

На правах рукописи



ГЛУХОДЕД АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ОДНОВРЕМЕННО-РАЗДЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВУХ ПЛАСТОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКВАЖИННЫХ ШТАНГОВЫХ НАСОСОВ
НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ ПАО «ТАТНЕФТЬ»**

Специальность 2.8.4 – Разработка и эксплуатация
нефтяных и газовых месторождений

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Бугульма – 2025

Работа выполнена в Татарском научно-исследовательском и проектном институте нефти (ТатНИПИнефть) ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина

Научный руководитель:

- Гариев Камиль Мансурович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

- Уразаков Камил Рахматуллович
доктор технических наук, профессор,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Уфимский государственный
нефтяной технических университет»,
профессор кафедры «Машины и
оборудование нефтегазовых промыслов»

Исаев Анатолий Андреевич
кандидат технических наук, главный
специалист по инновационной деятельности
общества с ограниченной ответственностью
УК «Шешмаайл»

Ведущая организация:

Общество с ограниченной
ответственностью «Пермское
конструкторско-технологическое бюро
технического проектирования и
организации производства «Техпроект»

Защита диссертации состоится 23 октября 2025 г. в 15:30 часов на заседании диссертационного совета 72.1.021.01 в Татарском научно-исследовательском и проектном институте нефти (ТатНИПИнефть) ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина по адресу: 423462, Республика Татарстан, г. Альметьевск, ул. Советская, д. 186А.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Татарского научно-исследовательского и проектного института нефти www.tatnipi.ru.

Автореферат разослан _____ 2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Кабирова Алесия Хатиповна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Одновременно-раздельная эксплуатация (ОРЭ) применяется для повышения технико-экономической эффективности разработки месторождений за счет совмещения эксплуатационных объектов с обязательным осуществлением при этом посредством специального оборудования или технологических приемов контроля и регулирования процесса отбора запасов отдельно по каждому объекту.

В ПАО «Татнефть» технологии ОРЭ, в большинстве случаев реализуются в скважинах, эксплуатируемых штанговыми насосами. Наиболее простой и широко применяемой является технологическая схема однолифтовой установки для ОРЭ на базе одного скважинного штангового насоса (СШН) с дополнительным всасывающим клапаном, не позволяющая при этом напрямую определить забойное давление и обводнённость пластов. Поэтому совершенствование технологических схем ОРЭ, в частности, однолифтовых установок, а также способов определения параметров их работы с целью повышения эффективности эксплуатации является весьма актуальной задачей.

Степень разработанности темы

Разработкой технологий и оборудования для ОРЭ, а также исследованиями работы скважин при их применении занимались Р.А. Максутов, Б.Е. Добросокок, В.А. Сафин, В.Н. Беленский, Б.С. Крутиков, К.И. Пономарев, Ш.Т. Джрафаров, Р.Н. Диляшев, Х. Дейл Беггс, Анагулы Деряев, П.В. Донков, М.З. Шарифов, В.А. Леонов, В.Н. Ивановский, А.М. Бадретдинов, К.М. Гарифов, В.А. Иктисанов, Валовский В.М., Валовский К.В., В.В. Пепеляев, С.А. Вахрушев, С.В. Феофилактов, М.В. Яхин, Ю.К. Цику, У.М. Абуталипов и др. Известны разработки в области ОРЭ крупных зарубежных компаний, таких как Schlumberger, Baker Huges, Smith International Inc, Alpha oil services (Аргентина).

Цель работы - повышение эффективности добычи нефти в ПАО «Татнефть» при применении ОРЭ нескольких объектов одной скважиной путём исследования и совершенствования технологической схемы однолифтовой установки для ОРЭ на основе одного СШН с дополнительным всасывающим клапаном.

Основные задачи исследований:

1. Совершенствование прямых и косвенных методов определения основных параметров работы однолифтовой установки для ОРЭ на основе одного СШН с дополнительным всасывающим клапаном.
2. Изучение влияния циклических изменений забойного давления нижнего пласта на работу однолифтовой установки для ОРЭ.
3. Повышение контроля над разработкой эксплуатируемых пластов при ОРЭ путем совершенствования схемы однолифтовой установки для ОРЭ на основе одного СШН с дополнительным всасывающим клапаном.

Научная новизна

1. Предложен метод определения обводнённости продукции каждого пласта при их одновременно-раздельной эксплуатации и подъёме по одному лифту, основанный на вычислении их обводнённости по результатам измерения дебита и обводненности смеси продукции, а также определения при этом химическим анализом ионного состава смеси вод, с учетом предварительно определенного ионного состава вод каждого пласта.

2. Разработан метод определения забойного давления нижнего пласта отделённого пакером, при одновременно-раздельной эксплуатации однолифтовой скважинной насосной установкой, основанный на изменении нагрузки в точке подвеса штанговой колонны при открытии дополнительного всасывающего клапана.

3. Установлено, что циклическое изменение забойного давления в подпакерном пространстве при эксплуатации скважин с применением однолифтовой установки для ОРЭ с дополнительным всасывающим клапаном, может превышать величину забойного давления верхнего пласта в случае, когда время восстановления давления в подпакерной зоне меньше, чем время одного цикла работы СНШ.

4. Предложен раздельный подъём продукции двух пластов при их одновременно раздельной эксплуатации одним ШСН с дополнительным боковым клапаном, при котором между цилиндром насоса и основным клапаном размещен полый корпус, верхняя часть которого сообщена каналом через обратный клапан с верхней частью цилиндра, а штанги выполнены полыми, сообщенными с внутренней полостью плунжера, при этом ниже отверстия для бокового клапана в цилиндре размещен разделительный поршень, с возможностью ограниченного продольного перемещения вниз в полость корпуса и вверх под воздействием плунжера.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. Разработана методика химико-аналитического определения обводнённости продукции пластов для установок ОРЭ со смешением продукции пластов, которая включена в «Методику определения обводненности объектов разработки при одновременно-раздельной эксплуатации», ЕРБ 01-568-1.0-2010/РД 153-39.0-654-10. Защищена патентом и широко применяется.

2. Разработана методика определения забойного давления нижнего пласта пластов по фиксируемому на динамограмме градиенту нагрузки в точке подвески штанг, при работе однолифтовой установки для ОРЭ, которая включена в РД «Временная инструкция по гидродинамическим методам исследований скважин, оборудованных установкой для одновременно-раздельной эксплуатации» РД-39.0-575-08.

3. Предложено техническое решение по разделению основного и дополнительного всасывающих клапанов разделительным поршнем, перемещающимся под действием плунжера и создаваемого при его движении перепада давлений.

Разработаны новые технологические схемы установок для ОРЭ с разделительным поршнем, позволившие расширить область применения ОРЭ.

4. Новизна технических решений, созданных при выполнении работы и использованных в применяемом на объектах ПАО «Татнефть» оборудовании, подтверждена двумя патентами на изобретения, двумя патентами на полезную модель.

Методы решения задач

При выполнении диссертационной работы применялся комплексный подход, включающий анализ, планирование и проведение экспериментальных исследований, обработку экспериментальных данных и проведение опытно-промышленных испытаний.

Основные защищаемые положения

1. Применение методики определения обводненности продукции каждого пласта при работе однолифтовой установки для ОРЭ, обеспечивает контроль за разработкой пластов в соответствии с правилами разработки месторождений углеводородного сырья без остановки скважины на время проведения исследований.

2. Разработанный метод определения забойного давления в подпакерной зоне по фиксируемому на динамограмме градиенту нагрузки в точке подвески штанг при эксплуатации скважин однолифтовой установкой для ОРЭ с использованием одного СШН с дополнительным всасывающим клапаном позволяет оперативный контроль забойного давления в процессе работы скважины.

3. Выявлены условия работы однолифтовой установки при которых происходит неподконтрольная эксплуатация с обоих пластов. Предложенное (и) техническое решение по введению в скважинный насос разделительного поршня обеспечивает применение однолифтовой установки при разных соотношениях забойных давлений пластов.

4. Предложенная технология ОРЭ пластов в скважине с применением разработанного скважинного насоса, содержащего дополнительный полый корпус и разделительный поршень, позволяющая осуществлять раздельный подъем продукции пластов по насосно-компрессорным трубам и полым штангам или эксплуатационной колонне.

Степень достоверности и апробация результатов работы

Достоверность результатов работы подтверждена данными экспериментальных исследований с использованием поверенных средств измерения и на аттестованном оборудовании по общепринятым методикам в лабораториях института «ТатНИПИНефть», на испытательном стенде института «ТатНИПИНефть» и на скважинах ПАО «Татнефть».

