Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Пермский национальный исследовательский

политехнический **университет»**

Кафедра «Нефтегазовые технологии»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к изучению дисциплины

«Осложнения и аварии в бурении нефтяных скважин»

для студентов, обучающихся по профилю 21.03.01 «Бурение нефтяных и газовых скважин» заочного и дневного отделения.

Пермь-2015

Методические указания к изучению дисциплины «Осложнения аварии в бурении нефтяных скважин» для студентов, обучающихся по профилю 21.03.01 «Бурение нефтяных и газовых скважин» заочного и дневного отделения.

/Сост. А.П.Предеин. Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. Пермь,2015.

Рецензент доцент Л.Н. Долгих

В методических указаниях изложены содержание дисциплины с указанием конкретных тем и литературные источники, где освещаются рассматриваемые темы, контрольные вопросы. Для оценки знаний, полученных при изучении дисциплины, студенту предлагается 3-4 теоретических вопроса и 12 задач.

Методические указания к изучению дисциплины «Осложнения и аварии в бурении нефтяных скважин» разработали на основании: федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «28» октября 2009 г.

Методические указания согласованы с рабочими программами дисциплины «Физика пласта», «Геология нефти и газа», «Технология бурения нефтяных и газовых скважин», «Буровые технологические жидкости», «Гидроаэромеханика в бурении».

1. Цель учебной дисциплины - приобретение студентами знаний в области основных технологических процессов, связанных с профилактикой и ликвидацией аварий и осложнений при строительстве нефтяных и газовых скважин, что необходимо для качественного и экономичного процесса строительства скважин.
2. Задачи изучения дисциплины:

• изучение основных методов исследования поглощающих горизонтов;

* расчет допустимых нагрузок на буровое оборудование, бурильную и обсадную колонну;
* изучение организации работ по ликвидации аварий и осложнений;
* составление планов работ и профилактических мероприятий;
* формирование навыков по оценке рисков и обеспечению; безопасности технологических процессов при ликвидации аварий и осложнений;
* формирование способности изучать и анализировать отечественную и зарубежную научно-техническую литературу в области бурения скважин.

1.3 Предметом изучения дисциплины являются следующие объекты:

* горизонты с аномально низкими или высокими пластовыми давлениями;
* горизонты, сложенные неустойчивыми породами;
* проницаемые горизонты;
* скважины, находящиеся в процессе строительства;
* буровое оборудование и инструмент;
* оборудование и инструменты для ликвидации аварий;
* материалы для ликвидации осложнений.

Содержание разделов и тем учебной дисциплины.

Введение.

Основные понятия, термины и определения.

Предмет и задачи дисциплины.

Раздел 1. Поглощение буровых и тампонажных растворов.

Тема 1. Горно-геологические условия бурения.

Тема 2. Другие виды осложнений при строительстве скважин. Классификация осложнений.

Тема 3. Мероприятия по ликвидации и предупреждению поглощений промывочной жидкости и тампонажного раствора.

Выбор способа изоляционных работ.

Кольматация поглощающих горизонтов. Бурение скважин с промывкой аэрированными растворами. Использование инертных наполнителей для снижения интенсивности поглощения или полной изоляции поглощающих горизонтов. Выбор способа изоляционных работ. Классификационное разделение наполнителей по назначению. Практические способы доставки наполнителей в зону поглощения. Установка изоляционных мостов. Тампонажные смеси и пасты для изоляции зон поглощений. Выбор тампонажных растворов и смесей с учетом условий в изолируемых горизонтах. Способы доставки изоляционных смесей в зону поглощения. Составление планов по установке изоляционных мостов.

Бурение скважин с промывкой аэрированными растворами.

Раздел 2. Нарушение устойчивости стенки скважины.

Влияние напряженного состояния горных пород на устойчивость стенки скважины. Горное и пластовое давления. Понятие об аномалиях пластового давления. Термические условия проводки скважин. Способы расчета температуры по стволу скважины.

Тема 4. Осложнения, связанные с нарушением устойчивости стенки скважины.

Виды нарушений устойчивости стенки скважины. Осыпи, обвалы, кавернообразования, желобообразование.

Негативные последствия нарушения устойчивости стенки скважины. Мероприятия по повышению устойчивости стенки скважины. Ингибированные буровые растворы. Профилактические мероприятия по предупреждению набухания горных пород.

Особенности строительства скважин в условиях многолетнемерзлых пород.

Особенности строительства скважин в условиях комплексной разработки месторождений нефти и калийных солей.

Раздел 3. Газонефтеводопроявления (ГНВП).

