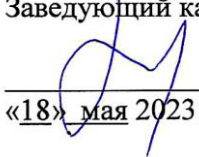


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СУРГУТСКИЙ ИНСТИТУТ НЕФТИ И ГАЗА
(ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(Филиал ТИУ в г. Сургуте)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой


Р.Д. Татлыев
«18» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

| | |
|--------------------------|---|
| Наименование дисциплины: | Эксплуатация нефтяных скважин в осложненных условиях |
| направление подготовки: | 21.03.01 Нефтегазовое дело |
| направленность: | Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти |
| форма обучения: | очная/очно-заочная |

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры Нефтегазовое дело
Протокол №14 от «18» мая 2023 г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью учебной дисциплины «Эксплуатация нефтяных скважин в осложненных условиях» является изучение теоретических основ, причин и условий образования осложнений в процессах добычи нефти, современных способов предотвращения их возникновения и методов борьбы с вредным проявлением осложнений при эксплуатации скважин.

Задачи дисциплины: заключаются в приобретении студентами теоретических знаний и практических навыков решения задач, связанных с эксплуатацией нефтяных и газовых скважин в условиях действия осложняющих факторов. Студент должен изучить теоретические основы выбора рационального способа добычи нефти при разработке месторождений, физические причины, вызывающие осложнения при эксплуатации нефтяных и газовых скважин, способы борьбы с отложениями неорганических солей, асфальтосмоло-парафиновых веществ и гидратов, современные технологии механизированной эксплуатации скважин в условиях высоких газовых факторов, повышенной кривизны ствола скважин и интенсивного выноса песка, методы защиты нефтепромыслового оборудования от коррозии, насосное оборудование для подъема высоковязких нефтей из скважин. Одной из главных задач дисциплины является освоение основных программных комплексов для проектирования и оптимизации режимов работы насосных установок в добывающих скважинах, применяемые в мире и нефтяных компаниях Западной Сибири

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Эксплуатация нефтяных скважин в осложненных условиях» относится к блоку дисциплины (модули) по выбору. Код дисциплины Б1.В.ДВ.05.02.

Дисциплины, предшествующие изучению данной дисциплины Математика, Физика, Геология нефти и газа, Физика пласта, Основы разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее Разработка и проектирование нефтяных и газовых месторождений, Гидродинамические исследования скважин

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК) | Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю) |
|--|--|---|
| ПКС-2 Способность проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой | ПКС-2.3 Анализирует параметры работы технологического оборудования | Знать: требования по оформлению документов по эксплуатации нефтепромыслового оборудования |
| | | Уметь: оформлять технологическую документацию по эксплуатации нефтепромыслового оборудования |
| | | Владеть: методами ведения технической документации по эксплуатации буровых машин |
| | ПКС-2.5 Обосновывает выбор методов диагностики и технического | Знать: современные методы предотвращения образования осложнений при добыче скважинной продукции |

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| профессиональной деятельности | обслуживания технологического оборудования в соответствии с требованиями промышленной безопасности и охраны труда | Уметь: проводить гидравлические расчеты промывки скважин (удаление песка, прокачки пара, горячей нефти) |
| | | Владеть: навыками мероприятий по восстановлению работоспособности скважины |

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет **3** зачетных единицы, **108** часов.

Таблица 4.1.

| Форма обучения | Курс, семестр | Аудиторные занятия / контактная работа, час. | | | | Самостоятельная работа, час. | Форма промежуточной аттестации |
|----------------|---------------|--|----------------------|----------------------|----------|------------------------------|--------------------------------|
| | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Контроль | | |
| Очная | 4/8 | 10 | 10 | - | - | 52 | зачёт |
| Очно-заочная | 5/9 | 10 | 18 | - | - | 44 | зачёт |

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

-очная (ОФО)/очно-заочная форма обучения (ОЗФО)

Таблица 5.1.1

| № п/п | Структура дисциплины | | Аудиторные занятия, час. | | | СРС, час. | Всего, час. | Код ИДК | Оценочные средства |
|-------|----------------------|---|--------------------------|-----|------|-----------|-------------|--------------------|--|
| | Номер раздела | Наименование раздела | Лек. | Пр. | Лаб. | | | | |
| 1 | 1 | Введение в дисциплину. Виды и причины осложнений при эксплуатации скважин | 1/1 | 1/3 | - | 8/7 | 10/11 | ПКС-2.3 ПКС-2.5 | Письменный опрос в рамках текущей аттестации, отчет по практической работе |
| 2 | 2 | Борьба с повышенным выносом песка при эксплуатации скважин | 1/1 | 1/3 | - | 8/7 | 10/11 | ПКС-2.3 ПКС-2.5 | Письменный опрос в рамках текущей аттестации, отчет по практической работе |
| 3 | 3 | Борьба с вредным влиянием газа при эксплуатации скважин | 2/2 | 2/3 | - | 9/7 | 13/12 | ПКС-2.3 ПКС-2.5 | Письменный опрос в рамках текущей аттестации |

| | | | | | | | | | |
|--------|---|---|-------|-------|---|-------|-------|--------------------|--|
| | | | | | | | | | , отчет по практической работе |
| 4 | 4 | Особенности эксплуатации скважин при образовании асфальтосмолопарафинистых отложений (АСПО) | 2/2 | 2/3 | - | 9/7 | 13/12 | ПКС-2.3 ПКС-2.5 | Письменный опрос в рамках текущей аттестации, отчет по практической работе |
| 5 | 5 | Особенности эксплуатации скважин при обводнении добываемой продукции | 2/2 | 2/3 | - | 9/8 | 13/13 | ПКС-2.3 ПКС-2.5 | Письменный опрос в рамках текущей аттестации, отчет по практической работе |
| 6 | 6 | Образование солей в скважинах и технологии применения бактерицидов | 2/2 | 2/3 | - | 9/8 | 13/13 | ПКС-2.3 ПКС-2.5 | Письменный опрос в рамках текущей аттестации, отчет по практической работе |
| Итого: | | | 10/10 | 10/18 | - | 52/44 | 72/72 | | |

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

Раздел 1. Введение в дисциплину. Виды и причины осложнений при эксплуатации скважин

Объекты эксплуатации и осложнения в добыче нефти. Характеристика основных видов осложнений.

Раздел 2. Борьба с повышенным выносом песка при эксплуатации скважин

Механические примеси в добываемой и транспортируемой продукции. Борьба с образованием песчаных пробок в скважинах. Методы предотвращения поступления песка в скважину. Удаление механических примесей. Влияние механических примесей на коррозию нефтепромыслового оборудования. Методы предотвращения поступления песка в скважину. Методы удаления механических примесей.

Раздел 3. Борьба с вредным влиянием газа при эксплуатации скважин

Борьба с вредным влиянием газа на работу штангового насоса. Кристаллогидраты и предупреждения образования.

Раздел 4. Особенности эксплуатации скважин при образовании асфальтосмолопарафинистых отложений (АСПО)

Состав и свойства АСПО. Причины и условия образования АСПО. Методы борьбы с АСПО. Основные правила транспортировки и хранения химических реагентов.

Раздел 5. Особенности эксплуатации скважин при обводнении добываемой продукции

Образование и свойства нефтяных эмульсий. Разрушение эмульсий. Сверхпроектное обводнение продукции скважин. Образование и свойства промежуточных слоев эмульсий. Разрушение и предотвращение образования промежуточных слоев эмульсии. Лабораторные исследования влияния магнитной обработки на свойства промысловых жидкостей.

Раздел 6. Образование солей в скважинах и технологии применения бактерицидов

Основные причины увеличения сульфатности. Удаление и предотвращение солеотложений. Причины и условия отложений солей. Прогнозирование солеотложений. Прогнозирование отложений сульфата кальция. Меры безопасности и влияние на окружающую среду при закачке сухого активного ила. Технология микробиологического воздействия на пласт.