Основные положения работы докладывались на: международной практической конференции и выставке «Механизированная добыча» (г. Москва, 2006, 2007 и 2009 гг.); научно-технической конференции ФГАОУ ВО РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, посвящённой его 75-летию (г. Москва, 2005 г.); семинарах главных инженеров ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина (2005–2008 гг.); всероссийском семинаре «Оптимальное применение оборудования для ОРЭ, ОРЗиД, ВСП. Увеличение эффективности его эксплуатации» (г. Пермь);

ежегодных производственно-технических семинарах, организованных журналом «Инженерная практика» (2010–2021 гг.); международной научно-практической конференции «Состояние и перспективы эксплуатации зрелых месторождений» (Казахстан, г. Атырау, 2019 г.).

Публикации. Основные положения диссертации отражены в 25 опубликованных работах, четыре из них – в рецензируемых научных изданиях, получены два патента на изобретения, два патента на полезную модель.

Личный вклад автора состоит в участии во всех этапах выполненной работы: анализ литературных источников, постановка задач и целей исследований, формирование технических заданий, сбор и анализ промысловых данных, проведение лабораторных исследований, выполнение расчётов, написание научных статей, разработка конструкторской документации, проведение промысловых испытаний. Результаты исследований получены автором лично и при его непосредственном участии. Представление выносимых на защиту результатов, полученных в совместных исследованиях, согласовано с соавторами.

Объем и структура работы

Диссертационная работа изложена на 110 страницах, состоит из введения, 6 глав, выводов к каждой главе и заключения, списка использованных источников, включающего 117 наименований, содержит 41 рисунок и 12 таблиц.

Благодарности

Автор выражает благодарность научному руководителю – доктору технических наук, профессору Камилю Мансуровичу Гарифову за ряд ценных идей, использованных в работе, за особое постоянное внимание к работе и неоценимую поддержку, своевременные советы и наставления, коллегам – А.Х. Кадырову, В.А. Балбошину и И.Н. Рахманову за обсуждения и консультации в ходе выполнения работы.

Содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цели и основные задачи работы, показаны научная новизна и практическая значимость результатов.

В первой главе приведена оценка перспектив дальнейшего развития ОРЭ в ПАО «Татнефть».

Основной способ эксплуатации в «Татнефти» механизированный, с применением штанговых насосов. Эксплуатационный фонд – 26662 скважины, из них 20866 оснащены штанговыми насосами. За 20 лет в компании внедрено более 3000 установок для ОРЭ, из них только 600 с применением электроприводных лопастных насосов (ЭЛН).

Далее проведен анализ существующих установок для ОРЭ с использованием штанговых насосов. Анализ показал, что существует большое количество различных технологических схем и конструкций установок для ОРЭ с применением штанговых насосов. В основном они имеют сложную конструкцию, весьма сложны в эксплуатации. Во многих установках невозможно получить информацию о параметрах работы пластов. Наиболее

широко применяемой в условиях ПАО «Татнефть» является однолифтовая установка для ОРЭ (рисунок 1), не позволяющая при этом напрямую определить забойное давление и обводнённость пластов. Она представляет собой штанговый насос, на боковой поверхности цилиндра которого просверлено отверстие и установлен дополнительный всасывающий клапан, который сообщают с пластом, имеющим на уровне насоса более высокое забойное давление. На рисунке 1 a это верхний пласт, а на рисунке 1 b – нижний. При движении плунжера вверх сначала через основной всасывающий клапан в цилиндр поступает продукция пласта с низким забойным давлением, а после прохождения плунжером бокового отверстия в цилиндре и до конца хода – с более высоким давлением, которое закрывает основной всасывающий клапан.

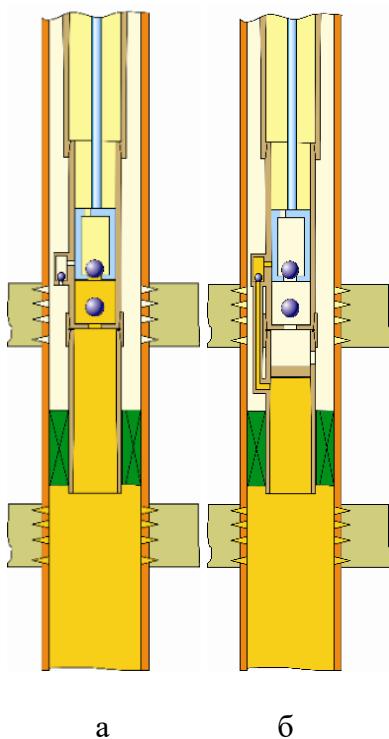


Рисунок 1 -
Однолифтовая
установка для ОРЭ

На основе анализа сформулированы основные задачи исследований:

1. Исследование работы и совершенствование однолифтовой установки.

2. Разработка методов исследования параметров работы пластов при использовании однолифтовой установки, как прямых, так и косвенных.

3. Разработка новых надежных установок и оборудования для ОРЭ на основе штанговых насосов.

Во второй главе выполнен анализ состояния работ по определению параметров однолифтовой установки. Основными параметрами работы скважины являются дебит и обводнённость каждого эксплуатируемого скважиной пласта, а также забойное давление у каждого из них. Общий дебит определяется устьевым расходомером или замеряется на групповой замерной установке (ГЗУ). Разделение по пластам может осуществляться двумя методами. По первому определяют дебит верхнего пласта по восстановлению уровня жидкости в межтрубном пространстве, измеряемому эхометрированием. Дебит нижнего

объекта однолифтовой установки q_h определяют как разницу между общим q и верхним q_v дебитами:

$$q_h = q - q_v, \text{ м}^3/\text{сут}. \quad (1)$$

Второй метод основан на определении соотношения дебитов объектов с общим при помощи динамограммы (рисунок 2).

Рассчитывают по формулам соотношение дебитов объектов с общим дебитом:

$$k_v = \frac{L_2}{L_1+L_2}; \quad k_h = \frac{L_1}{L_1+L_2}. \quad (2)$$

Пропорционально соотношениям определяют дебиты.

Определение обводнённости продукции пластов производят изменением положения плунжера относительно бокового клапана, уменьшением длины хода станка-качалки и переводом установки на работу только с одним сообщённым с основным клапаном пластом.

Для этого необходимо, чтобы нижний торец плунжера при работе не поднимался выше отверстия в цилиндре, сообщённого с боковым клапаном. Изменением частоты качаний добиваются того же дебита и забойного давления по этому пласту, как и при работе установки. После достижения установившегося режима

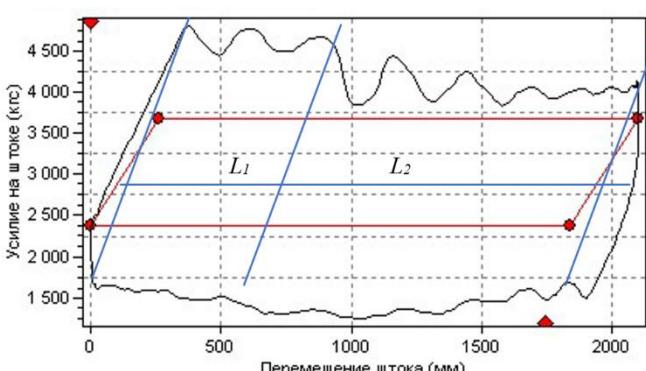


Рисунок 2 – Пример динамограммы для расчёта дебитов

замеряют обводнённость пласта многократным отбором проб. Затем вычисляют среднюю по замерам обводнённость и, зная общую обводнённость, вычисляют её для второго пласта. Имеются полученные в ходе теоретических исследований формулы для определения забойных давлений. Однако они слишком громоздкие, требуют наличия большого количества получаемых параметров и поэтому практически не применимы. Метод определения обводнённости продукции пластов путем перевода работы установки на один объект, сложный и длительный в осуществлении, приводящий к существенным потерям продукции. Расчётный метод, основанный на изменении режима работы установки, тоже длительный, вызывает сомнение неизменность обводнённости при изменении депрессии на пласт. Практически отсутствуют реальные методы определения забойных давлений пластов. Необходима разработка приёмов определения забойных давлений эксплуатируемых пластов.