Тема 5. Условия и причины ГНВП. Негативные последствия ГНВП, диффузии, капиллярного перетока, эффекта контракции. Классификация ГНВП по степени тяжести, по категориям - проявление, выброс, фонтан, грифон. Определение забойных давлений и причина их снижения. Инверсия давления при газопроявлениях. Методы и признаки обнаружения ГНВП. Принципы раннего обнаружения ГНВП. Способы ликвидации ГНВП.

Определение плотности промывочной жидкости для ликвидации ГНВП.

Мероприятия по предупреждению ГНВП. Отрытые (аварийные) фонтаны. Причины перехода газопроявлений в выбросы и открытые фонтаны. Методы предупреждения газопроявлений при бурении скважин. Методы ликвидации открытых фонтанов. Выполнение требований охраны труда при проведении технологических операций при ликвидации ГНВП. Мероприятия по охране окружающей среды.

Раздел 4. Аварии при бурении скважин.

Тема 6. Классификация аварий. Виды аварий. Методы их ликвидации.

Определение аварий. Классификация аварий. Факторы, влияющие на возникновение аварий. Виды аварий.

Аварии с бурильной колонной и ее элементами. Аварии с обсадными колоннами. Аварии при креплении скважин. Аварии с забойными двигателями. Аварии с долотами. Аварии при проведении геофизических работ. Аварии при испытании скважин. Прихваты бурильных и обсадных колонн. Виды прихватов. Прихват под действием перепада давления (дифференциальный прихват).

Тема 7. Мероприятия по предупреждению аварий. Методы ликвидации аварий.

Рациональная отработка комплектов бурильных труб и элементов бурильной колонны. Виды контроля состояния бурильной колонны и ее элементов.

Способы рациональной отработки долот и забойных двигателей.

Подготовка ствола скважины и обсадной колонны к спуску и креплению.

Способы ликвидации аварии. Оценка затрат времени и средств на ликвидацию аварии. Выбор метода ликвидации аварии. Составление планов работ на ликвидацию аварий с проведением инженерных расчетов по определению допустимых нагрузок на буровое оборудование, бурильную колонну, аварийный инструмент.

Виды аварийного инструмента. Конструкция. Технические характеристики. Область применения. Выбор аварийного инструмента.

Методы ликвидации прихватов. Определение интервала прихвата расчетным путем с помощью специальной аппаратуры. Расхаживание прихваченной бурильной колонны с гидровибрированием и отбивкой ротором. Определение допустимой растягивающей нагрузки и числа оборотов бурильной колонны. Взрывные способы ликвидации прихватов. Отсоединение бурильной колонны в намеченном месте. Гидроимпульсный способ ликвидации прихватов.

Ликвидации прихватов методом установки жидкостных ванн. Технология установки жидкостной ванны. Расчет ванны. Ликвидация прихватов бурильных и обсадных колонн обуриванием. Мероприятия по промышленной и экологической безопасности при проведении технологических операций при ликвидации прихватов.

4.3 Перечень тем практических занятий Таблица 4.3.1 - Темы практических занятий

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п.п | Номер темы дисциплины | Наименование темы практического занятия |
| 1 | 1 | Определение пластового и горного давления. Определение относительного давления. |
| 2 | 2 | Геологические и технологические факторы поглощения. Регулирование технологических факторов поглощения. |
| 3 | 3 | Методика выбора способа изоляционных работ. |
| 4 | 3 | Составление планов изоляционных работ. |
| 5 | 3 | Расчеты установки изоляционных мостов. Технология установки мостов. |
| 6 | 4 | Разработка мероприятий по повышению устойчивости стенок скважины. |
| 7 | 5 | Определение забойных давлений и причин их снижения. Инверсия давления при газопроявлениях. |
| 8 | 5 | Расчет плотности жидкости для глушения скважин при газонефтеводопроявлении. Выбор способа глушения. |
| 9 | 6 | Расчет допустимых нагрузок на бурильную и обсадную колонну при ликвидации аварии. |
| 10 | 6 | Расчет установки жидкостной ванны. Мероприятия по охране окружающей среды. |
| 11 | 7 | Рациональная отработка комплектов бурильных труб и элементов бурильной колонны. |
| 12 | 7 | Составление плана работ по безопасному отсоединению бурильной колонны в намеченном месте. |

Вопросы для контрольных работ по вариантам.

В I

1. Физико-механические свойства горных пород. Понятие о статическом и динамическом уровнях жидкости в скважине. Определение коэффициента поглощающей способности (Кпс).
2. Аварии с забойными давлениями (ЗД). Причины аварий, методы предупреждения и ликвидации. Порядок отработки забойных двигателей.
3. Определение плотности жидкости для ликвидации газонефтеводопроявления (ГНВП).