5.2.2. Содержание дисциплины/модуля по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем, час. | Тема лекции |
|--------|--------------------------|-------------|---|
| | | ОФО/ОЗФО | |
| 1 | 1 | 1/1 | Объекты эксплуатации и осложнения в добыче нефти. Характеристика основных видов осложнений. |
| 2 | 2 | 1/1 | Механические примеси в добываемой и транспортируемой продукции. Борьба с образованием песчаных пробок в скважинах. Методы предотвращения поступления песка в скважину. Удаление механических примесей. Влияние механических примесей на коррозию нефтепромыслового оборудования. Методы предотвращения поступления песка в скважину. Методы удаления механических примесей. |
| 3 | 3 | 2/2 | Борьба с вредным влиянием газа на работу штангового насоса. Кристаллогидраты и предупреждения образования. |
| 4 | 4 | 2/2 | Состав и свойства АСПО. Причины и условия образования АСПО. Методы борьбы с АСПО. Основные правила транспортировки и хранения химических реагентов. |
| 5 | 5 | 2/2 | Образование и свойства нефтяных эмульсий. Разрушение эмульсий. Сверхпроектное обводнение продукции скважин. Образование и свойства промежуточных слоев эмульсий. Разрушение и предотвращение образования промежуточных слоев эмульсии. Лабораторные исследования влияния магнитной обработки на свойства промышленных жидкостей. |
| 6 | 6 | 2/2 | Основные причины увеличения сульфатности. Удаление и предотвращение солеотложений. Причины и условия отложений солей. Прогнозирование солеотложений. Прогнозирование отложений сульфата кальция. Меры безопасности и влияние на окружающую среду при закачке сухого активного ила. Технология микробиологического воздействия на пласт. |
| Итого: | | 10/10 | |

Практические занятия

Таблица 5.2.2

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем, час. | Тема практического занятия |
|--------|--------------------------|-------------|--|
| | | ОФО/ ОЗФО | |
| 1 | 1 | 1/3 | Расчет основных технологических параметров работы внутрискважинного насосного оборудования |
| 2 | 2 | 1/3 | Расчет основных технологических параметров промывки скважин от песчаных пробок |
| 3 | 2 | 2/3 | Определение оптимальной глубины спуска УЭЦН в скважину |
| 4 | 3 | 2/3 | Расчет распределения температуры по стволу скважины |
| 5 | 3 | 2/3 | Расчет основных технологических параметров полимерного воздействия на пласт |
| 6 | 4 | 2/3 | Применение ингибиторов для борьбы с солеотложениями на подземном оборудовании добывающих скважин |
| Итого: | | 10/18 | |

Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем, час. | Тема | Вид СРС |
|--------|--------------------------|-------------|---|--------------------------------------|
| | | ОФО/ОЗФО | | |
| 1 | 2 | 8/7 | Объекты эксплуатации и осложнения в добыче нефти. Характеристика основных видов осложнений. | Подготовка к практическим занятиям к |
| 2 | 2 | 8/7 | Механические примеси в добываемой и транспортируемой продукции. Борьба с образованием песчаных пробок в скважинах. Методы предотвращения поступления песка в скважину. Удаление механических примесей. Влияние механических примесей на коррозию нефтепромыслового оборудования. Методы предотвращения поступления песка в скважину. Методы удаления механических примесей. | Подготовка к практическим занятиям к |
| 3 | 3 | 9/7 | Борьба с вредным влиянием газа на работу штангового насоса. Кристаллогидраты и предупреждения образования. | Подготовка к практическим занятиям |
| 4 | 4 | 9/7 | Состав и свойства АСПО. Причины и условия образования АСПО. Методы борьбы с АСПО. Основные правила транспортировки и хранения химических реагентов. | Подготовка к практическим занятиям |
| 5 | 5 | 9/8 | Образование и свойства нефтяных эмульсий. Разрушение эмульсий. Сверхпроектное обводнение продукции скважин. Образование и свойства промежуточных слоев эмульсий. Разрушение и предотвращение образования промежуточных слоев эмульсии. Лабораторные исследования влияния магнитной обработки на свойства промысловых жидкостей. | Подготовка к практическим занятиям |
| 6 | 6 | 9/8 | Основные причины увеличения сульфатности. Удаление и предотвращение солеотложений. Причины и условия отложений солей. Прогнозирование солеотложений. Прогнозирование отложений сульфата кальция. Меры безопасности и влияние на окружающую среду при закачке сухого активного ила. Технология микробиологического воздействия на пласт. | Подготовка к практическим занятиям |
| Итого: | | 52/44 | | |

5.2.3. Преподавание дисциплины/модуля ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- индивидуальная работа (практические занятия).

6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены

8. Оценка результатов освоения дисциплины/модуля

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очно-заочной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

| № п/п | Виды мероприятий в рамках текущего контроля | Количество баллов |
|------------------------------------|---|-------------------|
| 1 текущая аттестация | | |
| 1 | Письменный опрос в рамках 1 аттестации (по разделам 1-2) | 0-10 |
| 2 | Защита практических работ «Определение гранулометрического состава механических примесей. Определение зоны выпадения парафина. Определение эффективности предлагаемых технологий использования химических реагентов.» | 0-20 |
| ИТОГО за первую текущую аттестацию | | 0-30 |
| 2 текущая аттестация | | |
| 1 | Письменный опрос в рамках 2 аттестации (по разделам 3-4) | 0-20 |
| 2 | Защита практических работ «Определение необходимого объема закачки буферной жидкости последовательности закачки исходных растворов для создания высоковязкого барьера. Определение необходимого количества деэмульгатора для ввода в скважину через УДЭ. Определение необходимого количества деэмульгатора для ввода в скважину в затрубное пространство» | 0-10 |
| ИТОГО за вторую текущую аттестацию | | 0-30 |
| 3 текущая аттестация | | |
| 1 | Письменный опрос в рамках 3 аттестации (по разделам 5-6) | 0-20 |
| 2 | Защита практических работ «Определение и место ввода деэмульгаторов на промысле. Выбор технологии микробиологического воздействия на пласт. Оценка эффективности воздействия магнитного поля на отложения солей жесткости.» | 0-20 |

| | |
|------------------------------------|--------------|
| ИТОГО за третью текущую аттестацию | 0-40 |
| ВСЕГО | 0-100 |

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- East View, Адрес ресурса: <https://dlib.eastview.com/>
- Academic Search Complete, Адрес ресурса: <http://search.ebscohost.com/>
- Нефтегаз.ру, Адрес ресурса: <https://neftegaz.ru/>
- «Геологическая библиотека» — интернет-портал специализированной литературы Адрес ресурса: <http://www.geokniga.org/maps/1296>
- Электронная библиотека «Горное дело», Адрес ресурса: <http://www.bibl.gorobr.ru/>
- «ГОРНОПРОМЫШЛЕННИК» — международный отраслевой ресурс Адрес ресурса: <http://www.gornoprom.ru/>
- MININGINTELLIGENCE&TECHNOLOGY — Информационно-аналитический портал Адрес ресурса: <http://www.infomine.com/ПолнотекстоваябазаданныхТИУ;>
- [Справочно-информационная база данных «Техэксперт»](https://cntd.ru/), Адрес ресурса <https://cntd.ru/>
- Информационно-правовой портал «Гарант.ру», Адрес ресурса <https://www.garant.ru/>.

9.3. Лицензионное и свободное распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

1. Microsoft Office Professional Plus;
2. Microsoft Windows.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

| № п/п | Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы | Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий | Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор) |
|-------|--|---|--|
| 1 | Эксплуатация нефтяных скважин в осложненных условиях | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 1 шт., проектор – 1 шт., проекционный экран – 1 шт., акустическая система (колонки) — 1 шт. Комплект учебно-наглядных пособий. | 628404, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ-Югра, г.Сургут, ул. Энтузиастов, д. 38 аудитория №213, 2 этаж |
| | | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 10 шт., проектор – 1 шт., проекционный экран – 1 шт., | 628404, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ-Югра, г.Сургут, ул. Энтузиастов, д. 38, аудитория №206, 2 этаж, Лаборатория |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | <p>акустическая система (колонки) – 1 шт. Комплект учебно-наглядных пособий; прибор Сокслета-06 – 1 шт., минералогическая коллекция камней, палеонтологическая коллекция, петрографическая коллекция, коллекция пропанта, коллекция рыхлых горных осадочных пород (песка).</p> | <p>нефтегазового дела</p> |
| | | <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 1 шт., проектор – 1 шт., проекционный экран – 1 шт., акустическая система (колонки) – 1 шт., экран ScreenMedia на штативе – 1 шт. Комплект учебно-наглядных пособий «Нефтегазопромысловое оборудование и бурение»; ареометр АБР-1 – 1 шт., вискозиметр ВБР-1 – 1 шт., прибор ВМ-6 – 1 шт., прибор Вика ИВ-2 – 1 шт., прибор СНС – 1 шт., газоанализатор Копион-1 – 1 шт., лаборатория глинистых растворов 3 – 1 шт., люксметр «ТКА-ПК» (УФ) – 1 шт., превентор с подставкой ППШР-2ФТ-152*21 – 1 шт., мобильный диагностический комплекс СИАМ-мастер 3 – 1 шт., мешалка «Мини» – 2 шт., фильтр-пресс пневматический – 1 шт., колонковая 3-х шарошечная бурголовка типа С-3 – 1 шт., долото 3-х шарошечное – 1 шт., долото лопастное – 1 шт., вертлюг – 1 шт., долото с алмазным покрытием – 1 шт., гигрометр-психометр ВИТ-2 – 2 шт., переносная лаборатория глинистых растворов ЛГР-3 – 1 шт., прибор СНС-2 – 1 шт.</p> | <p>628404, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ-Югра, г.Сургут, ул. Энтузиастов, д. 38аудитория №208, 2 этаж, Лаборатория нефтегазопромыслового оборудования</p> |
| | | <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная, стол лабораторный, стол лабораторный с ящиками и розетками. Компьютер в комплекте – 1 шт., проектор – 1 шт., проекционный экран – 1 шт., акустическая система (колонки) – 1 шт. Комплект учебно-наглядных пособий: стенд «Конструкция УЭЦН» – 1 шт., стенд контроля динамографов СКД-1 – 1 шт., стенд контроля уровнемеров СКУ-1 – 1 шт., стенд «Приборы для промысловых исследований» – 1 шт., стенд «Штанговый насос» – 1 шт.; установка насыщения образцов керна – 1 шт., газовойпомерический пикнометр «Поромер» – 1 шт., прибор для определения карбонатности горных пород «Кадометр» -1 шт., шкаф вытяжной с одной мойкой и смесителем – 1 комплект, установка Эпрон-2000 – 1 шт., весы НЛ-2000 – 1 шт., замковые опоры – 1 комплект, центраторы – 1 комплект, автостеп – 1 шт., кабель – 1 шт., обратный клапан – 1 шт., сливной клапан – 1 шт., НКТ – 1 шт.,</p> | <p>628404, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ-Югра, г.Сургут, ул. Энтузиастов, д. 38аудитория №303, 3 этаж Лаборатория добычи нефти и исследования пластов</p> |