В третьей главе приведены результаты исследований по совершенствованию методов определения параметров работы однолифтовой установки. Разработана методика определения обводнённости продукции пластов. Идея предлагаемой новой химико-аналитической методики основана на решении задачи по смешению растворов одного и того же водорастворимого реагента. Если смешать два раствора одного и того же реагента, получится третий раствор с некоторой концентрацией, которая зависит от исходных концентраций и соотношений объёмов растворов. При известных концентрациях исходных растворов и соотношениях их объёмов легко вычисляется концентрация суммарного объёма. Если смешать два раствора одного вещества с концентрациями C_1 и C_2 и объёмами V_1 и V_2 , получим третий раствор с концентрацией C и объёмом V . Из уравнения материального баланса получим:

$$C = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{V} = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{V_1 + V_2} = C_1 \frac{V_1}{V_1 + V_2} + C_2 \frac{V_2}{V_1 + V_2}, \quad (3)$$

C_i ; V_i – масса вещества в каждом из растворов;

$V = V_1 + V_2$ – суммарный объём раствора;

обозначим α – доля первого раствора V_1 в общем объёме V , т.е.:

$$\alpha = \frac{V_1}{V_1+V_2} \quad \text{а доля второго:} \quad \frac{V_2}{V_1+V_2} = 1 - \alpha$$

получим $C = C_1\alpha + C_2(1-\alpha)$,
отсюда $\alpha = \frac{C-C_2}{C_1-C_2}$, (4)

т.е. это доля первого раствора в смеси растворов 1 и 2 для получения раствора концентрацией C объёмом V . В нашем случае C_1 это исходная концентрация какого-то иона в пластовой воде одного пласта; C_2 – концентрация того же вещества в воде второго пласта; V_1 и V_2 – искомые объёмы воды каждого пласта в общем объёме V добываемой смеси продукции, который измеряется на устье скважины. Суммарная концентрация C определяется анализом воды из смеси продукции. Концентрации C_1 и C_2 определяют также анализом по пластам до внедрения установки для ОРЭ. Таким образом, при известных концентрациях ионов химических веществ в смешанных водах, суммарной обводнённости и объёма добываемой продукции вычисляются объёмы добываемой из каждого пласта воды. В нашем случае известны суммарная концентрация ионов, исходные концентрации ионов в воде каждого пласта, общий объём воды. А также определяются дебиты – общий и каждого пласта. При ОРЭ двух пластов происходит смешение добываемых жидкостей из разных пластов. Параметрами смешения водных растворов являются исходные концентрации в них химических веществ и относительные объемы смещающихся вод. Обводнённость добываемой продукции (%) определяется по формуле:

$$W = 100 \frac{q_{\text{в}}}{q_{\text{ж}}}, \quad (5),$$

где $q_{\text{в}}$ – дебит попутно добываемой воды; $q_{\text{ж}}$ – дебит добываемой жидкости; W – обводнённость продукции, (%).

При ОРЭ однолифтовой установкой известны суммарные дебит и обводнённость. Из уравнений (4) и (5) следует, что дебит попутно добываемой воды из первого пласта рассчитывается следующим образом:

$$q_{\text{в1}} = \alpha_1 \cdot W q_{\text{ж}}. \quad (6)$$

Получаем формулу для определения обводнённости добываемой продукции из первого пласта:

$$W_1 = \frac{W q_{\text{ж}} (C - C_2)}{(C_1 - C_2)} / q_{\text{ж1}}. \quad (7)$$

Обводнённость добываемой продукции из второго пласта:

$$W_2 = \frac{q_{\text{в}} - q_{\text{в1}}}{q_{\text{ж2}}} 100, \quad (8)$$

где $W_1, q_{\text{в1}}, q_{\text{ж1}}$ – обводнённость, дебиты по воде и жидкости первого пласта; $W_2, q_{\text{в2}}, q_{\text{ж2}}$ – второго.

В лабораторных условиях проведено моделирование смешения вод разных разрабатываемых горизонтов. Для лабораторных экспериментов отобраны пробы попутно добываемых вод из ряда скважин. Установлено, что при смешении вод в разных пропорциях наблюдается практически линейная

зависимость изменения концентрации ионов. В таблице 1 приведены результаты лабораторных экспериментов по смешению попутно добываемых вод скважин 18089 (кизеловский горизонт) и 1810 (бобриковский горизонт). При смешении вод из других скважин получена подобная картина.

Таблица 1 – Результаты лабораторных экспериментов по смешению попутно добываемых вод скважин

| | Содержание воды одного горизонта в смеси двух вод, % | | | |
|-------------|--|------|------|------|
| Фактическое | 20 | 40 | 60 | 80 |
| Расчетное | 20,85 | 42,9 | 61,1 | 78,9 |

Результаты лабораторных испытаний наглядно показывают возможность определения объемов смещающихся вод при условии, что известны концентрации ионов в водах.

Проверка методики на двухлифтовой установке для ОРЭ. Поскольку в двухлифтовой установке продукция пластов поднимается раздельно, были проведены исследования на четырех скважинах оборудованных двухлифтовыми установками по следующей программе:

- а) замер дебита каждого пласта;
- б) отбор пробы добываемой продукции по обоим пластам и определение обводнённости и химического состава попутно добываемых вод по каждому пласту;
- в) определение обводнённости обоих пластов;
- г) смешение продукции пластов пропорционально дебитам и определение получившейся обводненности и химических составов воды;
- д) расчет обводнённости по методике;
- е) сравнение полученных результатов с обводнённостью, полученной методом переналадки насоса.

Химический состав определялся стандартным шестикомпонентным анализом.

В таблице 2 приведены замеренные и средние по разным ионам рассчитанные значения обводнённости пластов.

Таблица 2 – Замеренные и средние рассчитанные значения обводнённости пластов

| Номер скважины | Горизонт, ярус | Замеренная обводненность, % | Среднее расчетное значение обводненности, % | Разница результатов % |
|----------------|-------------------------|-----------------------------|---|-----------------------|
| 17783 | бобриковский | 23 | 23,1 | 0,1 |
| | турнейский | 26 | 27,9 | 1,9 |
| 412 | кизеловский | 38 | 40,9 | 2,9 |
| | бобриковский+радаевский | 39 | 37,8 | 1,2 |
| 2528 | тульский | 45 | 46,3 | 1,3 |
| | турнейский | 97 | 94,0 | 3 |

| | | | | |
|------|--------------|----|------|-----|
| 9268 | башкирский | 68 | 70,7 | 2,7 |
| | бобриковский | 60 | 55,8 | 4,2 |

Проверка методики на скважинах с однолифтовой установкой. Проверка производилась путём сравнения результатов определения обводнённости пластов методом переналадки и по разработанной методике.

В таблице 3 приведены результаты определения обводнённости обоими методами и абсолютная величина разницы полученных результатов. В среднем разница по подключенным объектам составила 2,8 %, а по основному объекту 6 %.

Таблица 3 – Сравнение рассчитанных и замеренных средних значений обводнённости по ионам

| НГДУ | Количествоскважин | Объекты | Среднее значение обводнённости по данным переналадки, % | Среднее расчетное значение обводнённости химическим методом, % | Разница результатов, % |
|----------------------|-------------------|--------------|---|--|------------------------|
| «Бавлынефть» | 3 | основной | 43,2 | 49,6 | 6,4 |
| | | подключённый | 61,3 | 52,3 | 9,0 |
| «Нурлатнефть» | 1 | основной | 60,0 | 60,8 | 0,8 |
| | | подключённый | 13,0 | 12,5 | 0,5 |
| «Елховнефть» | 7 | основной | 55,6 | 57,0 | 1,4 |
| | | подключённый | 50,9 | 48,8 | 2,1 |
| «Лениногорскнефть» | 8 | основной | 54,2 | 54,0 | 0,2 |
| | | подключённый | 39,6 | 38,6 | 1,0 |
| «Прикамнефть» | 4 | основной | 44,7 | 43,7 | 1,0 |
| | | подключённый | 30,2 | 31,4 | 1,2 |
| Среднее по всем НГДУ | 23 | основной | 51,5 | 53,0 | 1,5 |
| | | подключённый | 39,0 | 36,7 | 2,3 |

Анализ применимости первичных данных объектов по соседним скважинам. Основной проблемой применения методики является получение исходной информации об ионном составе вод эксплуатируемых пластов. Предположили, что попутно добываемые воды одного горизонта идентичны по химическому составу в соседних скважинах. Для проверки этой идеи выбрали опорную скважину, ближайшую к исследуемой, оборудованную однолифтовой установкой для ОРЭ 16952, одна из которых эксплуатировала только верхний горизонт, а другая – только нижний. В таблице 4 приведено сравнение рассчитанных и замеренных средних значений обводнённости. По результатам анализов проб вод из контрольных скважин рассчитывалось значение обводнённости для каждого объекта.

Результаты наглядно показывают, что использование близлежащих скважин для получения исходной информации по химическому составу вод неприемлемо.

Таблица 4 – Сравнение значений обводнённости по данным ионов с соседних скважин

| Номер скважины, горизонт | $Q_{ж}$, м ³ /сут | Обводнённость, % | Расчетные значения обводнённости по разным ионам, % | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|------------------|---|-----------------|------|-----|------|
| | | | Cl | SO ₄ | Ca | Mg | K+Na |
| 16952 (ОРЭ) | 12,6 | | | | | | |
| бобриковский | 10,7 | 53 | 4 | 51 | 188 | 31 | -8 |
| кизеловский | 1,9 | 50 | 324 | 63 | -709 | 177 | 398 |

Анализ стабильности первичных данных по химическому составу вод исследуемой скважины. Поскольку установка для ОРЭ внедряется на долгий срок, проведена проверка сохраняемости ионного состава вод во времени. Для определения изменения концентрации ионов в попутно добываемых водах в продолжительный промежуток времени были исследованы химические анализы вод в динамике с 2004 по 2009 г.