В II

* 1. Причины нарушения устойчивости стенки скважины. Понятие о горном давлении, коэффициенте бокового распора. Профилактические мероприятия по потере устойчивости стенки скважины.
  2. Поглощение буровых и тампонажных растворов. Условия поглощений. Факторы поглощения. Методы исследования поглощающих горизонтов.
  3. Аварии при спуске обсадных колонн (ОК). Методы профилактики и ликвидации аварий с обсадными колоннами.

В III

* + 1. Желобные выработки. Процесс и условия образования. Негативное влияние на процесс бурения и крепления скважины. Методы обнаружения и ликвидации желобных выработок.
    2. Виды аварий и брака при цементировании обсадных колонн. Методы ликвидации и профилактики аварий при цементировании обсадных колонн.
    3. Причины и условия возникновения ГНВП. Признаки ГНВП. Ликвидация ГНВП «методом бурильщика».

В IV

1. Каверны. Условия образования. Методы обнаружения. Негативное влияние каверн на процесс бурения и цементирование обсадных колонн. Методы ликвидации каверн и профилактики кавернообразования

* + - 1. Условия работы бурильной колонны (БК) в скважине. Виды нагрузок которые испытывает БК при работе в скважине. Эпюры нагрузок. Виды аварий с БК.
      2. Строительство скважин в условии сероводородной агрессии.

**В V**

* + - * 1. Методы ликвидации зоны поглощения установкой изоляционного цементного моста. Схема установки моста. Расчет моста. План работ по установке и разбуриванию моста. Использование профильного перекрывателя для изоляции зон поглощения.
        2. Подготовка ствола скважины и обсадных труб к спуску и цементированию. Подготовка бурового оборудования и инструменты.
        3. Понятие об эффекте «поршневание». Диаграмма изменения давления в стволе скважины при проведении спускоподъемных операций (СПО). Определение допустимой скорости спуска бурильных и обсадных колонн.

В VI

Использование инертных наполнителей для ликвидации зон поглощений. Виды наполнителей. Их характеристика. Принципы подбора наполнителей. Способы доставки наполнителей в зону поглощения.

Прихваты бурильных и обсадных колонн. Причины прихватов. Методы ликвидации и их профилактика.

Причины поступления газо-жидкостной смеси в ствол скважины. Инверсия давления при газопроявлениях. Очистка бурового раствора от газа. Устройство и принцип работы сепаратора.

В VII

Тампонажные смеси и пасты для изоляции зон поглощений. Свойства тампонажных смесей. Требования к ним. Смеси на основе тампонажных пигментов, на основе полимеров. Способы доставки смесей в зону поглощения.

Понятие об аварии. Классификация аварий. Факторы, влияющие на возникновение аварий.

3. Особенности бурения скважин в солях.

В VIII

Понятие об относительном давлении в скважине. Его практическое использование. Бурение скважин с применением аэрированных растворов.

Аварии при проведении геофизических работ. Причины аварий. Методы их ликвидации. Подготовка ствола скважины и оборудования к проведению геофизических работ.

Ловильные работы в бурящихся скважинах. Основные виды инструмента для ликвидации аварий. Конструкция. Принцип использования.

В IX

Особенности строительства скважин в условиях сероводородной агрессии. Особенности строительства скважин в многолетнемерзлых породах.

Самопроизвольное искривление скважин. Факторы, влияющие на самопроизвольное искривление скважин. Последствия. Предупреждение самопроизвольного искривления скважин.

Методы и признаки обнаружения ГНВП. Глушение ГНВП, возникших при СПО. Методы ликвидации аварийных фонтанов.

**В Х**

Гидродинамические методы исследования поглощающих горизонтов. Приборы для исследования поглощающих горизонтов.

Определение верхней границы прихвата тремя методами. Расчетным, с помощью приборов, табличный метод.

Определение забойного давления в скважине при ГНВП. Причины снижения забойного давления при бурении скважин. Определение снижения забойного давления при подъеме бурильной колонны без долива.

В XI

1. Кольматация поглощающих горизонтов.
2. Аварии с бурильной колонной и ее элементами. Причины аварий. Методы ликвидации аварий и их профилактика

3. Ликвидация прихватов бурильных и обсадных колонн установкой жидкостных ванн. Расчет ванны. Технология установки ванны.

В XII

* 1. Физико-геологическая сущность гидроразрыва пласта. Признаки поглощения буровых и тампонажных растворов.
  2. Аварии с шарошечными долотами. Причины аварий. Порядок безаварийной отработки долот. Ликвидация аварий с долотами.
  3. Методы ликвидации прихватов бурильных и обсадных колонн. Определение допустимой нагрузки, длина неприхваченной части колонны, допустимого числа оборотов.

