные бытовые условия жизни буровой бригады в вахтовом городке.

Газонефтеводопроявления

Газонефтеводопроявления (ГНВП), иногда переходящие в открытые фонтаны, являются в настоящее время самыми тяжелыми авариями при бурении скважин. Открытые фонтаны имеют множество неприятных последствий:

- *выход из строя бурового оборудования и инструмента, разрушение обсадных колонн;*
- *непроизводительные трудовые и материальные затраты;*
- *загрязнение окружающей среды (разливы нефти, флюидов, воды);*
- *перетоки внутри скважины, приводящие к истощению месторождений; теряется огромное количество нефти и газа, выбрасываемое фонтанирующими скважинами;*
- *травмы и гибель людей.*



ГНВП при бурении, креплении и освоении скважин – это неорганизованное поступление относительно небольших количеств нефти и газа в скважину и на поверхность, не представляющее на первых порах непосредственного препятствия для выполнения основных технологических операций. Предотвращение и ликвидация возникших нефтегазопроявлений являются, по существу, нормальными технологическими процессами в практике разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений. Хотя нефтегазопроявления чреватые опасными последствиями, тем не менее, полагаясь на возросший научно-технический уровень буровых работ и профессиональную подготовку кадров буровых и нефтегазодобывающих предприятий, нефтегазопроявления можно считать не авариями, а осложнениями технологического цикла бурения скважин.

Открытые фонтаны представляют большую опасность для промышленных и социальных объектов, расположенных в районе фонтанирующей скважины. Особенно тяжелый и опасный характер приобретает аварийное фонтанирование скважин, когда оно сопровождается пожарами и образованием грифонов.

Условия возникновения ГНВП

В подавляющем большинстве проводка скважин осуществляется при забойном давлении, превышающем пластовое.

В процессе механического бурения пластовый флюид поступает в скважину, когда пластовое давление превышает сумму гидростатического давления столба бурового раствора и гидравлических сопротивлений в затрубном пространстве.

Проявление может начаться сразу же после прекращения промывки, например при наращивании бурильной колонны, ремонте насоса или в связи с окончанием бурения. Это значит, что пластовое давление во вновь вскрытом пласте уравновешивалось при бурении. Однако с прекращением циркуляции противодавление оказалось недостаточным.

Во время подъема бурильной колонны газонефтеводопроявления возникают в результате снижения забойного давления, обусловленного колебаниями гидродинамического давления вследствие движения колонны труб.

При спуске колонны труб газонефтеводопроявления могут быть вызваны снижением гидростатического давления вследствие фильтрационно-контракционного и других эффектов в неподвижной части бурового раствора ниже долота и отрицательной составляющей гидродинамического давления, возникающей во время торможения колонны.

В случае длительного отсутствия циркуляции, в том числе и при полностью поднятой бурильной колонне, проявления обусловлены снижением гидростатического давления в неподвижном буровом растворе в результате упомянутых факторов

Мероприятия по предупреждению ГНВП

- Проектирование конструкции скважин должно предусматривать предупреждение газонефтеводопроявлений, а также возможность их ликвидации в случае возникновения.
- Основным средством предотвращения газонефтеводопроявлений в бурящихся скважинах является буровой раствор соответствующего качества, в том числе способный создавать необходимое противодавление на пласт. Плотность бурового раствора и отклонение от установленной величины должны определяться согласно правилам безопасности.
- Долив скважины при подъеме бурильной колонны необходимо производить периодически после подъема расчетного количества свечей. В журнале показателей бурового раствора нужно регистрировать время, объем и плотность залитого в скважину раствора.
- Не следует производить кратковременных промывок при наличии газированных забойных пачек. Промежуточные промывки во время спуска производят по длительности, позволяющей убедиться в отсутствии пластового флюида в скважине.
- Длительные ремонтные и профилактические работы, не связанные с ремонтом устья скважины, необходимо производить при нахождении бурильной колонны в башмаке обсадной колонны с обязательной установкой шарового крана. Если ремонт устья скважины или противовыбросового оборудования продолжителен и нет возможности промыть скважину, то нужно установить отсекающий цементный мост. Если остановки длительны, то при вскрытых коллекторах периодически следует проводить промывки, длительность которых позволит быть уверенным в отсутствии пластового флюида в затрубном пространстве скважины.
- Противовыбросовое оборудование, включающее превенторы, линии глушения и дросселирования, должно быть опрессовано на расчетное давление обсадной колонны и на максимальное рабочее давление превенторов с использованием пакера, отсекающего колонну от стволовой части ОП. Универсальный превентор достаточно опрессовать на 50 % от рабочего давления противовыбросового оборудования.
- Давление опрессовки обсадной колонны не должно превышать 90 % внутреннего давления, при котором возникает текучесть металла наиболее слабого ее участка с учетом значений плотности жидкостей как внутри, так и снаружи обсадной колонны.

Заключительные положения

Одним из важнейших элементов оценки риска является расчёт МВУ – максимально возможного убытка. Зарубежные страховщики используют несколько терминов: MFL – maximum foreseeable loss, EML – estimated maximum loss и PML – probable maximum loss.

Основным сценарием МВУ при бурении скважин является выход скважины из-под контроля.

Также важным моментом в риск-инженерном отчёте является расчёт NLE – normal loss expectancy (нормальный вероятный убыток), пример NLE: обрыв талевого каната и падение талевого блока на стол ротора, в результате происходит отрыв и падение бурильной колонны в скважину с установленным на ней оборудованием

06

Список литературы

1. Р.А. Баграмов, Буровые машины и компрессоры, Недра, 1988.
2. Ю.М. Басарыгин, А.И. Булатов, Ю.М. Проселков, Бурение нефтяных и газовых скважин, Недра, 2002.
3. И.П. Пустовойтенко, Предупреждение и методы ликвидации аварий и осложнений в бурении, Недра, 1987.
4. Статистический сборник, ТЭК России, Аналитический центр при правительстве РФ, 2018.