На рисунке 3 показаны изменения концентраций ионов хлора в попутно добываемой воде скважины 662

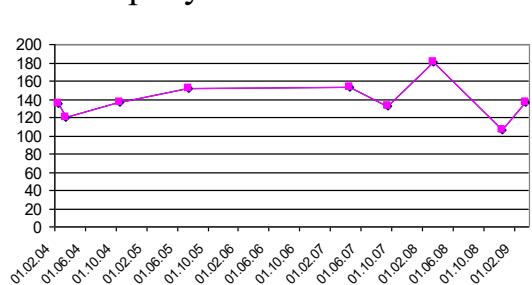


Рисунок 3 – Изменение концентрации иона хлора в скважине 662 за длительный период времени

полученные перед внедрением технологии, весь этот период. Подобная картина наблюдалась и по другим ионам.

Случаи резкого изменения ионного состава, сразу же отразятся на результатах расчетов.

Таким образом, химико-аналитический метод определения обводненности добываемой продукции при ОРЭ в лабораторных условиях показал хорошую сходимость с промысловыми данными. Для получения исходной информации по горизонтам отбор проб воды необходимо проводить до перевода скважины на ОРЭ, или при изменении режима работы насоса на один объект, или проведении ремонта скважины, т.е. когда есть возможность отобрать пробы вод из отдельного пласта. Анализ скважины 662 показал, что на протяжении 3–4 лет ионный состав достаточно стабилен и вполне допустимо в течение всего этого периода использовать данные, полученные при внедрении установки. Методика может быть использована и с другими схемами установок для ОРЭ со смешением продукции, а также при совместной эксплуатации, если известны химические составы вод и дебит каждого пласта.

воде скважины 662 (бобриковский+радаевский горизонты) НГДУ «Нурлатнефть». Полученные результаты показывают, что содержание ионов в водах не является постоянным. Заметные изменения наблюдаются в 2008 и 2009 гг. Но на протяжении 3–4 лет ионный состав был достаточно стабилен и вполне допустимо использовать в предлагаемой методике данные,

Определение забойного давления нижнего подпакерного пласта

Предложен метод определения забойного давления нижнего пласта с помощью ступеньки на динамограмме работы установки (Рисунок 4) Идея методики основана на том, что ступеньки на динамограмме образуются из-за разности давлений на приемах основного и бокового клапанов. Замерив динамический уровень эхометрированием H_e и трубное давление, определяют давление на приеме насоса от верхнего пласта. Для этого используют программу обработки КВД в АРМИТС и задают глубину спуска насоса вместо глубины кровли пласта. Либо используют для расчетов приближенную формулу:

$$p_{np}^e = \rho_e g (H_n - H_e) 10^{-6} + p_y, \text{ МПа}, \quad (9)$$

где H_n – глубина установки насоса, м. Определяют разницу давлений на приемах насоса – основном и боковом:

$$\Delta p_{np} = \Delta P g / F_{nl} \cdot 10^{-6}, \text{ МПа}, \quad (10)$$

где F_{nl} – площадь сечения плунжера, м^2 ; ΔP – величина ступеньки на динамограмме (рисунок 2), кг. Определяют давление на приеме от нижнего пласта:

$$p_{np}^h = p_{np}^e \pm \Delta p_{np}, \text{ МПа}. \quad (11)$$

Вычисляют забойное давление у нижнего пласта p_3^h согласно (12):

$$p_3^h = p_{np}^h + g \rho_n (H_{nh} - H_n), \quad (12)$$

где H_{nh} – глубина до кровли нижнего пласта, ρ_n – плотность жидкости у нижнего пласта.

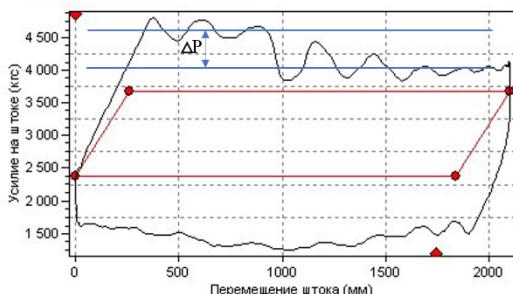


Рисунок 4 – Пример динамограммы со ступенькой

Примеры расчёта забойных давлений по предложенной методике. Исследования по проверке методики провели на скважинах 440 НГДУ «Бавлынефть» и 2046 НГДУ «Ямашнефть», т.к. по этим скважинам имелись записи забойных давлений, замеренные с помощью автономных манометров, и соответствующие динамограммы на трех разных режимах работы каждой скважины, и скважине 7353, где установлен глубинный измерительный

комплекс (ГИК) с работой и расчётами на одном режиме. Средняя величина отклонения расчётных величин от замеренных автономным манометром по семи расчётам составила 3,95 %. Значения давления по верхнему пласту также брали по записям манометров. В скважине 935а НГДУ «Елховнефть», где манометр работал только по нижнему пласту, провели расчёты с определением забойного давления верхнего пласта эхометрированием (рисунок 5).

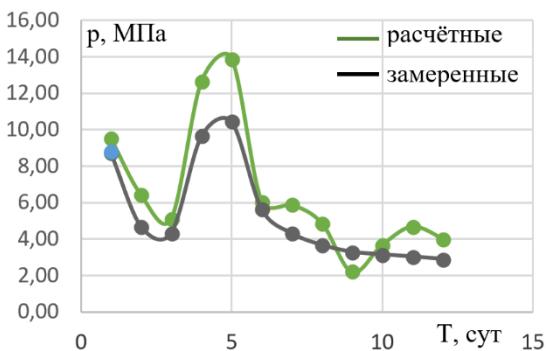


Рисунок 5 – Изменения давления в скважине 935а по замеренным и расчётыным точкам

Разработка комплексного глубинного прибора для определения параметров работы пластов

С целью непосредственного измерения основных параметров работы однолифтовой установки, совместно с «ТНГ-Групп» был разработан комплексный прибор «КРОТ-ОРЭ», который содержит датчики давления в межтрубном и подпакерном пространствах, расходомер турбинного типа, влагомер (ёмкостный) и термометр для измерения температуры продукции нижнего пласта. Приборы испытаны в двух скважинах: один в скважине 2490, где внедрена установка для ОРЭ с дифференциальным насосом и раздельным подъёмом продукции пластов, другой – в скважине 7353, где работает однолифтовая установка. На скважине 7353 кроме записи изменения забойного давления в межтрубном пространстве с помощью прибора проведены измерения этого же давления с помощью эхолота. В среднем расхождения результатов по 17 замерам составляют около 16 %, что в общем приемлемо для эхометрирования.

В последствии на основе этого прибора разработали несколько разных модификаций, которые в довольно значительных объёмах применяются на объектах «ПАО Татнефть».

Таким образом, разработана методика определения забойных давлений при работе однолифтовой установки для ОРЭ. Предложен глубинный измерительный комплекс (ГИК) для определения основных параметров работы пластов при работе однолифтовой установки.

В четвёртой главе приведены результаты исследования работы однолифтовой установки на разных режимах с помощью ГИК. Анализ барограмм с посупочной регистрацией показаний выявил, что на многих скважинах кривая записи давления имела значительную ширину, особенно у подпакерного пласта (рисунок 6). Предположили, что это какие-то изменения забойных давлений.

Исследования с посекундной индексацией (рисунок 7) выявили, что эти изменения циклические и происходят в течение одного полного хода плунжера насоса, отображая изменения забойных давлений за один цикл. Циклические изменения забойного давления для подпакерного пласта наблюдаются практически во всех скважинах с ГИК на длительных кривых изменения давления, составляя в среднем 0,26 МПа

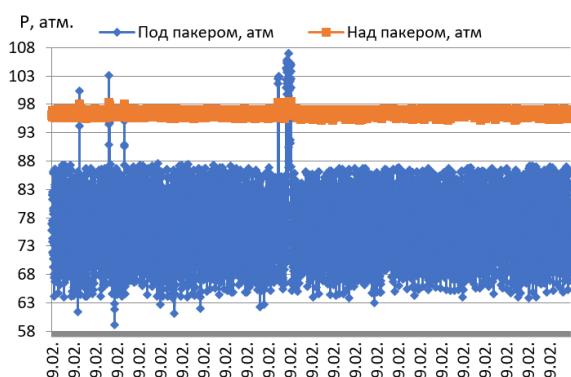


Рисунок 6 – Пример записи давлений на ГИК

и может достигать 8 МПа. Причинами пульсаций давления являются малый

объем подпакерного пространства и малая сжимаемость флюида при отсутствии газа, в результате чего приток жидкости из пласта не успевает за движением плунжера или наоборот.