В XIII

* + 1. Осложнения, связанные с нарушением устойчивости стенки скважины. Осыпи, обвалы, обрушения. Образование каверн. Негативные последствия нарушения устойчивости стенки скважины на процесс бурения и цементирования обсадных колонн. Мероприятия по повышению устойчивости стенки скважины.
    2. Аварии с долотами истирающе-режущего типа, алмазными долотами. Рациональная отработка долот данного типа. Методы ликвидации аварий с долотами всех типов.
    3. Способы отсоединения бурильной колонны в намеченном месте. Отвороты по резьбовому соединению. Отстрел. Механическое и химическое резание. Ударные механизмы - лесы. Конструкция. Принцип работы.

В XIV

* + - 1. Привести примеры, когда несвоевременно ликвидированные осложнения могут создать аварийную ситуацию. Дать определение осложнению, аварии. Дать понятие о модуле Юнга, коэффициенте Пуассона.
      2. Методы предупреждения аварий с бурильной колонной и ее элементами. Порядок отработки комплекта бурильных труб.
      3. Мероприятия по предупреждению газонефтеводопроявлений. Порядок герметизации скважины.

**В XV**

* + - * 1. Использование инертных наполнителей для снижения интенсивности поглощения или изоляции поглощающего горизонта. Практические способы доставки наполнителей в зону поглощения. Тампонажные пасты и смеси для изоляции зоны поглощения. Требования к ним. Способы доставки в зону поглощения.
        2. Порядок рациональной отработки долот и забойных двигателей. Способы отсоединения бурильной колонны в намеченном месте. Гидроимпульсный метод ликвидации прихватов.
        3. Мероприятия по выполнению требований охраны труда и техники безопасности при ликвидации ГНВП. Мероприятия по охране окружающей среды.

В XVI

План работ по установке и разбуриванию моста.

Методы определения верхней границы прихвата.