| | | | |
|--|--|---|---|
| | | переводники – 1 шт. | |
| | | Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 10 шт., проектор – 1 шт., проекционный экран – 1 шт., акустическая система (колонки) – 1 шт. Комплект учебно-наглядных пособий; прибор Сокслета-06 – 1 шт., минералогическая коллекция камней, палеонтологическая коллекция, петрографическая коллекция, коллекция пропанта, коллекция рыхлых горных осадочных пород (песка). | 628404, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ-Югра, г.Сургут, ул. Энтузиастов, д. 38, аудитория №206, 2 этаж, Лаборатория нефтегазового дела |
| | | Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 1 шт., проектор – 1 шт., проекционный экран – 1 шт., акустическая система (колонки) — 1 шт. Комплект учебно-наглядных пособий. | 628404, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ-Югра, г.Сургут, ул. Энтузиастов, д. 38 аудитория №213, 2 этаж |
| | | Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 10 шт., проектор – 1 шт., проекционный экран – 1 шт., акустическая система (колонки) – 1 шт. Комплект учебно-наглядных пособий; прибор Сокслета-06 – 1 шт., минералогическая коллекция камней, палеонтологическая коллекция, петрографическая коллекция, коллекция пропанта, коллекция рыхлых горных осадочных пород (песка). | 628404, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ-Югра, г.Сургут, ул. Энтузиастов, д. 38, аудитория №206, 2 этаж, Лаборатория нефтегазового дела |
| | | Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 1 шт., проектор – 1 шт., проекционный экран – 1 шт., акустическая система (колонки) – 1 шт., экран ScreenMedia на штативе – 1 шт. Комплект учебно-наглядных пособий «Нефтегазопромысловое оборудование и бурение»; ареометр АБР-1 – 1 шт., вискозиметр ВБР-1 – 1 шт., прибор ВМ-6 – 1шт., прибор Вика ИВ-2 – 1шт., прибор СНС – 1шт., газоанализатор Копион-1 – 1 шт., лаборатория глинистых растворов 3 – 1 шт., люксметр «ТКА-ПК» (УФ) – 1 шт., превентор с подставкой ППШР-2ФТ-152*21 – 1 шт., мобильный диагностический комплекс СИАМ-мастер 3 – 1 шт., мешалка «Мини» – 2 шт., фильтр-пресс пневматический – 1 шт., колонковая 3-х шарошечная бурголовка типа С-3 – 1шт., долото 3-х шарошечное – 1шт., | 628404, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ-Югра, г.Сургут, ул. Энтузиастов, д. 38 аудитория №208, 2 этаж, Лаборатория нефтегазопромыслового оборудования |

| | | |
|--|--|---|
| | <p>долото лопастное – 1шт., вертлюг – 1шт., долото с алмазным покрытием – 1шт., гигрометр-психометр ВИТ-2 – 2 шт., переносная лаборатория глинистых растворов ЛГР-3 – 1шт., прибор СНС-2 – 1шт.</p> | |
| | <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная, стол лабораторный, стол лабораторный с ящиками и розетками. Компьютер в комплекте – 1 шт., проектор – 1 шт., проекционный экран – 1 шт., акустическая система (колонки) – 1 шт. Комплект учебно- наглядных пособий: стенд «Конструкция УЭЦН» – 1 шт., стенд контроля динамографов СКД-1 – 1 шт., стенд контроля уровнемеров СКУ-1 – 1 шт., стенд «Приборы для промысловых исследований» – 1 шт., стенд «Штанговый насос» – 1 шт.; установка насыщения образцов керна – 1 шт., газовопомерический пикнометр «Поромер» – 1 шт., прибор для определения карбонатности горных пород «Кадометр» -1 шт., шкаф вытяжной с одной мойкой и смесителем – 1 комплект, установка Эпрон-2000 – 1 шт., весы НЛ-2000 – 1 шт., замковые опоры – 1 комплект, центраторы – 1 комплект, автостеп – 1 шт., кабель – 1 шт., обратный клапан – 1 шт., сливной клапан – 1 шт., НКТ – 1 шт., переводники – 1 шт.</p> | <p>628404, Тюменская область, Ханты- Мансийский автономный округ-Югра, г.Сургут, ул. Энтузиастов, д. 38аудитория №303, 3 этаж Лаборатория добычи нефти и исследования пластов</p> |
| | <p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду. Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 5 шт.</p> | <p>628404, Тюменская область, Ханты- Мансийский автономный округ-Югра, г.Сургут, ул. Энтузиастов, д. 38аудитория №410, 4 этаж</p> |
| | <p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду. Учебная мебель: столы, стулья, компьютер в комплекте – 3 шт.</p> | <p>628404, Тюменская область, Ханты- Мансийский автономный округ-Югра, г.Сургут, ул. Энтузиастов, д. 38 аудитория №301, 3 этаж</p> |

11. Методические указания

11.1. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

На практических занятиях обучающиеся изучают методику и выполняют типовые расчеты. Для эффективной работы обучающиеся должны иметь инженерные калькуляторы и соответствующие канцелярские принадлежности. В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут прибегать к консультациям преподавателя. Наличие конспекта лекций на практическом занятии обязательно!

Задания на выполнение типовых расчетов на практических занятиях обучающиеся получают индивидуально. Порядок выполнения типовых расчетов изложены в следующих методических указаниях:

1 РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ВНУТРИСКВАЖИННОГО НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Расчет основных технологических параметров работы ШСНУ

Формула производительности по элементарной теории:

$$Q_{\phi} = 1440 \cdot F \cdot n \cdot \left[S_A - (\lambda_{шт} + \lambda_{тр}) + \frac{225 \cdot L^2 \cdot n^2 \cdot S_A}{10^{12}} \right], \quad (1.1)$$

где F – площадь поперечного сечения плунжера, n – число двойных ходов в мин; S_A – длина хода точки подвеса штанг; $\lambda_{шт}$, $\lambda_{тр}$ – удлинение насосных штанг и труб от веса столба жидкости:

$$\lambda_{шт} + \lambda_{тр} = \frac{P_{ж} \cdot L}{E} \cdot \sum \left[\frac{1}{f_{iшт}} + \frac{1}{f_{iтр}} \right], \quad (1.2)$$

где $P_{ж} = h_{д} \cdot \rho_{ж} \cdot F \cdot g$ – вес столба жидкости над плунжером; L – глубина подвески насоса; $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Н/м² – модуль упругости стали.

Последний член формулы (1.2) учитывает увеличение длины хода плунжера за счет инерционных сил - $\delta_{и}$:

$$\begin{aligned} \delta_{и} &= \frac{P_{и} \cdot L}{E \cdot f_{шт}} = \frac{\omega^2 \cdot r \cdot m \cdot L}{E \cdot f_{шт}} = \frac{\pi^2 \cdot n^2 \cdot S_A \cdot L \cdot \rho \cdot L}{30^2 \cdot 2 \cdot 2.06 \cdot 10^{12}} = \\ &= \frac{3,1416^2 \cdot 7850 \cdot n^2 \cdot L^2 \cdot S_A}{90 \cdot 4.12 \cdot 10^{12}} = \frac{209 \cdot n^2 \cdot L^2 \cdot S_A}{10^{12}}. \end{aligned}$$

Учитывая массу муфт штанг:

$$\delta_{и} = \frac{225 \cdot n^2 \cdot L^2 \cdot S_A}{10^{12}}$$

Производительность по элементарной теории (А.Н. Адонина):

$$Q_{\phi} = 1440 \cdot F \cdot n \cdot \left[S_A \cdot \left(1 + m \frac{\mu^2}{2} \right) - (\lambda_{шт} + \lambda_{тр}) \right], \quad (1.3)$$

где $\mu = \frac{\omega \cdot L}{a}$ параметр Коши; a – скорость звука в колонне штанг; m – коэффициент, учитывающий влияние инерции столба жидкости.

- Для $D_{нл} < 43$ мм, $m = 1,0$;
- $D_{нл} = 55$ мм, $m = 1,5$;
- $D_{нл} = 68-70$ мм, $m = 2,0$;
- $D_{нл} = 82$ мм, $m = 4,0$;
- $D_{нл} = 93$ мм, $m = 3,0$;
- $D_{нл} = 120$ мм, $m = 4,0$.

Формула производительности А.С. Вирновского:

$$Q_{\phi} = 1440 \cdot F \cdot n \cdot \left[\frac{S_A}{\cos \mu} - (\lambda_{шт} + \lambda_{тр}) \right], \quad (1.4)$$

где член $\frac{S_A}{\cos \mu}$, выражающий перемещение плунжера при отсутствии статистических удлинений $\lambda_{шт}$ и $\lambda_{тр}$, получен для вынужденных колебаний «свободной» штанги, т.е. штанги без плунжера, при гармоническом законе движения балансира. Отсюда следует, что формула (1.4) применима лишь для насосов малого диаметра ($D < 43$ мм и $\mu < 0,785$).