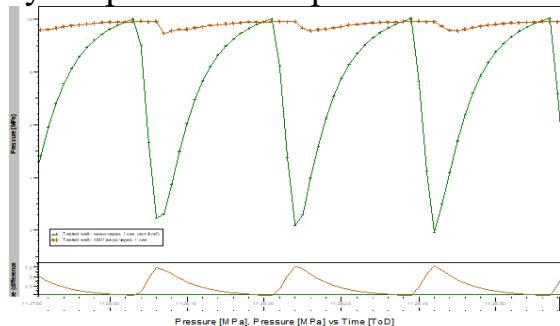


Рисунок 7 – Посекундная запись изменений давления на ГИК

Определяющим фактором является сжимаемость флюида, появление газа приводит к резкому увеличению сжимаемости по сравнению со сжимаемостью жидкости. Объём подпакерного пространства, а также производительность установки и продуктивность пласта оказывают значительное влияние только при нахождении в подпакерной области

жидкости без газа. Наличие значительных пульсаций давления и их отличие от пульсаций для надпакерного объекта является дополнительным признаком герметичности глубинно-насосного оборудования. С целью изучения процессов изменения забойных давлений, были проведены исследования в скважине оборудованной однолифтовой установкой с ГИК. Велась поsekундная регистрация данных забойных давлений при работе однолифтовой установки в скважине №4801 НГДУ «Прикамнефть». Исследования проводились при разных режимах отбора продукции пластов. Для этого выбрали скважину с наибольшей амплитудой изменения забойного давления. На ней в течение четырех часов произвели изменения частоты качаний привода штангового скважинного насоса (ПШСН) с 3,4 качаний в минуту до 0,9 с помощью частотно-регулируемого электропривода (ЧРЭП) (рисунок 8).

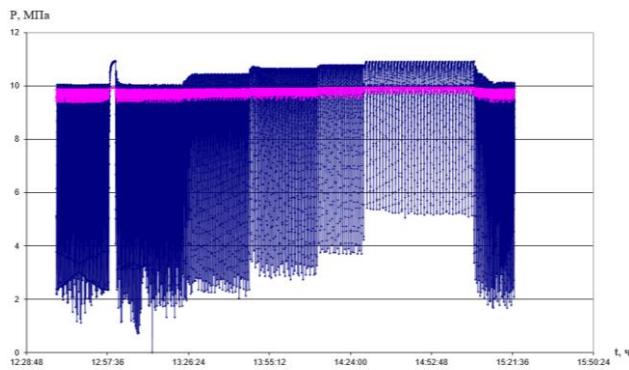


Рисунок 8 – Запись показаний забойных давлений для верхнего и нижнего объектов скважины 4801 при изменении частоты качаний ПШСН

Полученные данные по изменению амплитуды пульсаций от числа качаний скважины 4801 представлены в таблице 5. Для изучения происходящих процессов выбрали наиболее типичные (часто повторяющиеся по виду) циклы качаний для двух частот: 3,4 – на этой частоте качаний происходит эксплуатация скважины и 0,9 – где максимальное превышение нижнего забойного давления над верхним. На графиках (рисунки 8 и 9) разместили кривые изменения забойных

давлений за один полный ход и соответствующую динамограмму, полученную наложением разнесённой по времени соответствующей динамограммы (динамограмма приблизительная, построенная по характерным точкам). Рассмотрим подробно каждый из графиков.

Таблица 5 – Зависимость амплитуды пульсаций от числа качаний скважины 4801

| | | | | | | |
|---|------|------|-----|------|------|------|
| Число качаний, 1/мин | 3,4 | 2,6 | 2,0 | 1,5 | 0,9 | 3,4 |
| Амплитуда пульсаций давления под пакером, МПа | 7,82 | 7,76 | 7,3 | 7,01 | 5,51 | 7,82 |

Работа при частоте 3,4 мин⁻¹ (рисунок 9).

1-й участок – на динамограмме прямолинейный, идёт растяжение штанги. Плунжер ещё не движется; забойное давление продолжает расти и даже давление нижнего пласта немного превышает давление верхнего.

2-й участок – плунжер пришёл в движение, начался отбор жидкости из нижнего пласта – давление нижнего пласта снижается, т.к. приток меньше отбора, давление верхнего пласта продолжает расти. Усилие на динамограмме растёт, т.к. уменьшается забойное давление нижнего пласта. Плунжер доходит до бокового всасывающего клапана. Основной всасывающий клапан закрывается, т.к. забойное давление верхнего пласта (ЗДВП) намного больше нижнего в этот момент. Давление в цилиндре насоса становится близким к забойному давлению верхнего пласта, усилие на динамограмме резко снижается, вызывая некоторые колебания штанговой колонны, и становится примерно соответствующим ЗДВП.

3-й участок – идёт отбор жидкости верхнего пласта, т.к. открыт боковой клапан, а основной закрыт, ЗДВП падает. Забойное давление нижнего пласта (ЗДНП) начинает расти, т.к. отбора с нижнего пласта нет, а приток есть.

4-й участок – движение плунжера вниз. При достижении верхней мертввой точки начинается движение штанг и плунжера вниз, выразившееся в приблизительно прямолинейном участке динамограммы.

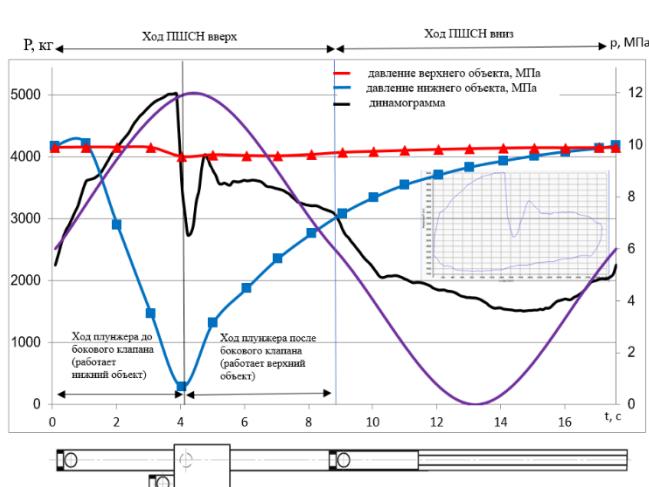


Рисунок 9 – Изменение давлений за один цикл качаний с наложением развёрнутой динамограммы и графика скоростей движения штанг на скважине 4801 при частоте 3,4 мин⁻¹

В отсутствие отборов продукции продолжается рост забойных давлений у обоих пластов. При этом к концу хода ЗДНП сравнивается с ЗДВП и, как было видно в начале цикла, даже немного превышает его. Несмотря на значительные изменения ЗДНП, установка выполняет функции – перетока жидкости нет, т.к. превышение ЗДНП над ЗДВП произошло в начале хода плунжера вверх, т.е. в цикле работы по нижнему пласту, когда между основным и боковым клапанами находится плунжер и переток невозможен.

Следует обратить внимание на необычный вид динамограмм: после участка растяжения штанг продолжается рост нагрузки с постепенным закруглением, т.к. одновременно с не мгновенным снижением подплунжерного давления в цилиндре насоса продолжается и растяжение штанг. Вообще, вид динамограммы с объяснением достоин внесения его в каталог типичных динамограмм.

На рисунке 10 показан полный ход плунжера с частотой качаний $0,9 \text{ мин}^{-1}$, приведена соответствующая динамограмма. Внешне по конфигурации и нагрузкам динамограмма почти не отличается от предыдущей. Но цикл длится

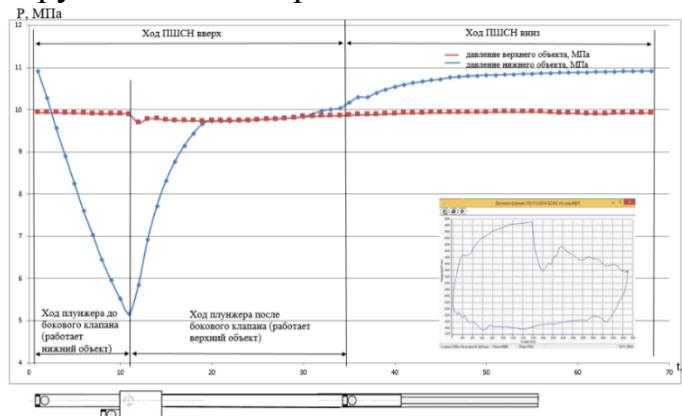


Рисунок 10 – Изменение давлений за один цикл качаний с на скважине 4801 при частоте качаний $0,9 \text{ мин}^{-1}$

клапан на плунжере, всасывающие клапаны закрываются и забойные давления растут по отдельности. Таким образом, когда ЗДНП сравнивается с ЗДВП, основной всасывающий клапан открывается и вплоть до ВМТ продолжается отбор жидкости с обоих пластов в неизвестном соотношении, т.е. теряется контроль над выработкой пластов.

Этот эксперимент очень наглядно демонстрирует необходимость соблюдения основного принципа работы однолифтовой установки – превышение забойного давления на приёме дополнительного всасывающего клапана насоса над давлением на приёме основного клапана.