Определение плотности промывочной жидкости для ликвидации ГНВП. Способы ликвидации ГНВП.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные данные для решения задач по вариантам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Задача№1 | | Задача №2 | | | Задача №3 | | | | Задача №4 | | | Задача№5 | | | Задача №6 | | | Задача №7 | | | | | |
| Вариант Данное | Pпл | H | hст | ρp | Нпг | Нпг | ρp | ρp1 | hст1 | Нпг | ρp | hст | S | hц | t | Q | hст | hд | Dд | Dн | Pпл | ρp | h | H |
| 1 | 21,3 | 2300 | 42 | 1072 | 515 | 208 | 1115 | 1100 | 28 | 491 | 1214 | 29 | 12 | 0,2 | 10 | 11 | 116 | 100 | 146 | 89 | 17,2 | 1145 | 0,023 | 1600 |
| 2 | 16,2 | 1720 | 207 | 1330 | 2700 | 901 | 1117 | 1090 | 24 | 1220 | 1210 | 102 | 10 | 0,4 | 12 | 10 | 102 | 12 | 215,9 | 114 | 19,0 | 1150 | 0,023 | 1590 |
| 3 | 19,8 | 2010 | 114 | 1210 | 1800 | 850 | 1118 | 1100 | 61 | 2920 | 1350 | 207 | 14 | 0,5 | 14 | 21 | 42 | 30 | 215,9 | 127 | 9,2 | 1100 | 0,023 | 921 |
| 4 | 22,4 | 2150 | 32 | 1332 | 680 | 920 | 1200 | 1112 | 58 | 1724 | 1190 | 97 | 10 | 0,6 | 16 | 18 | 127 | 96 | 190,5 | 114 | 20,7 | 1180 | 0,02 | 1945 |
| 5 | 34,1 | 2930 | 44 | 1050 | 1440 | 1370 | 1201 | 1170 | 54 | 240 | 1050 | 37 | 18 | 1,2 | 18 | 14 | 114 | 8 | 269,9 | 127 | 23,9 | 1135 | 0,02 | 2200 |
| 6 | 16,0 | 1800 | 50,6 | 1150 | 1100 | 1420 | 1190 | 1100 | 67 | 1490 | 1160 | 42 | 17 | М | 20 | 16 | 72 | 7 | 215,9 | 114 | 19,1 | 1160 | 0,02 | 1800 |
| 7 | 16,4 | 1590 | 30 | 1020 | 500 | 172 | 1007 | 1140 | 14 | 1250 | 1116 | 47 | 12 | 0,8 | 22 | 32 | 214 | 9 | 295,9 | 140 | 18,8 | 1145 | 0,027 | 1790 |
| 8 | 17,9 | 1790 | 115 | 1090 | 735 | 1853 | 1200 | 1120 | 151 | 802 | 1150 | 121 | 13 | 0,6 | 24 | 20 | 300 | 14 | 215,9 | 114 | 20 | 1160 | 0,02 | 1780 |
| 9 | 21,2 | 2050 | 146 | 1123 | 1908 | 150 | 1005 | 1003 | 19 | 2500 | 1117 | 84 | 20 | 1,2 | 26 | 25 | 176 | 20 | 190,5 | 127 | 11 | 1112 | 0,025 | 1214 |
| 10 | 32,1 | 3150 | 15 | 1070 | 340 | 2200 | 1114 | 1095 | 35 | 260 | 1250 | 105 | 21 | 1,4 | 28 | 32 | 258 | 24 | 295,3 | 127 | 6,2 | 1045 | 0,022 | 702 |
| 11 | 15,2 | 1408 | 71 | 1100 | 720 | 1230 | 1112 | 1100 | 40 | 1980 | 1114 | 25 | 22 | 1,4 | 15 | 15 | 80 | 30 | 269,9 | 127 | 27,8 | 1228 | 0,02 | 2500 |
| 12 | 19,0 | 2100 | 170 | 1115 | 902 | 302 | 1117 | 1150 | 21 | 928 | 1215 | 49 | 14 | 1,8 | 17 | 12 | 74 | 22 | 190,5 | 114 | 26,9 | 1226 | 0,023 | 2400 |
| 13 | 20,1 | 2200 | 102 | 1085 | 700 | 1340 | 1205 | 1100 | 65 | 942 | 1168 | 74 | 12 | 1,8 | 18 | 36 | 126 | 104 | 215,9 | 127 | 9,2 | 1145 | 0,02 | 880 |
| 14 | 24,5 | 2500 | 141 | 1105 | 720 | 470 | 1150 | 1120 | 20 | 1210 | 1090 | 68 | 14 | 1,2 | 22 | 30 | 316 | 26 | 295,3 | 140 | 9,2 | 1138 | 0,024 | 990 |
| 15 | 24,7 | 2470 | 157 | 1132 | 1980 | 1200 | 1160 | 1130 | 40 | 1050 | 1050 | 70 | 10 | 2,4 | 8 | 42 | 60 | 20 | 215,9 | 127 | 9,8 | 1150 | 0,018 | 920 |
| 16 | 12,3 | 1200 | 71 | 1114 | 1240 | 1220 | 1140 | 1140 | 62 | 1120 | 1130 | 65 | 16 | 2,2 | 20 | 24 | 72 | 32 | 190,5 | 114 | 9,8 | 1140 | 0,023 | 930 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные данные для решения задач по вариантам (Продолжение). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Задача №8 | | | | Задача №9 | | | | | | Задача № 10 | | | | | | | Задача №11 | | | | | Задача №12 | | |