Формула (1.4) приемлема для всех диаметров плунжера при $\mu < 0,55$. При больших значениях μ , она дает погрешность около 9%.

При откачке высоковязкой жидкости или при больших скоростях откачки жидкости обычной вязкости большое значение приобретают силы гидродинамического трения. Они возникают при движении штанг в жидкости, жидкости в трубах, а также в клапанах насоса. Для этих условий соответствующую формулу получил А.С. Вирновский:

$$Q_{\phi} = 1440 \cdot F \cdot n \cdot \left[\frac{S_A}{(\cos^2 \mu + \text{sh}^2 \beta)^{1/2}} - (\lambda_{шт} + \lambda_{тр}) \right], \quad (1.5)$$

где

$$\beta = \frac{h \cdot L}{a};$$

h – константа трения, c^{-1} ($h=0,2 - 1,0 c^{-1}$); $\text{sh} \beta$ – гиперболический синус:

$$\text{sh} \beta = \frac{e^{\beta} - e^{-\beta}}{2}$$

При ($\beta = 0$ из формулы (1.5) получается формула (1.4).

В случае наличия силы сопротивления, вызванной сопротивлением потоку жидкости в нагнетательном клапане и трением плунжера о цилиндр, в формулах (1.1) – (1.5) необходимо $\lambda_{тр} + \lambda_{шт}$ заменить на

$$\lambda = \lambda_{тр} + \lambda_{шт} + \lambda_{сж} + \lambda_{из} \quad (1.6)$$

При двухступенчатой колонне штанг с учетом сопротивления движению штанг в вязкой жидкости:

$$Q_{\phi} = 1440 \cdot F \cdot n \cdot S_{пл}, \quad (1.7)$$

где $S_{пл}$ определяется по следующей зависимости.

$$S_{пл} = S_A \cdot [\cos \mu_1 + \text{sh}^2 \beta_1] \cdot (\cos^2 \mu_2 + \text{sh}^2 \beta_2) - 0,5 \cdot (f_{ш2} / f_{ш1}) \cdot (\sin 2 \mu_1 + \text{sh}^2 \beta_1) \cdot (\sin^2 \mu_2 + \text{sh}^2 \beta_2)^{-0,5-\lambda} \quad (1.8)$$

Теоретическая производительность глубинно-насосной установки определяется по формуле:

$$Q_{\phi} = 1440 \cdot F \cdot n \cdot S_A, \quad (1.9)$$

Коэффициент подачи ШГНУ:

$$\eta = \frac{Q_{\phi}}{Q_T}; \quad (1.10)$$

Определяя Q_{ϕ} по формуле (1.1), получим:

$$\eta = 1 - \frac{P_{ж} \cdot L}{S_A \cdot E} \cdot \sum \left[\frac{1}{f_{i \text{ шт}}} + \frac{1}{f_{i \text{ тр}}} \right] + \frac{225 \cdot n^2 \cdot L^2}{10^{12}}, \quad (1.11)$$

$$\eta = 1 - \eta_1 + \eta_2.$$

Для облегчения расчетов можно пользоваться специальными номограммами (например номограммой Иванова) По этой номограмме можно ориентировочно найти любой из пяти параметров работы ШГНУ (Q, D, S, n, η) при четырех известных других.

Таблица 1.1 – Исходные данные для расчета по вариантам

| Параметр | Вариант 1 | Вариант 2 | Вариант 3 | Вариант 4 | Вариант 5 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| глубина скважины, м | 2900 | 2860 | 3100 | 1400 | 1300 |
| глубина спуска насоса, м | 1230 | 1457 | 1645 | 567 | 376 |
| диаметр насоса ,мм | 32 | 28 | 44 | 44 | 44 |
| диаметр штанг $d_{шт} = 19$ мм; $d_{np} = 60$ мм | | | | | |
| длина хода точки подвеса штанг, м | 2 | 2,1 | 2,3 | 1,8 | 1,6 |
| плотность нефти, кг/м ³ | 811 | 877 | 856 | 878 | 850 |
| число качаний, мин. ⁻¹ | 5 | 7 | 9 | 10 | 8 |
| забойное давление, МПа | 27 | 26 | 27 | 10 | 9,6 |
| Обводненность | 40% | | | | |
| Параметр | Вариант 6 | Вариант 7 | Вариант 8 | Вариант 9 | Вариант 10 |
| глубина кровли пласта, м | 1280 | 1327 | 1478 | 1350 | 1380 |
| диаметр насоса ,мм | 28 | 28 | 44 | 32 | 44 |
| диаметр штанг $d_{шт} = 19$ мм; $d_{np} = 60$ мм | | | | | |
| длина хода точки подвеса штанг, м | 1,8 | 1,7 | 2,1 | 2 | 2 |
| число качаний, мин. ⁻¹ | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 |
| забойное давление, МПа | 10 | 10,3 | 11,6 | 10 | 10,4 |
| Обводненность, % | 65 | 43 | 66 | 52 | 47 |

2 РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОМЫВКИ СКВАЖИН ОТ ПЕСЧАНЫХ ПРОБОК

Необходимо произвести гидравлический расчет промывки от песчаной пробки скважины. Максимальный размер песчинок, составляющих пробку – 1 мм

Определить: давление на выкиде насоса; давление на забое скважины; необходимую мощность двигателя; время на промывку скважины для удаления пробки и разрушающее действие струи при промывке. Исходные данные представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Исходные данные

| Исходные данные | Варианты | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Глубина скважины Н, м | 2547 | 2000 | 2300 | 2600 | 2550 | 2750 | 2100 | 2500 | 2770 | 2548 |
| Диаметр эксплуатационной колонны, мм | 139 | 139 | 139 | 139 | 139 | 146 | 146 | 146 | 146 | 146 |
| Диаметр НКТ, мм | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 |
| Глубина фильтра скважины, м | 2547 - 2537 | 2000- 1990 | 2300- 2290 | 2600- 1590 | 2550 - 2540 | 2750 - 2740 | 2100 - 2090 | 2500 - 2490 | 2770 - 2760 | 2548 - 2538 |
| Уровень песчаной пробки, м | 2347 | 1800 | 200 | 2300 | 2250 | 2450 | 1800 | 2200 | 2400 | 2248 |

Методические рекомендации по решению

Прямая промывка раствором удельного веса 1020 кг\м³:

1. Определяем потери напора на гидравлические сопротивления при движении жидкости в промывочных трубах диаметром 73 мм по формуле:

$$h = \lambda \frac{H}{d_B} \frac{g_n^2}{2g} \text{ м}, \quad (2.1)$$

где λ - коэффициент трения при движении воды в трубах, для 73 мм трубы коэффициент трения составляет 0,035;

d_B - внутренний диаметр промывочных труб, м;

g_n - скорость нисходящего потока жидкости, м\с, определяется по графику (раздаточный материал) путем интерполирования.

Подставив численные значения величин, входящих в формулу 1, находим потери напора h_1 при работе установки на 1, 2, 3 и 4 скоростях.

2. Определяем потери напора на гидравлические сопротивления при движении смеси жидкости с песком в затрубном пространстве скважины по формуле:

$$h_2 = \varphi \lambda \frac{H}{D_B - d_n} \cdot \frac{g_B^2}{2g} \text{ м}, \quad (2.2)$$

где φ - коэффициент, учитывающий повышение гидравлических потерь напора в результате содержания песка в жидкости, колеблется в пределах 1,1-1,2, принимаем 1,2;

λ - коэффициент трения при движении воды в затрубном пространстве, определяется по разности диаметров 139-мм и 73-мм труб: $126 - 73 = 53 \text{ мм} \Rightarrow \lambda$ составляет 0,037;

d_n - наружный диаметр промывочных труб;

g_B - скорость восходящего потока жидкости в затрубном пространстве, м\с, определяем по графику (раздаточный материал)).

Подставляя численные значения величин, входящих в формулу 2, получим потери напора h_2 при движении жидкости с песком в затрубном пространстве. Расчет ведется для 4 скоростей.

3. Определяем потери напора на уравнивание столбов жидкости разной плотности в промывочных трубах и в затрубном пространстве по формуле К.А. Апрезова:

$$h_3 = \frac{(1-m)F\ell}{f} \left[\frac{\rho_n}{\rho_{жс}} \left(1 - \frac{g_{кр}}{g_B} \right) - 1 \right], \text{ м} \quad (2.3)$$

где m - пористость песчаной пробки, принимаем равной 0,3;

F - площадь проходного сечения 146-мм эксплуатационной колонны, равна 148 см²;

ℓ - высота пробки промытой за один прием (длина двухтрубки равна 14 м);

f - площадь поперечного сечения кольцевого пространства между 139-мм и 73-мм трубами, равна 82 см²;

ρ_n - плотность зерен песка, принимаем 2600 кг\м³;

$\rho_{жс}$ - плотность промывочной жидкости;

$g_{кр}$ - скорость свободного падения песчинок в воде для песчинок размером 1 мм равна 9,5 см\с;

g_B - скорость восходящего потока жидкости, см\с

Подставляя численные значения величин, входящих в формулу 3, находим потери напора h_3 при работе установки для 4 скоростей:

4. Определяем потери напора на гидравлические сопротивления в шланге и вертлюге при движении раствора.