В основном на скважинах ЗДНП меняется в незначительных пределах, поэтому режим должен быть подобран при внедрении установки и постоянно контролироваться в ходе эксплуатации, т.к. происходят изменения в пластах. При неправильном режиме не просто теряется дебит и происходит недобор нефти, а теряется контроль над разработкой пластов. Поэтому важной задачей является не только правильная настройка установки, но и совершенствование конструкции

Исследования показали, что при малых объемах подпакерного пространства, малой сжимаемости подпакерной жидкости (вода, отсутствие газа, величина давления выше давления насыщения), наличии притока забойное давление у нижнего подпакерного пласта может меняться в течение одного цикла в значительных пределах, и при некоторых условиях, достигать 7–8 МПа, неправильная настройка работы однолифтовой установки может приводить не только к недоборам нефти, но и к потере контроля над разработкой.

почти в четыре раза дольше. Работа по всем участкам происходит примерно так же, но поскольку плунжер движется медленнее и снижение ЗДНП при отборе с нижнего пласта меньше, то ЗДНП восстанавливается до величины ЗДВП на участке отбора с верхнего пласта. После этого кривые остаются на одном уровне вплоть до приближения к верхней мертвоточке (ВМТ), когда открывается нагнетательный

В пятой главе приведены результаты совершенствования однолифтовой установки созданием установок для ОРЭ на основе разделительного поршня. Предложено использовать свободный разделительный поршень, который перемещается в цилиндре между всасывающими клапанами под действием плунжера или создаваемых им перепадов давлений. На этой основе было создано 4 вида установок для ОРЭ, защищённых патентами на изобретения.

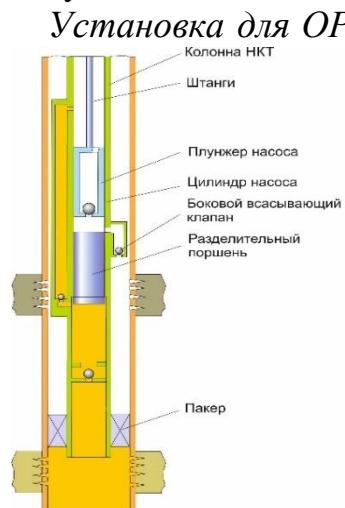


Рисунок 11 – Схема установки для ОРЭ с разделительным поршнем и смешением продукции

(рисунок 11) работает следующим образом. При движении плунжера насоса вверх между ним и разделительным поршнем создается разрежение, под действием которого разделительный поршень перемещается за плунжером. Продукция нижнего пласта через основной всасывающий клапан поступает в корпус насоса, в полость между основным всасывающим клапаном и разделительным поршнем. При достижении верхним торцом поршня бокового клапана он останавливается из-за упора ограничителя. Одновременно плунжер минует отверстие бокового клапана, и в цилиндр поступает продукция верхнего пласта. При движении плунжера вниз продукция верхнего пласта вытесняется в полость лифтовых труб. При достижении плунжером разделительного поршня они движутся вниз, и продукция нижнего пласта через обводной канал и дополнительный нагнетательный клапан также поступает в полость лифтовых труб. Изменением положения плунжера относительно отверстия бокового клапана можно в определенных пределах изменять соотношение дебитов пластов. На рисунке 12 представлена динамограмма работы установки для ОРЭ с разделительным поршнем и смешением продукции, внедренной на скважине 8036 НГДУ «Елховнефть». Отчетливо видна обратная ступенька, вызванная большим давлением нижнего пласта.

Установка имеет ряд преимуществ перед однолифтовой:

- а) так как всасывающие клапаны разделены поршнем, не обязательно подключение к боковому клапану пласта с большим забойным давлением, что особенно важно, когда пласты недостаточно исследованы;
- б) переналадку для работы одного пласта с целью определения обводнённости продукции можно осуществлять по любому из них или, при необходимости, последовательно по обоим.

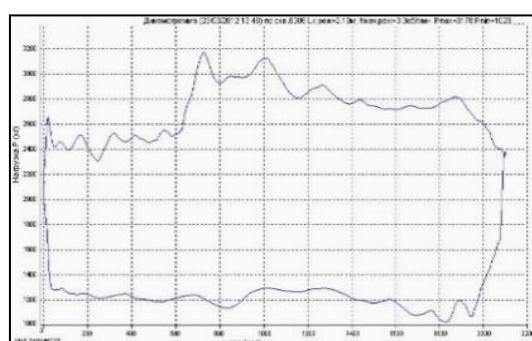


Рисунок 12 – Динамограмма работы установки в скважине 8036 НГДУ «Елховнефть»

Установка с разделительным поршнем и полыми штангами (рисунок 13).

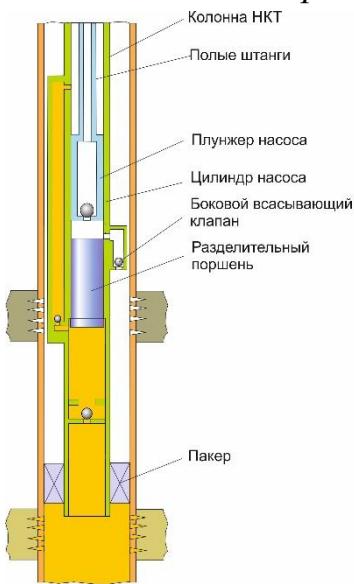


Рисунок 13 – Схема установки с разделительным поршнем и полыми штангами

При движении плунжера вверх установка работает так же, как предыдущая. При движении плунжера насоса вниз нагнетательный клапан открывается, и продукция верхнего пласта вытесняется через плунжер в полость полых штанг. При достижении плунжером разделительного поршня они движутся вниз, вытесняют жидкость нижнего объекта через нагнетательный клапан и обводной канал в полость НКТ. При достижении плунжером нижней мертвоточки цикл повторяется, причем одновременно верхний торец плунжера вытесняет из полости лифтовых труб продукцию нижнего пласта в трубопровод сбора продукции скважин. На устье скважины производят замер количества добытой по каждому пласту в отдельности установкой систем СКЖ на каждый пласт (рисунок 14). Также, как и в установке со смешением продукции, динамограмма установки с разделительным поршнем и полыми штангами может

иметь и обратную ступень, т.е. для ее работы нет необходимости, чтобы забойное давление у бокового всасывающего клапана было больше, чем около основного. На рисунке 15 показаны динамограммы, снятые в скважине 928 НГДУ «Бавлынефть» сразу после запуска (рис. 14 а), и после выхода на режим (рисунок 15 б). Как видно из рисунка 14 а, нагрузка в начале хода плунжера была меньше, чем после прохождения бокового всасывающего клапана, так как забойное давление нижнего пласта было выше верхнего. После выхода на режим (рисунок 15, б) забойное давление у верхнего пласта стало больше, что и привело к изменению вида динамограммы.

Установка позволяет раздельно добывать и поднимать на поверхность продукцию двух пластов, что решает проблемы, связанные с определением дебитов и обводненности их продукции. При этом установка сохранила возможность, как и в однолифтовой, легко изменением положения плунжера менять соотношение дебитов пластов.

Динамограмма у этой установки весьма информативна и позволяет вычислить забойное давление нижнего пласта по ступеньке на динамограмме. Кроме того, наличие только одной лифтовой колонны не препятствует спуску на кабеле прибора для измерения забойных давлений. Но в процессе эксплуатации установок с разделительным поршнем и полыми штангами столкнулись с проблемой малой наработки полых штанг на отказ.



Рисунок 14 – Устье скважины, оборудованной установкой для ОРЭ с разделительным поршнем и полыми штангами

Хотя средняя наработка по всем скважинам с полыми штангами и была около 400 суток, на многих скважинах отмечались обрывы по полым штангам. При этом сама установка доказала свою работоспособность.