| данные/ вариант | V0 | ρ1 | ρ2 | ρp | L | Dн | δ | ∆Р | [ ] | ∆ℓ | Dд | К | δ | Н | Dн | ρp | ρн | ρp | н | Pпл | z1 | z2 | Нпг | hпг | hcт |
| 1 | 20 | 1120 | 1290 | 1240 | 2500 | 0,146 | 0,009 | 9,6 | D | 0,15 | 0,1905 | 1,14 | 0,008 | 1420 | 0,114 | 1140 | 800 | 1070 | 1800 | 19,2 | 1510 | 630 | 340 | 20 | 10 |
| 2 | 22 | 1020 | 1140 | 1050 | 2480 | 0,146 | 0,0095 | 9,8 | D | 0,18 | 0,2159 | 1,20 | 0,009 | 1710 | 0,127 | 1150 | 900 | 1090 | 1900 | 20,7 | 1670 | 905 | 1210 | 15 | 20 |
| 3 | 60 | 1280 | 1450 | 1350 | 2320 | 0,146 | 0,009 | 10,2 | D | 0,18 | 0,395 | 1,15 | 0,01 | 642 | 0,146 | 1070 | 850 | 1150 | 2050 | 23,5 | 1500 | 1120 | 1320 | 12 | 18 |
| 4 | 72 | 1100 | 1200 | 1116 | 2108 | 0,146 | 0,009 | 12,1 | Е | 0,20 | 0,2159 | 1,17 | 0,007 | 1120 | 0,127 | 1030 | 800 | 1230 | 1700 | 20,9 | 1340 | 710 | 1450 | 17 | 32 |
| 5 | 36 | 1112 | 1210 | 1118 | 2400 | 0,127 | 0,092 | 10,1 | D | 0,29 | 0,395 | 1,10 | 0,008 | 450 | 0,140 | 1100 | 820 | 1810 | 2800 | 50,6 | 2150 | 1000 | 700 | 30 | 25 |
| 6 | 120 | 1114 | 1316 | 1222 | 2305 | 0,127 | 0,095 | 9.5 | Е | 0,31 | 0,1905 | 1,05 | 0,009 | 1815 | 0,114 | 1160 | 810 | 1100 | 2400 | 26,4 | 1740 | 1250 | 2070 | 22 | 42 |
| 7 | 87 | 1116 | 1230 | 1226 | 2456 | 0,127 | 0,092 | 10,0 | D | 0,30 | 0,2159 | 1,10 | 0,01 | 2180 | 0,127 | 1140 | 840 | 1140 | 3200 | 36,4 | 2300 | 1420 | 2710 | 15 | 72 |
| 8 | 90 | 1280 | 1360 | 1320 | 2410 | 0,146 | 0,10 | 12,2 | Е | 0,20 | 0,295 | 1,20 | 0,01 | 692 | 0,140 | 1100 | 800 | 1220 | 1200 | 14,6 | 1080 | 200 | 1805 | 28 | 14 |
| 9 | 120 | 1120 | 1200 | 1166 | 2325 | 0,146 | 0,09 | 10,5 | Е | 0,16 | 0,295 | 1,14 | 0,008 | 908 | 0,140 | 1160 | 830 | 1700 | 1950 | 33,1 | 1570 | 570 | 1900 | 25 | 24 |
| 10 | 80 | 1180 | 1300 | 1260 | 2200 | 0,146 | 0,09 | 12,5 | Е | 0,14 | 0,2159 | 1,12 | 0,008 | 2840 | 0,127 | 1210 | 850 | 1420 | 2070 | 29,3 | 1800 | 230 | 2020 | 8 | 36 |
| 11 | 120 | 1100 | 1360 | 1206 | 2550 | 0,127 | 0,127 | 13,0 | Е | 0,30 | 0,1905 | 1,08 | 0,009 | 1620 | 0,114 | 1146 | 880 | 1350 | 2400 | 32,5 | 1755 | 702 | 2450 | 27 | 102 |
| 12 | 40 | 1140 | 1200 | 1240 | 2600 | 0,127 | 0,10 | 12,5 | Е | 0,34 | 0,2159 | 1,09 | 0,008 | 1800 | 0,127 | 1160 | 890 | 1270 | 2480 | 31,4 | 2005 | 210 | 2100 | 20 | 20 |
| 13 | 60 | 1160 | 1300 | 1260 | 2350 | 0,114 | 0,09 | 10,3 | D | 0,42 | 0,295 | 1,10 | 0,01 | 745 | 0,146 | 1090 | 790 | 1160 | 1620 | 18,7 | 1420 | 290 | 2150 | 28 | 74 |
| 14 | 75 | 1250 | 1360 | 1270 | 2550 | 0,127 | 0,127 | 12,2 | D | 0,25 | 0,395 | 1,13 | 0,009 | 380 | 0,146 | 1090 | 805 | 1210 | 1810 | 21,8 | 1110 | 110 | 1470 | 30 | 25 |
| 15 | 42 | 1320 | 1460 | 1380 | 2700 | 0,127 | 0,10 | 11,0 | D | 0,22 | 0,295 | 1,05 | 0,01 | 620 | 0,146 | 1120 | 900 | 1240 | 2030 | 25,1 | 1820 | 110 | 1680 | 28 | 24 |
| 16 | 48 | 1210 | 1480 | 1340 | 2900 | 0,114 | 0,085 | 8,5 | D | 0,35 | 0,295 | 1,08 | 0,01 | 740 | 0,146 | 1140 | 850 | 1140 | 1900 | 21,2 | 1400 | 400 | 1790 | 42 | 70 |