Потери напора, возникающие в шланге h_4 и вертлюге h_5 , составляют в сумме при работе:

На 1 скорости ($h_4 + h_5$), м

На 2 скорости ($h_4 + h_5$), м

На 3 скорости ($h_4 + h_5$), м

На 4 скорости ($h_4 + h_5$), м

5. Находим потери напора h_6 на гидравлические сопротивления в 73-мм нагнетательной линии от насоса агрегата до шланга. Принимаем длину этой линии $\ell = 40$ м. Тогда по формуле 1 находим потери напора для 4 скоростей:

6. Определяем давление на выкиде насоса:

$$P_n = \frac{1}{10^6} \rho_{ж} \cdot g(h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6), \text{ МПа} \quad (2.4)$$

Подставляя в формулу 4 полученные значения потерь, будем иметь суммарные потери при работе насосной установки. Расчет ведется для 4 скоростей:

7. Определяем давление на забое скважины при работе установки по формуле:

$$P_{зab} = \frac{1}{10^6} \cdot \rho_{ж} \cdot g(H + h_2 + h_{34}), \text{ МПа} \quad (2.5)$$

где H - глубина скважины, м

Подставляя данные в формулу 5, получим давление на забое скважины для 4 скоростей:

8. Определяем мощность, необходимую для промывки скважины от песчаной пробки по формуле:

$$N = \frac{P_n Q}{10^3 \eta}, \text{ кВт} \quad (2.6)$$

где η - общий механический КПД насосной установки, принимаем равным 0,8.

Подставляя в формулу 6 полученные данные, будем иметь необходимую мощность для 4 скоростей.

Насосная установка УН1Т-100х200 имеет номинальную полезную мощность 83 кВт. Сравниваем рассчитанные мощности с номинальной полезной, дальнейший расчет ведем для выбранных скоростей.

9. Определим коэффициент использования максимальной мощности насосной установки по формуле:

$$K = \frac{N}{N_{\max}} 100, \% \quad (2.7)$$

Подставляя данные в формулу 7, получим K установки для выбранных скоростей.

10. Определим скорость подъема размытого песка, который находится как разность скоростей по формуле:

$$g_n = g_B - g_{кр}, \text{ м\c} \quad (2.8)$$

Подставляя фактические данные в формулу 8, получим значения выбранных скоростей подъема:

11. Определяем продолжительность подъема размытой пробки после промывки скважины на длину колена до появления чистой воды по формуле:

$$t = \frac{H}{g_n}, \text{ сек} \quad (2.9)$$

Подставляя данные в формулу 9, получим необходимую продолжительность подъема песка для выбранных скоростей:

12. Определяем размывающую силу жидкости по формуле:

$$P = 2 \cdot 10^2 \frac{Q^2}{f \cdot F}, \text{ кПа} \quad (2.10)$$

где Q - подача агрегата, $\text{дм}^3/\text{с}$;

f - площадь поперечного сечения струи жидкости, нагнетаемой в скважину, то есть площадь поперечного сечения промывочных труб – $30,19 \text{ см}^2$;

F - площадь проходного сечения эксплуатационной колонны - 184 см^2

Подставляя эти данные в формулу 10, получим значения P для выбранных скоростей.

Вопросы для самоконтроля:

1. По какой причине откладывается песчаная пробка в скважине?
2. Перечислить способы удаления песчаной пробки.
3. Какие способы промывки песчаной пробки существуют?

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ГЛУБИНЫ СПУСКА УЭЦН В СКВАЖИНУ

Глубина спуска электроцентробежного насоса в скважину определяется по кривым изменения давления в стволе скважины.

Расчёт распределения давления в стволе скважины производим по методу Поэтмана-Карпентера «снизу-вверх».

Таблица 3.1 – Исходные данные

| Параметр | Обозначение | Значение |
|--|---------------|----------|
| Глубина скважины, м | L_c | 2492 |
| Внутренний диаметр эксплуатационной колонны, мм | $D_{эк}$ | 132 |
| Пластовое давление, МПа | $P_{пл}$ | 12,9 |
| Забойное давление, МПа | $P_{заб}$ | 11,3 |
| Коэффициент продуктивности, $\text{м}^3/(\text{сут} \cdot \text{Мпа})$ | k | 44,1 |
| Планируемый дебит жидкости, $\text{м}^3/\text{с}$ | $Q_{жд}$ | 0,000810 |
| Объёмная обводнённость продукции, доли ед. | β_v | 0,98 |
| Плотность дегазированной нефти, $\text{кг}/\text{м}^3$ | $\rho_{нд}$ | 805 |
| Плотность пластовой воды, $\text{кг}/\text{м}^3$ | ρ_v | 1190 |
| Плотность газа (при ст. усл.), $\text{кг}/\text{м}^3$ | $\rho_{г ст}$ | 1,05 |
| Вязкость воды, $\text{Па} \cdot \text{с}$ | μ_v | 0,00095 |
| Вязкость дегазированной нефти, $\text{Па} \cdot \text{с}$ | $\mu_{нд}$ | 0,03500 |

| | | |
|---|-------------|---------|
| Вязкость нефти в пластовых условиях, Па·с | $\mu_{пл}$ | 0,00230 |
| Газовый фактор, м ³ /м ³ | Γ_0 | 52 |
| Давление насыщения нефти, МПа | $P_{нас}$ | 9,22 |
| Устьевое давление, МПа | P_y | 1,0 |
| Пластовая температура, °С | $t_{пл}$ | 35,0 |
| Относительная плотность газа, кг/м ³ | $\rho_{го}$ | 1,050 |
| Динамическая вязкость жидкости, Па·с | $\mu_{жд}$ | 0,00110 |
| Плотность жидкости, кг/м ³ | $\rho_{ж}$ | 1182,3 |
| Диаметр НКТ, м | $d_{НКТ}$ | 0,0503 |

Глубина спуска электроцентробежного насоса в скважину определяется по кривым изменения давления в стволе скважины.

Расчёт распределения давления в стволе скважины производим по методу Поэтмана-Карпентера «снизу-вверх».

Определяем величину шага изменения давления

$$\Delta P = \frac{P_{заб}}{12}, \text{ МПа}, \quad (31)$$

где $P_{заб}$ - забойное давление, МПа.

Находим давления в стволе скважины

$$P_i = P_{заб} - \sum \Delta P_i, \text{ МПа}. \quad (32)$$

Рассчитываем температурный градиент потока

$$\omega_{п} = \frac{(0,0034 + 0,79 \cdot \frac{(T_{пл} - 273)}{L_c})}{10^{\frac{Q_{жд}}{20 \cdot D_T^{2,69}}}}, \text{ К/м}, \quad (33)$$

где $T_{пл}$ - температура в пласте, К;

L_c - глубина скважины, м;

$Q_{жд}$ - дебит дегазированной жидкости, м³/с;

D_T - внутренний диаметр трубы, м.

Определяем температуру на устье скважины

$$T_y = T_{пл} - \omega_{п} \cdot L_c, \text{ К}. \quad (34)$$

Вычисляем температуру потока, соответствующую заданным давлениям

$$T_i = T_y + \frac{(T_{пл} - T_y) \cdot (P_i - P_y)}{(P_{заб} - P_y)}, \text{ К}, \quad (35)$$

где P_y - устьевое давление, МПа.

Рассчитываем приведённые давление и температуру

$$P_{при} = \frac{P_i}{10^5 \cdot (46,9 - 2,06 \cdot \rho_{го}^2)}, \quad (36)$$

$$T_{при} = \frac{T_i}{(97 + 172 \cdot \rho_{го}^2)}, \quad (37)$$

где $\rho_{го}$ – относительная плотность газа по воздуху.

Определяем коэффициент сверхсжимаемости газа

$$z_{y_i} = 1 - 0,23 \cdot P_{при} - (1,88 - 1,6 \cdot T_{при}) \cdot P_{при}^2. \quad (3.8)$$

Находим коэффициенты, зависящие от давления и температуры

$$R(P_i) = \frac{1 + \lg P_i}{1 + \lg P_{нас}} - 1, \quad (3.9)$$

$$m(T_i) = 1 + 0,029 \cdot (T_i - 293) \cdot (\rho_{нд} \cdot \rho_{го} \cdot 10^{-3} - 0,7966), \quad (3.10)$$

$$D(T_i) = 10^{-3} \cdot \rho_{нд} \cdot \rho_{го} \cdot [4,5 - 0,00305 \cdot (T_i - 293)] - 4,785, \quad (3.11)$$

где $P_{нас}$ - давление насыщения нефти газом, МПа;

$\rho_{нд}$ - плотность дегазированной нефти, кг/м³.

Определяем удельный объём выделившегося газа

$$V_{гви} = \Gamma_0 \cdot R(P_i) \cdot m(T_i) \cdot [D(T_i) \cdot (1 + R(P_i)) - 1], \quad \text{м}^3/\text{м}^3, \quad (3.12)$$

где Γ_0 - газовый фактор при нормальных условиях, м³/м³.