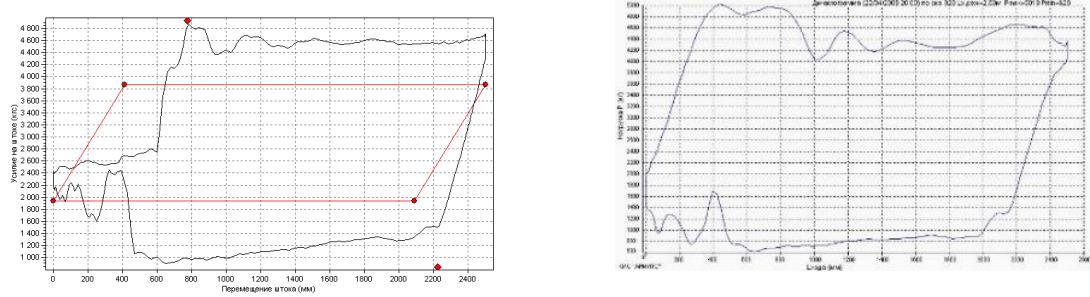
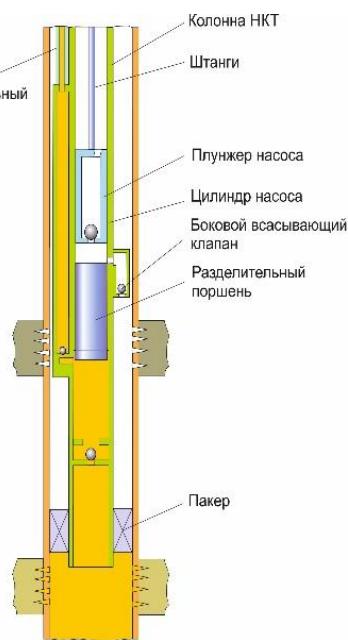


Рисунок 15 – Динамограммы со скважины 928:
в начале работы (а); после вывода на режим (б)

Установка для ОРЭ с разделительным поршнем и дополнительным лифтом (УОРЭ ДЛ). Как уже отмечалось, в установках с полыми штангами наблюдалась малая наработка самих полых штанг. В связи с этим был предложен

вариант подъёма продукции в установках с разделительным поршнем по дополнительному лифту. Данная установка обеспечивает разобщение пластов, возможность раздельной эксплуатации, а также подъем и учет добываемой продукции. Подземная часть установки может быть собрана в двух исполнениях: с параллельным или концентричным расположением лифтовых труб. На рисунке 16 представлена схема установки с параллельным расположением лифтов. Работает установка следующим образом. При движении плунжера вверх установка работает так же, как и две предыдущие. При движении плунжера вниз продукция верхнего пласта вытесняется в полость лифтовых труб. При достижении плунжером отверстия бокового клапана начинается вытеснение жидкости разделительным поршнем, толкаемым плунжером, продукция нижнего пласта через дополнительный нагнетательный клапан попадает в полость дополнительного лифта. При использовании этой установки дебиты

Рисунок 16 – Схема установки для ОРЭ с разделительным поршнем и дополнительным лифтом



пластов определяются методом прямого учета, обводненность – методом прямого замера, забойное давление – по динамограмме и при помощи спуска измерительного прибора. Установка с параллельными лифтами была внедрена в скважине 16126 НГДУ «Ямашнефть». По динамограмме, представленной на рисунке 17, виден момент, когда плунжер упирается в разделительный поршень и вытесняет продукцию нижнего пласта весом штанги. Скважина и динамограмма интересны тем, что при равенстве забойных давлений отсутствует

ступенька на верхней ветви динамограммы, но она есть на нижней – обратном ходе, что позволило бы определить дебиты при смешении продукции.

Установка с разделительным поршнем и подъемом продукции по эксплуатационной колонне (ЭК). При эксплуатации фонда с высоковязкой продукцией столкнулись с

проблемой невозможности подъема вязкой продукции в установках для ОРЭ. Есть фонд скважин, где продукция

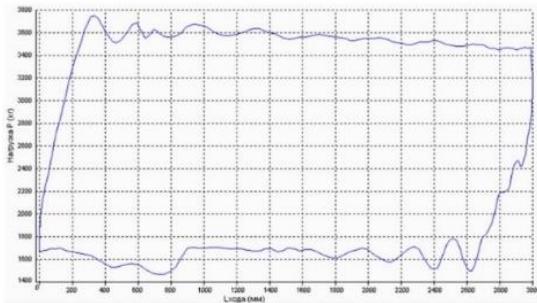


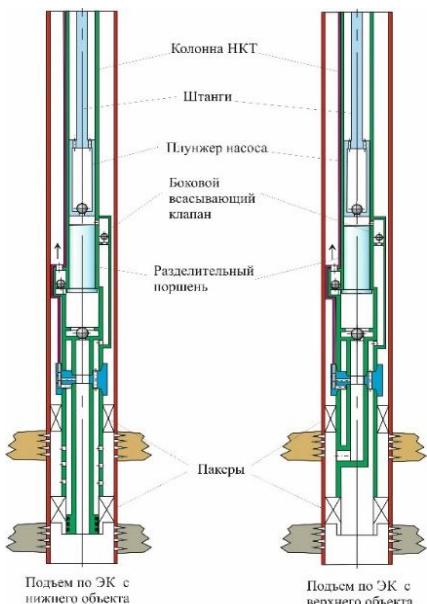
Рисунок 17 – Динамограмма работы установки для ОРЭ с разделительным поршнем и дополнительным лифтом

одного из пластов попадает под льготный налог НДПИ, но при этом обязательно должен быть учет продукции. То есть такие скважины при условии их эксплуатации методами ОРЭ обязательно должны иметь точный раздельный учёт, а это можно сделать при раздельном подъеме продукции по разным каналам. При этом вязкость продукции настолько высока, что она не может подниматься по НКТ

Рисунок 18 – Схема установки для ОРЭ двух пластов с подъёмом продукции по ЭК

малого диаметра. Решением данной проблемы является увеличение сечения каналов для подъёма продукции, а вследствие этого уменьшение скорости потока, гидравлических потерь и образования эмульсии при наличии в продукции воды. Указанная задача решается разработкой установки с разделительным поршнем и подъемом продукции по ЭК (рисунок 18). Работает установка следующим образом. При движении плунжера вверх она работает, как и предыдущие. При движении плунжера вниз продукция верхнего пласта вытесняется через нагнетательный клапан в полость НКТ. После достижения плунжером разделительного поршня они двигаются вместе, вытесняя разделительным поршнем продукцию нижнего пласта через дополнительный нагнетательный клапан в межтрубное пространство, образованное колонной НКТ, ЭК и верхним пакером, до устья скважины.

Таким образом, предлагаемая установка позволяет без применения полых штанг раздельно эксплуатировать два пласта и поднимать раздельно их продукцию. Особенно эффективно будет применение предлагаемой установки в скважинах с высоковязкой продукцией, при этом желательно более вязкую продукцию поднимать по межтрубному пространству. Установка также снабжена измерительным комплексом, позволяющим определять забойное давление обоих пластов



В конце октября 2012 г. установка была внедрена в ОАО «ТНП-Зюзевнефть», в скважине 2312, в которой продукция нижнего, бобриковского, горизонта высоковязкая, имеет льготу по НДПИ и учитывается отдельно, поэтому подъём продукции из этого пласта осуществляется по межтрубному пространству ЭК. Средние показатели по дебиту: верхний башкирский горизонт – 2,3 м³/сут, нижний, бобриковский, со льготой по НДПИ – 2,2. На рисунке 19 представлена динамограмма работы установки на этой скважине.

В шестой главе приведены результаты внедрения усовершенствований. Разработанные методики определения параметров работы однолифтовой установки, включены в РД и используются в работе на постоянной основе. В ПАО «Татнефть» ведется промышленное внедрение установок на основе разделительного поршня. Внедрено более 50 установок, дополнительная добыча от внедрения достигла 193,51 тыс. т. нефти. Экономический эффект от внедрения новых схем ОРЭ с разделительным поршнем составил 238,637 млн руб.

Заключение

1. Разработана методика определения обводнённости продукции пластов для установок ОРЭ со смешением продукции пластов на основе анализа ионного состава вод, признанная изобретением. Установлена достаточная стабильность ионного состава в течение трёх–четырёх лет.

2. Разработана методика определения забойного давления нижнего пласта отделённого пакером, при одновременно-раздельной эксплуатации однолифтовой скважинной насосной установкой, основанный на изменении нагрузки в точке подвеса штанговой колонны при открытии дополнительного всасывающего клапана. Проведены сравнения полученных данных с прямым замером забойных давлений системой постоянного мониторинга.

3. Установлено наличие колебаний забойного давления пласта находящегося под пакером, в течение одного цикла амплитудой до 7–8 МПа и достижение величины забойного давления верхнего пласта, приводящее к неконтролируемой работе обоих пластов в течение одного цикла. Обоснована необходимость разделения всасывающих клапанов.

4. На основе нового технического решения разделения всасывающих клапанов, в однолифтовой установки для ОРЭ с использованием одного СШН с дополнительным всасывающим клапаном, размещением разделительного поршня в цилиндре насоса, свободно перемещающегося под действием плунжера и создаваемого при его движении перепада давлений, между всасывающими клапанами, разработаны технологические схемы ОРЭ в т.ч. с раздельным подъёмом продукции пластов одним насосом, защищённые 2 патентами на изобретение и одним на полезную модель. Широким

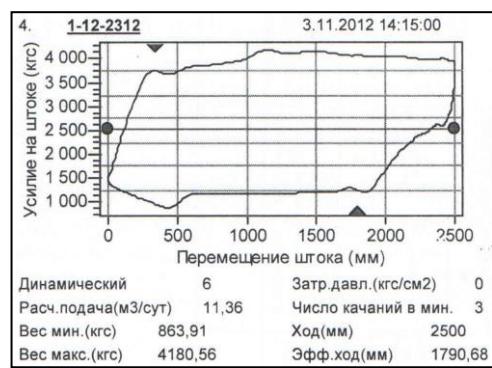


Рисунок 19 – Динамограмма работы установки с разделительным поршнем и подъёмом продукции по ЭК

промышленным внедрением подтверждена их эффективность и работоспособность. Экономический эффект от внедрения новых схем ОРЭ с разделительным поршнем составил 238,637 млн руб.