Пояснения к решению задач

Задача 1.

Определить относительное давление в скважине. Исходные данные:

Рпл - пластовое давление, МПа;

Н - глубина скважины, м;

Пояснить смысл относительного давления.

Задача 2.

Определить относительное давление в скважине при наличии поглощающего горизонта. Исходные данные:

рр - плотность бурового раствора, кг/м3;

Нпг - глубина залегания подошвы поглощающего горизонта, м;

hст - статический уровень бурового раствора, м.

Задача 3.

Определить положение статического уровня при переходе на раствор большей или меньшей плотности. Исходные данные:

Нпг - глубина залегания подошвы поглощающего горизонта, м;

ρp - плотность бурового раствора исходная, кг/мз;

hст - положение статического уровня исходное, м.

рр1 - плотность бурового раствора для замены в скважине, кг/мз;

Задача 4.

Определить плотность бурового раствора, чтобы статический уровень был на устье скважины. Исходные данные:

Нпг - глубина залегания подошвы поглощающего горизонта, м;

ρp - плотность бурового раствора исходная, кг/мз;

hст - статический уровень жидкости в скважине исходный, м.

Задача 5.

Найти интенсивность, если за время работы уровень жидкости в приемной емкости снизился на заданную величину. Исходные данные:

Q - интенсивность поглощения, м3/час,

t – время, за которое снизился уровень жидкости, мин; hу - величина снижения уровня жидкости, м.

Задача 6.

Определить коэффициент поглощающей способности. Пояснить, как с помощью коэффициента поглощающей способности выбрать рациональный способ изоляции поглощающего горизонта. Исходные данные:

Q - интенсивность поглощения, м3/час;

hст - величина статического уровня жидкости, м;

hд -величина динамического уровня жидкости, м.

Задача 7.

Определить максимально допустимую скорость спуска бурильной или обсадной колонны. Исходные данные:

Dд - диаметр долота, м;

Dн - наружный диаметр колонны, м;

Рпл - пластовое давление, МПа;

μ- вязкость бурового раствора, ᴴ˙с/м2;

Н - глубина скважины, м.

Задача 8.

Определить количество воды или утяжелителя для уменьшения или увеличения плотности бурового раствора заданного объема. Исходные данные:

V0 - объем бурового раствора, подлежащего обработке, м³;

ρp - исходная плотность раствора, кг/мз;

р1, р2- плотности раствора расчетные, кг/мз.

Задача 9.

Определить длину свободной части бурильной колонны (верхнюю границу прихвата), допустимое усилие при расхаживании, допустимое число оборотов бурильное колонны при отбивке ротором.

Исходные данные:

L - длина бурильной колонны, м;

Dн - наружный диаметр бурильной колонны, м;

δ - толщина стенки бурильной колонны, м;

∆Р - усилие натяжения бурильной колонны при котором произошла ее деформация (удлинение) на величину ∆ℓ.

∆Р - кН; ∆ℓ - м;

[ ] - группа прочности стали, из которой изготовлена бурильная колонна.

Задача 10.

Рассчитать установку нефтяной ванны для освобождения прихвата на забое. Исходные данные:

Dд - диаметр долота, м;

К - коэффициент уширения ствола скважины;

δ - толщина стенки бурильной колонны, м;

Dн - наружный диаметр бурильной колонны, м;

Н - глубина скважины, м;

ρp - плотность бурового раствора, кг/мз;

ρн - плотность нефти, кг/мз.

Задача 11.

На забой поступила пачка газожидкостной смеси и начинает подъем по стволу скважины при загерметизированном устье. Определить устьевое, забойное давление при нахождении пачки на глубине z1, z2 у блока превенторов.Исходные данные:

ρp - плотность бурового раствора, кг/мз;

Н - глубина скважины, м;

Рпл - пластовое давление, МПа;

z1, z2 - глубина нахождения газожидкостной пачки, м.

Задача 12.

Просчитать установку изоляционного моста в поглощающем горизонте.

Исходные данные:

Нпг - глубина залегания подошвы поглощающего горизонта, м;

hпг – мощность поглощающего горизонта, м.

Диаметр бурильной колонны, диаметр скважины, плотность бурового и цементного растворов, коэффициент эффективной пористости горной породы предлагается выбрать самостоятельно. Показать расчетную схему установки изоляционного моста.

Контрольные вопросы по дисциплине.

1. Горно-геологические условия строительства скважин. Физико-механические свойства горных пород.
2. Напряженное состояние горных пород. Горное и пластовое давления. Понятие об аномалиях пластового давления.
3. Термические условия проводки скважины. Способы расчета распределения температуры по стволу скважины.
4. Поглощение буровых и тампонажных растворов при бурении и креплении скважины.
5. Геологические и технологические факторы поглощений.
6. Признаки поглощения. Условия поглощения.
7. Понятие о статическом и динамическом уровнях жидкости в скважине. Интенсивность поглощения (Q инт). Методы их определения.
8. Гидродинамические и геофизические методы исследования поглощающих горизонтов.
9. Коэффициент поглощающей способности (Кпс). Использование Кпс при выборе метода изоляции поглощающего горизонта.
10. Физико-геологическая сущность гидроразрыва пласта.