Рассчитываем удельный объём растворённого газа

$$V_{при} = \Gamma_0 \cdot m(T_i) - V_{гви}, \quad \text{м}^3/\text{м}^3. \quad (3.13)$$

Находим коэффициенты

$$a_i = 1 + 0,0054 \cdot (T_i - 293), \quad (3.14)$$

$$u = 10^{-3} \cdot \rho_{нд} \cdot \Gamma_0 - 186. \quad (3.15)$$

Рассчитываем относительную плотность выделившегося газа

$$\rho_{гви} = a_i \cdot [\rho_{го} - 0,0036 \cdot (1 + R(P_i)) \cdot (105,7 + u \cdot R(P_i))]. \quad (3.16)$$

Находим относительную плотность растворённого газа

$$\rho_{при} = \Gamma_0 \cdot [a_i \cdot m(T_i) \cdot \rho_{го} - \rho_{гви} \cdot V_{гви} / \Gamma_0] / V_{при}. \quad (3.17)$$

Вычисляем удельное приращение объёма нефти

$$\lambda(T_i) = 10^{-3} \cdot [4,3 - 3,54 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_{нд} + 1,0337 \cdot \rho_{при} / a_i + 5,581 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_{нд} \cdot (1 - 1,61 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_{нд} \cdot V_{при}) \cdot V_{при}]. \quad (3.18)$$

Рассчитываем температурный коэффициент объёмного расширения дегазированной нефти:

$$\alpha = 10^{-3} \cdot (3,083 - 2,638 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_{нд}). \quad (3.19)$$

Определяем объёмный коэффициент

$$b_{ni} = 1 + 1,0733 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_{нд} \cdot V_{гри} \cdot \lambda(T_i) / m(T_i) + \alpha \cdot (T_i - 293) - 6,5 \cdot 10^{-4} \cdot P_i \quad (3.20)$$

Находим удельный объём газожидкостной смеси

$$V_{смi} = b_{ni} + \frac{V_{гвi} \cdot z_{yi} \cdot P_0 \cdot T_i}{P_i \cdot T_0} + \frac{\beta_B}{(1 - \beta_B)}, \quad \text{м}^3/\text{м}^3, \quad (3.21)$$

где $P_0=0,1$ МПа - атмосферное давление;

$T_0=273$ К - температура при нормальном условии;

β_B - объёмная обводнённость продукции, доли ед.

Вычисляем удельную массу смеси

$$M_{см} = \rho_{нд} + \rho_{го} \cdot \Gamma_0 + \rho_B \cdot \frac{\beta_B}{(1 - \beta_B)}, \quad \text{кг}/\text{м}^3, \quad (3.22)$$

где ρ_B - плотность пластовой воды, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Рассчитываем идеальную плотность газожидкостной смеси

$$\rho_{смi} = \frac{M_{см}}{V_{смi}}, \quad \text{кг}/\text{м}^3. \quad (3.23)$$

Определяем корреляционный коэффициент необратимых потерь давления

$$f_i = 10^{19,66 \{1 + \lg[0,99 \cdot 10^{-5} \cdot Q_{жд} \cdot 86400 \cdot (1 - \beta_B) \cdot M_{см} / D_m]\}^{-0,25} - 17,713} \quad (3.24)$$

Находим полный градиент давления в точках с заданными давлениями

$$\frac{dP_i}{dH_i} = \rho_{смi} \cdot g \cdot 10^{-6} + [f_i \cdot Q_{жд}^2 \cdot (1 - \beta_B)^2 \cdot M_T^2] / (2,3024 \cdot 10^{15} \cdot \rho_{смi} \cdot D_T^5) \quad (3.25)$$

где $g=9,81$ м/с² - ускорение свободного падения.

Вычисляем $\frac{dH_i}{dP_i}$ и рассчитываем длину участков колонны

$$H_i = \Delta P \cdot \left\{ \left[\left(\frac{dH}{dP} \right)_y + \left(\frac{dH}{dP} \right)_y \right] / 2 + \left(\frac{dH}{dP} \right)_1 + \dots + \left(\frac{dH}{dP} \right)_{i-1} \right\}, \text{м}. \quad (3.36)$$

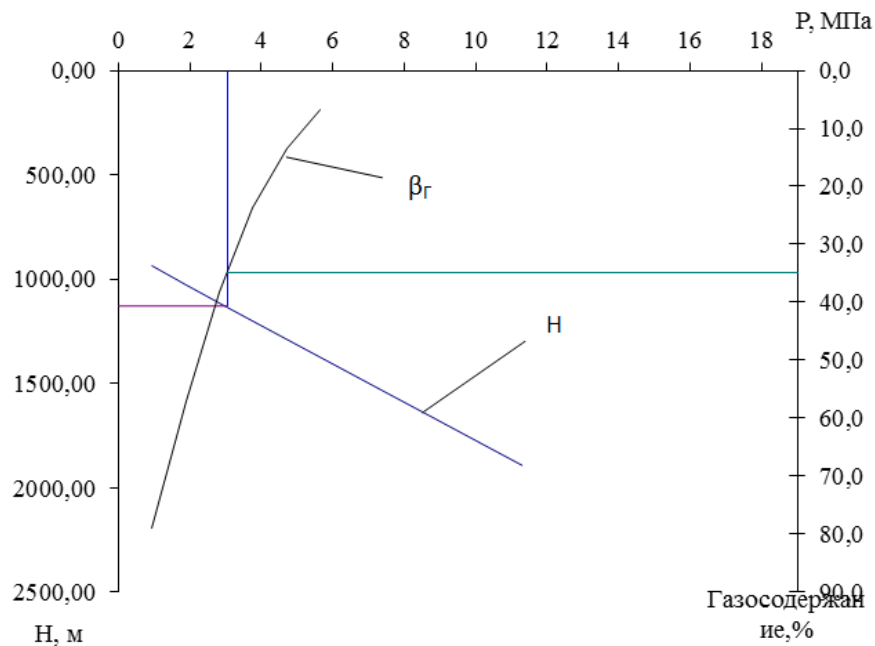


Рисунок 3.1 – Распределение давления и содержание свободного газа в стволе скважины № 494

Основным критерием для выбора глубины погружения насоса является газосодержание на его приеме. Наиболее оптимальное значение свободного газосодержания следует считать 30 - 40 %. Поэтому на кривой изменения давления находим участок с газосодержанием равным 35%, и выбираем соответствующее данному газосодержанию значение глубины спуска насоса. В данном расчете глубина спуска составила 1290 м. Данной глубине спуска давление на приеме насоса соответствует 1,30 МПа.

При выполнении проверочных расчетов следует учесть сепарацию газа у приема ЭЦН. Величина коэффициента сепарации определяется как

$$\delta = \frac{1}{1 + 0,6 \frac{Q_{\text{Ж.СТ.}}}{W_0 \pi/4 (D_{\text{ЭК}}^2 - D_{\text{ПЭД}}^2)}} = \frac{1}{1 + 0,6 \frac{0,00081}{0,17 \pi/4 (0,132^2 - 0,103^2)}} = 0,65 \quad (3.27)$$

где W_0 - относительная скорость всплытия газовых пузырьков в жидкости, м/с; F_3 - площадь сечения затрубного пространства между обсадной колонной и погружным электродвигателем, м².

В случае сепарации части свободного газа в затрубное пространство газовый фактор внутри НКТ оказывается меньшим, чем газовый фактор пластовой нефти, и определяется по формуле

$$G_{\text{оФАКТ}} = G_0 - (G_0 - V_{\text{ГВ}}(P_{\text{ПР}}))\delta = 52 - (52 - 20)0,65 = 31, \text{ м}^3/\text{м}^3. \quad (3.28)$$

Новое значение давления насыщения $P_{\text{нас}}$, соответствующее газовому фактору внутри НКТ, находят из условия

$$P'_{\text{нас}} = P_{\text{нас}}(1 - \delta_s(1 - P_{\text{ПР}}/P_{\text{нас}})) = 9,22(1 - 0,65(1 - 3,57/9,22)) = 5,19, \text{ МПа}. \quad (3.29)$$

Для согласования характеристики насоса и скважины, и обеспечения нормы отбора жидкости из скважины с выбранной глубины спуска насоса строится напорная характеристика скважины $Q=f(H_{\text{СКВ}})$

$$H_{\text{СКВ}} = H_{\text{ДИН}} + \frac{P_y}{\rho_{\text{СР}} \cdot g} + h_{\text{ТР}} \quad H_{\Gamma}, \text{ м}, \quad (3.30)$$

где $H_{\text{СКВ}}$ - глубина динамического уровня скважины при отборе заданного количества жидкости, м;

$P_y/(\rho g)$ - устьевое давление, выраженное в метрах столба жидкости, при средней плотности газожидкостной смеси на участке насос-устье скважины;

$h_{\text{ТР}}$ - потери напора на трение, м.

При отсутствии данных динамический уровень вычисляется

$$H_{\text{ДИН}} = L_{\text{С}} - \frac{P_{\text{ПЛ}} - Q_{\text{Ж}} / K}{\rho_{\text{ВН}} \cdot g}, \text{ м}, \quad (3.31)$$

где $\rho_{\text{ВН}}$ - плотность водонефтяной смеси на выходе из насоса, кг/м^3 .