5. Перспективой дальнейшего развития работы является совершенствование глубинных измерительных комплексов для определения основных параметров пластов при ОРЭ, таких как дебит по пластам, обводнённость продукции. Перспективной также является разработка технологических схем и оборудования для ОРЭ при работе в различных условиях: в горизонтальных скважинах, в скважинах малого диаметра и т.п.

Основные положения диссертации отражены в следующих работах:

Статьи в рецензируемых журналах:

1. Совершенствование метода одновременно-раздельной эксплуатации пластов в ОАО «Татнефть»/ Глуходед А.В., Гарифов К.М [и др.]//Нефтяное хозяйство. – 2009. – № 7. – С. 46-48.

2. Применение одновременно-раздельной эксплуатации пластов в ОАО «Татнефть»/ Глуходед А.В., Гарифов К.М [и др.] //Нефтяное хозяйство. – 2010. – № 7. – С. 55-57.

3. Химико-аналитическая методика определения обводненности пластов при одновременно-раздельной эксплуатации/ Глуходед А.В., Гарифов К.М [и др.]//Нефтяное хозяйство. – 2011. – № 8. – С. 111-113

4. Оборудование для беструбной эксплуатации скважин насосными установками: всегда востребовано, часто вне закона / Ивановский В.Н., Глуходед А.В., Третьяков О.В., Мазеин И.И./Территория «Нефтегаз». – 2022. – № 7-8. – С. 30-36.

Патенты:

1. Пат. 2370641 Российская Федерация, МПК Е 21 В 43/14. Установка для одновременно-раздельной эксплуатации двух пластов [Текст] / Гарифов К.М., Ибрагимов Н.Г., Фадеев В.Г., Заббаров Р.Г., Ахметвалиев Р.Н., Кадыров А.Х., Басос Г.Ю., Рахманов И.Н., Глуходед А.В., Балбошин В.А.; заявитель и патентообладатель ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина. - № 2008123459/03; заявл. 09.06.08; опубл. 20.10.09, Бюл. № 29.

2. Пат. 2449118 Российская Федерация, МПК Е 21 В 47/10. Способ определения обводненности продукции пластов в их смеси [Текст] / Гарифов К.М., Ибатуллин Р.Р., Кадыров А.Х., Глуходед А.В., Кубарев П.Н., Балбошин В.А., Рахманов И.Н., Воронин Н.А.; заявитель и патентообладатель ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина. - № 2010129093/03; заявл. 13.07.10; опубл. 27.04.12, Бюл. № 12.

3. Пат. 112263 Российская Федерация, МПК Е 21 В 43/20. Установка для одновременно-раздельной эксплуатации двух пластов (варианты) [Текст] / Гарифов К.М., Ибрагимов Н.Г., Фадеев В.Г., Ахметвалиев Р.Н., Заббаров Р.Г., Кадыров А.Х., Рахманов И.Н., Глуходед А.В., Балбошин В.А., Воронин Н.А, заявитель и патентообладатель ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина. - № 2011135772/03; заявл. 26.08.11; опубл. 10.01.12, Бюл. № 1.

4. Пат. 133191 Российская Федерация, МПК Е 21 В 43/14. Установка для одновременно-раздельной эксплуатации двух пластов [Текст] / Гарифов К.М., Ибрагимов Н.Г., Фадеев В.Г., Заббаров Р.Г., Ахметвалиев Р.Н., Кадыров А.Х., Глуходед А.В., Рахманов И.Н., Балбошин В.А., заявитель и патентообладатель ПАО «Татнефть»им. В.Д. Шашина. - № 2012106062/03; заявл. 20.02.12; опубл. 10.10.13, Бюл. № 28.

В других изданиях:

1. Новые технические разработки в области КРС. Одновременно-раздельная эксплуатация пластов/Глуходед А.В.,Гарифов К.М [и др.]// Техника и технология разработки нефтяных месторождений : сб. докл. науч.-техн. конф., посвящ. 60-летию разработки Ромашкинского нефтяного месторождения, г. Лениногорск, 15 авг. 2008 г. – М.: Нефтяное хозяйство, 2008. – С. 196-200.

2. Развитие одновременно-раздельной эксплуатации пластов в ОАО «Татнефть»/ Глуходед А.В., Гарифов К.М., Кадыров А.Х., Заббаров Р.Г./Нефтегазовая вертикаль. – 2009. – № 12. – С. 78-80.

3. Commercial Application of Dual Completion Technology/Глуходед А.В., Гарифов К.М [и др.]// Society of Petroleum Engineers: SPE Russian Oil and Gas Conference and Exhibition 2010, 26-28 October 2010, Moscow, Russia. – Moscow, 2010. – Vol. 2. – Р. 1121-1129.

4. Однолифтовая установка ОРЭ с разделительным поршнем и полыми штангами для раздельного подъема продукции/ Глуходед А.В., Гарифов К.М[и др.]// Научно-техническая ярмарка идей и предложений группы компаний «Татнефть», посвященная 60-летию ОАО «Татнефть». Номинации: увеличение нефтеотдачи пластов, добыча нефти и газа, подготовка нефти и газа / ТатНИПИнефть. – Бугульма, 2010. – С. 43-46

5. Оригинальное оборудование для ОРЭ и КРС, применяемое группой сервисных компаний ОАО «Татнефть»/ Глуходед А.В., Гарифов К.М [и др.]// Нефтесервис. – 2010. – № 4. – С. 44-47.

6. Коммерческое использование технологии заканчивания скважин под совместно-раздельную эксплуатацию в компании ПАО «Татнефть»/ Глуходед А.В., Гарифов К.М [и др.]//Нефтегазовая вертикаль. – 2011. – № 2. – С. 64.

7. Результаты внедрения ОРЭ пластов ОАО «Татнефть»/Глуходед А.В., Гарифов К.М., Кубарев П.Н., Балбошин В.А./Последние разработки компании по ОРЭ Инженерная практика. – 2011. – № 3. – С. 4-12.

8. Разработки ПАО «Татнефть»для одновременно-раздельной эксплуатации пластов / Глуходед А.В., Гарифов К.М [и др.]//Инженерная практика. – 2012. – № 8. – С. 54-62.

9. Исследования работы установок для одновременно-раздельной эксплуатации пластов в скважинах малого диаметра/ Ибрагимов Н.Г., Гарифов К.М., Кадыров А.Х., Глуходед А.В., Иктисанов В.А., Рахманов И.Н., Балбошин В.А// Сборник научных трудов ТатНИПИнефть / ОАО «Татнефть». – М.: Нефтяное хозяйство, 2014. – Вып. 82. – С. 249-255.

10. Результаты внедрения и новые схемы одновременно-раздельной эксплуатации в ОАО «Татнефть»/ Гарифов К.М., Кадыров А.Х., Глуходед А.В., Рахманов И.Н./Инженерная практика. – 2014. – № 1. – С. 18-23
11. Татнефть: результаты внедрения и развитие ОРЭ / Глуходед А.В., Гарифов К.М [и др.]//Нефтегазовая вертикаль. – 2014. – № 17-18. – С. 87-90.
12. Развитие одновременно-раздельной эксплуатации пластов в ПАО «Татнефть»/Глуходед А.В., Балбошин В.А./ Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., приуроченной к 60-летию высшего нефтегазового образования в Республике Татарстан, 28-29 окт. 2016 г. – Альметьевск : АГНИ, 2016. – Т. 1. – С. 353-357.
13. Результаты, опыт эксплуатации и современное направление развития установок для ОРЭ в ОАО «Татнефть»/Глуходед А.В., Балбошин В.А./Инженерная практика. – 2015. – № 2. – С. 14-24.
14. Результаты внедрения и новые схемы ОРЭ на объектах ПАО «Татнефть»/ Глуходед А.В., Балбошин В.А //Инженерная практика. – 2016. – № 5. – С. 4-13.
15. О технологии ОРЭ и опыте эксплуатации / Глуходед А.В., Мотин А.А./Инженерная практика. – 2017. – № 1-2. – С. 110-116
16. Развитие одновременно-раздельной эксплуатации пластов в ПАО «Татнефть»/Глуходед А.В., Балбошин В.А// Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., 25-28 окт. 2017 г., г. Альметьевск. – Альметьевск: АГНИ, 2018. – Т. 1. – С. 72-78.
17. ОРЭ пластов в ПАО «Татнефть»/Глуходед А.В./ Инженерная практика. – 2020. – № 3. – С. 56-59