11.Оценки относительного давления в стволе скважины.

* 1. Способы предупреждения поглощений.
  2. Бурение скважин с промывкой аэрированными растворами.
  3. Кольматация поглощающих горизонтов.
  4. Использование инертных наполнителей для уменьшения интенсивности поглощающих горизонтов и их полной изоляции.
  5. Способы доставки наполнителей в зону поглощения.
  6. Тампонажные смеси и пасты для изоляции зоны поглощения. Их свойства и требования к ним.
  7. Способы доставки тампонажных смесей в зону поглощения.
  8. Установки изоляционных мостов. Схема установки моста. Расчет расхода материалов, ожидаемых давлений, затрат времени на установку моста, количество продавочной жидкости, выбор тампонажного материала.
  9. План работ на установку моста.
  10. Использование перекрывающих устройств для ликвидации зон поглощения с высокой степенью интенсивности.
  11. Спуск обсадной колонны для перекрытия поглощающего горизонта.

23.Осложнения, связанные с нарушением устойчивости стенки скважины. Осыпи, обвалы, обрушения.

* + 1. Каверны. Негативное влияние на процесс строительства и крепления скважины.
    2. Желобные выработки (желоба). Условия образования. Их негативное влияние на процесс строительства и крепления скважины. Предупреждение и методы ликвидации желобных выработок.

26.Особенности строительства в условиях многолетнемерзлых пород (ММП).

27.Особенности строительства скважин в условиях комплексной разработки месторождений нефти и калийных солей.

* + - 1. Понятие об аварии. Классификация аварий. Факторы, влияющие на возникновение аварий.
      2. Аварии с бурильной колонной и ее элементами. Виды поломок и разрешений.
      3. Падение бурильной колонны. Причины падения.
      4. Мероприятия по предупреждению аварий с бурильной колонной.
      5. Аварии при креплении скважины.
      6. Подготовка ствола скважины и обсадной колонны к спуску и цементированию.
      7. Аварии с забойными двигателями. Рациональная и безаварийная отработка забойных двигателей.
      8. Аварии при проведении геофизических работ.
      9. Аварии с долотами. Методы рациональной и безаварийной отработки долот.
      10. Разрушение и падение буровых вышек.
      11. Прихваты бурильных и обсадных колонн. Виды прихватов.
      12. Методы предупреждения и ликвидации прихватов.
      13. Методы определения верхней границы прихвата.
      14. Ликвидация прихвата установкой жидкостной ванны. Схема и расчет жидкостной ванны.

42.Определение допустимых нагрузок и числа оборотов на бурильную

колонну при расхаживании и «отбивке» ротором.

43.Отсоединение бурильной колонны в намеченном месте.

44.Ликвидация прихватов бурильной колонны методом обуривания. 45.Осложнения и аварии, связанные с самопроизвольным искривлением ствола скважины.

* + - * 1. Газонефтеводопроявления (ГНВП). Условия их возникновения.
        2. Прямые и косвенные признаки ГНВП.

48.Определение забойного давления. Причины его снижения.

Поведение газа в бурящейся скважине. Уравнение состояния газа.

Инверсия давления в стволе скважины.

Ликвидация ГНВП при нахождении долота на забое скважины. Определение плотности жидкости для глушения скважины.

Ликвидация ГНВП, возникшего при спускоподъемных операциях.

Мероприятия по предупреждению ГНВП.

54.Открытые аварийные фонтаны. Методы их ликвидации.

55.Основные виды инструмента и приспособлений для ликвидации аварий в

бурящихся скважинах.

56.Требования к ловильному инструменту. Конструкция, принцип работы. 57.Основные приемы производства аварийных работ.

58.Ловильные работы в кавернах.

Список литературы

Басаргин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин; учебное пособие для вузов. ООО «Недра - Бизнесцентр» - М. 2000 - 677 с.

Гандгжумян Р.А., Калинин А.Г., Никитин Б.А. Инженерные расчеты при бурении глубоких скважин; справочное пособие под редакцией А.П. Калинина - М. Недра. 2000 - 489 с.

Элияяшевский И.В., Орсуляк Л.М., Стороинский М.И. Типовые задачи и расчеты в бурении; ученое пособие - М, Недра 1974 - 504 с.

Бабаян Э.В. Технология управления скважиной при газонефтеводопроявлениях; ученое пособие. ОАО «Издательство Советская Кубань» 2006 - 156 с.

Предеин А.П. Осложнения и аварии при строительстве нефтяных и газовых скважин; учебное пособие. Издательство Перм. нац. исслед. политехи, ун-та. 2014 - 381 с.