Потери напора на гидравлическое трение в НКТ ориентировочно определяется как для однородной ньютоновской жидкости:

$$h_{\text{ТР}} = \lambda \cdot \frac{H_{\text{СП}} \cdot \omega^2}{2 \cdot g \cdot D_{\text{НКТ}}}, \text{ м}, \quad (3.32)$$

где $H_{\text{СП}}$ - глубина спуска насоса, м;

λ - коэффициент гидравлических сопротивлений;

ω - линейная скорость потока, м/с^2 ,

$$\omega = \frac{4 \cdot Q_{\text{Ж}}}{86400 \cdot \pi \cdot D_{\text{НКТ}}}. \quad (3.33)$$

4 РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО СТВОЛУ СКВАЖИНЫ

Исходные данные:

Скважина вертикальная.

$H_{\text{КП}}$ – глубина кровли пласта $H_{\text{КП}} = 1184$ м

$T_{\text{ПЛ}}$ – пластовая температура $T_{\text{ПЛ}} = 14$ °С

$d_{\text{ВН}}$ – внутренний диаметр лифта НКТ (подъемник спущен до кровли продуктивного горизонта) $d_{\text{ВН}} = 0,073$ м

$Q_{\text{М}}$ – массовый дебит жидкости $Q_{\text{М}} = 45$ т/сут

B – обводненность пласта $B = 2,3$ %

$\rho_{\text{Н}}$ плотность нефти $\rho_{\text{Н}} = 799$ кг/м^3

h – шаг проходки $h = 200$ м

1. Определяем распределение температуры по зависимости

$$t_f(h) = t_{\text{ПЛ}} * \frac{1 - S_t * h}{d * \cos \alpha} \quad (4.1)$$

Зависимость критерия Статона от массового дебита скважины можно записать в следующем виде:

$$S_t = \frac{1,763 \cdot 10^{-4}}{\ln(Q_{\text{М}} + 40)} - 0,202 \cdot 10^{-4} \quad (4.2)$$

$$S_t = \frac{1,763 \cdot 10^{-4}}{\ln(45 + 40)} - 0,202 \cdot 10^{-4} = 0,195 \cdot 10^{-4}$$

2. Из литературы И.Т. Мищенко «Расчет добычи нефти» выбираем по графику зависимость критерия Статона от массового дебита скважин

$S_t = 0,195 \cdot 10^{-4}$, для $h=200$ м

$$T_h = T_{пл} \cdot \left(1 - S_t \cdot \frac{h}{d_{вн}} \right) \quad (4.3)$$

Где:

S_t – критерий Статона;

$T_{пл}$ – пластовая температура, °С

$d_{вн}$ – внутренний диаметр лифта НКТ, м

h – шаг проходки, м

3. Вычисляем распределение температуры через каждые 200 м проходки (T_{200} – температура на расстоянии 200м от забоя)

$$T_{200} = 14 \cdot \left(1 - 0,195 \cdot 10^{-4} \frac{200}{0,073} \right) = 13,2^{\circ} C$$

$$T_{400} = 14 \cdot \left(1 - 0,195 \cdot 10^{-4} \frac{400}{0,073} \right) = 12,5^{\circ} C$$

$$T_{600} = 14 \cdot \left(1 - 0,195 \cdot 10^{-4} \frac{600}{0,073} \right) = 11,5^{\circ} C$$

$$T_{800} = 14 \cdot \left(1 - 0,195 \cdot 10^{-4} \frac{800}{0,073} \right) = 11^{\circ} C$$

$$T_{1000} = 14 \cdot \left(1 - 0,195 \cdot 10^{-4} \frac{1000}{0,073} \right) = 10,2^{\circ} C$$

3. Рассчитываем геотермический градиент для следующих условий:

$T_{пл}=287$ К

$H_{кп}=1184$ м

$T_{нс}=273$ К

$H_{нс}=40$ м $\alpha=0^{\circ}$

где $T_{нс}$ - температура нейтрального слоя

$H_{нс}$ – глубина нейтрального слоя.

$$\omega = \frac{T_{пл} - T_{нс}}{(H_{кп} - H_{нс}) \cdot \cos \alpha} \quad (4.4)$$

$$\omega = \frac{287 - 273}{(1184 - 40)} = 0,0122 \text{ градус/ м}$$

Вывод: по данным фонд скважин подвержен осложнениям связанным с налипанием парафина на внутренние стенки НКТ (так температура кристаллизации парафина около $50^{\circ}C$)

Таблица 4.1 – Исходные данные по вариантам

| Параметр | Вариант 1 | Вариант 2 | Вариант 3 | Вариант 4 | Вариант 5 |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| глубина кровли пласта, м | 2900 | 2860 | 3100 | 1400 | 1300 |
| пластовая температура, °С | 87 | 89 | 102 | 39 | 37 |
| внутренний диаметр лифта НКТ (подъемник спущен до кровли продуктивного горизонта), мм | 73 | 72 | 89 | 114 | 73 |
| массовый дебит жидкости, т/сут | 56 | 76 | 183 | 483 | 41 |
| обводненность, % | 77 | 45 | 61 | 42 | 32 |
| плотность нефти, кг/м ³ | 811 | 877 | 856 | 878 | 850 |
| шаг проходки | 100 | 300 | 300 | 100 | 100 |
| Параметр | Вариант 6 | Вариант 7 | Вариант 8 | Вариант 9 | Вариант 10 |
| глубина кровли пласта, м | 1280 | 1327 | 1478 | 1350 | 1380 |
| пластовая температура, °С | 33 | 30 | 44 | 39 | 37 |
| внутренний диаметр лифта НКТ (подъемник спущен до кровли продуктивного горизонта), мм | 73 | 72 | 73 | 73 | 73 |
| массовый дебит жидкости, т/сут | 16 | 51 | 84 | 43 | 47 |
| обводненность, % | 70 | 40 | 30 | 28 | 6 |
| плотность нефти, кг/м ³ | 881 | 887 | 886 | 871 | 870 |
| шаг проходки | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

5 РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛИМЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ

Определить время закачивания полимерного раствора в пласт для создания в нем необходимого размера оторочки и время прохождения фронта вытеснения через пласт.

Ширина пласта b , мощность h , расстоянием между нагнетательной и добывающей галереями l , концентрация ПАА $c=0,05$; скорость закачки полимерного раствора равна Q , пористость пласта равна m ; ПАА сорбируется скелетом породы по закону Генри, коэффициент сорбции принять равным α .

Методические рекомендации по решению задачи:

1. Определяют скорость продвижения оторочки ПАА

$$V_T = \frac{q}{mbh(1+a)}, \quad (5.1)$$

2. Определяют время t^* необходимое для создания оторочки:

$$V(t-t^*) = \frac{qt^*}{mbh(1+a)},$$

$$V_T(t-t^*) = \frac{q(t-t^*)}{mbh(1+a)}. \quad (5.2)$$

3. Определяют время закачивания полимерного раствора в пласт для создания в нем необходимого размера оторочки

$$t^*=t = \frac{Vnno}{q} (1+a) \quad (5.3)$$

Таблица 5.1 – Варианты для самостоятельного решения задачи

| № Варианта | Q, м ³ /сут | h, м; | α | μ_n , Па·с | l, м | b, м | m, доли ед. |
|------------|------------------------|-------|----------|----------------|------|------|-------------|
| 1. | 400 | 12,0 | 1,25 | 2,1 | 500 | 250 | 0,20 |
| 2. | 380 | 12,1 | 0,44 | 2,4 | 500 | 300 | 0,23 |
| 3. | 477 | 12,4 | 0,67 | 4,2 | 500 | 230 | 0,18 |
| 4. | 549 | 12,4 | 1,24 | 1,8 | 500 | 320 | 0,19 |
| 5. | 861 | 11,4 | 0,87 | 2,2 | 500 | 250 | 0,21 |
| 6. | 124 | 11,4 | 0,66 | 2,8 | 500 | 250 | 0,24 |
| 7. | 466 | 14,4 | 0,98 | 3,1 | 500 | 200 | 0,18 |
| 8. | 357 | 11,4 | 1,26 | 3,3 | 500 | 180 | 0,17 |
| 9. | 579 | 12,4 | 1,25 | 2,5 | 500 | 300 | 0,20 |
| 10. | 235 | 11,4 | 0,87 | 3,4 | 500 | 320 | 0,23 |
| 11. | 865 | 10,4 | 0,67 | 2,8 | 700 | 300 | 0,18 |
| 12. | 632 | 9,4 | 1,24 | 1,5 | 700 | 250 | 0,19 |
| 13. | 254 | 7,8 | 0,87 | 1,6 | 700 | 350 | 0,21 |
| 14. | 235 | 6,7 | 0,66 | 2,3 | 700 | 400 | 0,24 |
| 15. | 123 | 18,1 | 0,98 | 3,1 | 700 | 300 | 0,18 |
| 16. | 460 | 11,4 | 1,26 | 4,2 | 700 | 320 | 0,17 |
| 17. | 550 | 14,4 | 1,25 | 5,0 | 700 | 300 | 0,20 |
| 18. | 600 | 11,4 | 0,87 | 4,5 | 700 | 250 | 0,18 |
| 19. | 440 | 12,4 | 1,2 | 4,4 | 700 | 350 | 0,17 |
| 20. | 550 | 11,4 | 1,4 | 2,4 | 700 | 400 | 0,20 |

6 ПРИМЕНЕНИЕ ИНГИБИТОРОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С СОЛЕОТЛОЖЕНИЯМИ НА ПОДЗЕМНОМ ОБОРУДОВАНИИ ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН

Одним из возможных технических решений для борьбы с солеотложениями на внутрискважинном оборудовании является применение ингибиторной защиты контейнерного типа Трил-Св.

Схема контейнера Трил-Св представлена на рисунке 3.1



Рисунок 6.1 – Схема контейнера Трил-Св

Контейнер рекомендуется использовать с заводскими настройками при выводе скважины на установившийся режим.

Ингибитор помещается в добывающие скважины в перфорированных контейнерах. Контейнер состоит из 9 секций.

Контейнер «Трил» размещен в трех упаковках по 3 секции в каждой, каждая упаковка соответственно подписана: «верхняя часть контейнера», «средняя часть контейнера», «нижняя часть контейнера». Вес одной упаковки составляет 60-65кг.

Перед установкой контейнера глубинное оборудование скважины должно быть чистым. (Пропарено, промыто растворителем, а обсадную колонну рекомендуется прошаблонировать).

Первым в скважину спускается контейнер, затем фильтр (включение фильтра в компоновку по решению заказчика), далее устанавливается насосное оборудование и колонна НКТ. Крепление контейнера к насосному оборудованию (или фильтру) осуществляется посредством муфты НКТ 73 (верхняя муфта контейнера).

Контейнер «Трил» при эксплуатации должен располагаться выше интервала перфорации и ниже начала проявления солеотложений.

Контейнер поставляется в разобранном виде – посекционно. Присоединительные резьбы секций защищены: нижние – пластмассовыми колпачками, верхние – входящими в комплект присоединительными муфтами НКТ (навинчены без натяга). Секции в количестве 9 штук поставляются заправленные ингибитором. Сборка контейнера производится непосредственно на скважине от нижней части контейнера к верхней по мере спуска (как стандартная колонна НКТ).

Очередность сборки промежуточных труб в контейнере может быть любая, кроме нижней трубы.

Нижняя труба снабжена глухой заглушкой и устанавливается первой.

Свинчивание секций контейнера и затягивание глухой заглушки рекомендуется производить с приложением крутящего момента согласно указанного документа для гладких НКТ 73, стенкой 5,5мм (1305Нм).

Контейнер Тил-Св устанавливается до приёма скважинного насоса (УЭЦН или ШГН).

По данным таблицы 6.1 необходимо рассчитать глубину спуска контейнер Тил-Св

Таблица 6.1 – Исходные данные по вариантам

| Параметр | Вариант 1 | Вариант 2 | Вариант 3 |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Глубина скважины, м | 2900 | 2860 | 3100 |
| Внутренний диаметр эксплуатационной колонны, мм | 132 | 132 | 132 |
| Пластовое давление, МПа | 29 | 28,9 | 31 |
| Забойное давление, МПа | 24 | 25,3 | 28,7 |
| Планируемый дебит жидкости, м ³ /с | 0,000710 | 0,000810 | 0,0009 |
| Объёмная обводнённость продукции, доли ед. | 0,61 | 0,98 | 0,76 |
| Плотность дегазированной нефти, кг/м ³ | 876 | 805 | 830 |
| Плотность пластовой воды, кг/м ³ | 1190 | 1087 | 1043 |
| Плотность газа (при ст. усл.), кг/м ³ | 1,04 | 1,05 | 1,08 |
| Вязкость воды, Па·с | 0,00095 | 0,0001 | 0,0001 |
| Вязкость дегазированной нефти, Па·с | 0,0038 | 0,0012 | 0,0015 |
| Вязкость нефти в пластовых условиях, Па·с | 0,0028 | 0,0009 | 0,0009 |
| Газовый фактор, м ³ /м ³ | 52 | 82 | 81 |
| Давление насыщения нефти, МПа | 9,4 | 9,1 | 10,6 |
| Устьевое давление, МПа | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Относительная плотность газа, кг/м ³ | 1,050 | 1,050 | 1,050 |
| Динамическая вязкость жидкости, Па·с | 0,00110 | 0,00110 | 0,00110 |
| Плотность жидкости, кг/м ³ | 1182,3 | 1182,3 | 1182,3 |
| Диаметр НКТ, мм | 73 | 73 | 89 |

11.2. Методические указания по подготовке к лабораторным работам.

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

11.3. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в получении заданий (тем) у преподавателя для индивидуального освоения. Преподаватель на занятии дает рекомендации необходимые для освоения материала. В ходе самостоятельной работы обучающиеся должны выполнить типовые расчеты, подготовиться к выполнению экспериментов (исследований) и изучить теоретический материал по разделам. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.).

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина **Эксплуатация нефтяных скважин в осложненных условиях**

Код, направление подготовки **21.03.01 Нефтегазовое дело**

Направленность **Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти**

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК) | Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|--|--|---|--|---|---|---|
| | | | 1-2 (0-60) | 3 (61-75) | 4 (76-90) | 5 (90-100) |
| ПКС-2 Способность проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности | ПКС-2.3 Анализирует параметры работы технологического оборудования | Знать (ЗЗ): требования по оформлению документов по эксплуатации нефтепромыслового оборудования | Не знает требования по оформлению документов по эксплуатации нефтепромыслового оборудования | Частично знает требования по оформлению документов по эксплуатации нефтепромыслового оборудования | Знает основные требования по оформлению документов по эксплуатации нефтепромыслового оборудования | Знает требования по оформлению документов по эксплуатации нефтепромыслового оборудования и может тезисно пояснить их содержание |
| | | Уметь (УЗ): оформлять технологическую документацию по эксплуатации нефтепромыслового оборудования | Не умеет оформлять технологическую документацию по эксплуатации нефтепромыслового оборудования | Слабо умеет оформлять технологическую документацию по эксплуатации нефтепромыслового оборудования | Умеет оформлять технологическую документацию по эксплуатации нефтепромыслового оборудования | Умеет быстро и в оптимальных объемах оформлять технологическую документацию по эксплуатации нефтепромыслового оборудования |
| | | Владеть (ВЗ): методами ведения технической документации по эксплуатации буровых машин | Не владеет методами ведения технической документации по эксплуатации буровых машин | Обладает слабыми методами ведения технической документации по эксплуатации буровых машин | Владеет методами ведения технической документации по эксплуатации буровых машин, но допускает незначительные ошибки | Владеет методами ведения технической документации по эксплуатации буровых машин |

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК) | Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|--------------------------------|--|--|---|--|---|---|
| | | | 1-2 (0-60) | 3 (61-75) | 4 (76-90) | 5 (90-100) |
| | ПКС-2.5 Обосновывает выбор методов диагностики и технического обслуживания оборудования в соответствии с требованиями промышленной безопасности охраны труда | Знать (З4): современные методы предотвращения образования осложнений при добыче скважинной продукции | Не знает современные методы предотвращения образования осложнений при добыче скважинной продукции | Частично знает современные методы предотвращения образования осложнений при добыче скважинной продукции | Знает основные современные методы предотвращения образования осложнений при добыче скважинной продукции | Знает современные методы предотвращения образования осложнений при добыче скважинной продукции и может тезисно пояснить их содержание |
| | | Уметь (У4): проводить гидравлические расчеты промывки скважин (удаление песка, прокачки пара, горячей нефти) | Не умеет проводить гидравлические расчеты промывки скважин (удаление песка, прокачки пара, горячей нефти) | Слабо умеет проводить гидравлические расчеты промывки скважин (удаление песка, прокачки пара, горячей нефти) | Умеет проводить гидравлические расчеты промывки скважин (удаление песка, прокачки пара, горячей нефти) | Умеет быстро и в оптимальных объемах проводить гидравлические расчеты промывки скважин (удаление песка, прокачки пара, горячей нефти) |
| | | Владеть (В4): навыками мероприятий по восстановлению работоспособности скважины | Не владеет навыками мероприятий по восстановлению работоспособности скважины | Обладает слабыми навыками мероприятий по восстановлению работоспособности скважины | Владеет навыками мероприятий по восстановлению работоспособности скважины, но допускает незначительные ошибки | Владеет навыками мероприятий по восстановлению работоспособности скважины |

КАРТА

обеспеченности дисциплины (модуля) учебной и учебно-методической литературой
Дисциплина Эксплуатация нефтяных скважин в осложненных условиях
Код, направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело
Направленность Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти

| № п/п | Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания | Количество экземпляров в БИК | Контингент обучающихся, использующих указанную литературу | Обеспеченность обучающихся литературой, % | Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-) |
|-------|--|------------------------------|---|---|---|
| 1 | Осложнения, аварии и фонтаноопасность при строительстве, эксплуатации и ремонте нефтяных и газовых скважин: учеб. пособие / Под ред. А.В. Кустышева. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. – 178 с. | Электр. ресурс | 100 | 100 | + |