

**АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ НЕФТЯНАЯ
АКАДЕМИЯ
НИИ «ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕФТИ, ГАЗА
И ХИМИЯ»**

На правах рукописи

МАМЕДОВА ЕВГЕНИЯ ВЛАДИМИРОВНА

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ГАЗОЖИДКОСТНЫХ СИСТЕМ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ГАЗЛИФТНОГО ПОДЪЕМНИКА**

**Специальность: 2003.01 - Механика жидкости, газа и
плазмы**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**диссертации на соискание ученой степени
доктора философии по технике**

Баку 2014

Работа выполнена в НИИ «Геотехнологические Проблемы Нефти, Газа и Химия» при Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии (АГНА)

Научный руководитель:

доктор технических наук,
профессор, академик РАЕН

Т.Ш.Салаватов

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор

М.Н.Велиев

доктор физико-математических наук,
профессор

В.Д.Гаджиев

Ведущая организация:

Бакинский Государственный Университет
НИИ Прикладная математика

Защита состоится 26 сентября 2014г. в 11-00 часов на заседании Диссертационного Совета D 02.111 при НИИ «Геотехнологические проблемы нефти газа и химия» при АГНА по адресу: AZ 1010, г.Баку, ул.Д.Алиевой, 227

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии

Автореферат разослан 20 июня 2014г.

Ученый секретарь
Диссертационного Совета,
кандидат технических наук

Г.К.Гаджиев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Значение «черного золота» невозможно переоценить в современной промышленности. Нефть была, есть и в обозримом будущем останется самым востребованным энергетическим ресурсом и на сегодняшний день не имеет альтернативы. Нет ни одной отрасли народного хозяйства, которая могла бы существовать и развиваться без продуктов переработки нефти.

Как известно, в процессе разработки нефтяных месторождений газлифтный способ эксплуатации занимает значительный период в общем сроке эксплуатации скважин. Газлифт является одним из способов добычи нефти для длительно разрабатываемых нефтяных месторождений, как наиболее рациональный, надёжный, экономически эффективный и полностью автоматизированный метод.

Проблемам газлифтного способа эксплуатации посвящены многочисленные работы теоретического и практического характера. Однако, несмотря на полученные результаты, коэффициент полезного действия газлифтного подъемника продолжает оставаться невысоким.

Для повышения эффективности работы газлифтных скважин в условиях рыночной экономики необходимо уделять внимание выбору оптимального режима работы газлифтного подъемника. Для решения этой задачи необходимо учитывать системный подход, учитывающий элементы, входящие в систему «пласт-скважина». При этом необходимо иметь в виду, что, несомненно, на процесс лифтирования продукции скважины будут оказывать влияние реологические и реофизические свойства нефтей. При применении новой технологии процесса разработки и добычи нефти газлифтным способом необходимо учитывать и реофизическое поведение высоковязких аномальных нефтей.

Возникает необходимость, опираясь на гидродинамические особенности скважины, пласта и реофизических свойств нефтей, разработки методологических основ для определения характерных параметров совместной работы системы «скважина-пласт», что дает возможность уточнить объем компримированного газа в газлифтный подъемник, что и предопределяет актуальность темы диссертационной работы.

Цель работы. Влияние реофизических свойств газожидкостных систем на повышение эффективности газлифтного способа добычи нефти с учетом регулирования технологических процессов.

Основные задачи исследования. Для достижения поставленной цели необходимо решение нижеперечисленных задач:

1. Анализ особенностей исследования эксплуатации газлифтных скважин и выявление характерных параметров совместной работы системы «пласт-скважина».

2. На основе стендово-промысловых исследований и математической обработки полученных результатов разработать методику расчета движения в трубе подъемника газо-жидкостной смеси.

3. Разработка методологических основ по принятию решения для установления технологического режима работы газлифтных скважин.

4. Экспериментальные исследования реофизических свойств нефтей и влияние полученных результатов на повышение коэффициента производительности газлифтного подъемника.

5. Ротовискозиметрические исследования пластовых флюидов и проведение на их основе диагностирования режимов работы скважин.

Методы решения поставленных задач. Поставленные в диссертационной работе задачи решались применением теоретических основ гидрогазодинамики при анализе результатов промысловых данных, с использованием экспериментальных подходов по изучению структурно-механических и реофизических свойств неньютоновских нефтей на основе ротовискозиметрических исследований, а также современных методов информационно-компьютерной технологии.

Научная новизна.

1. Разработана методика расчета движения в подъемнике газо-жидкостной смеси на основе стендово-промысловых исследований и проведения математической обработки полученных результатов.

2. Разработана методологическая основа определения характерных параметров совместной работы системы «пласт-скважина», что дает возможность уточнить объем компримированного

газа в газлифтный подъемник, с учетом гидродинамических особенностей скважины и пласта. Предложенная методика дает возможность решать задачу расчета газлифтного подъемника в кооперации совместной работы пласта и скважины.

3. На основе результатов ротавискозиметрического анализа ньютоновских и неньютоновских нефтей произведено диагностирование режимов работы газлифтных скважин. Разработана упрощенная методика, позволяющая определять время релаксации вязкоупругих нефтей при различных температурах.

Практическая ценность работы. Результаты, полученные в предлагаемой диссертационной работе являются развитием научно-технического направления в эксплуатации неньютоновских нефтей газлифтным способом разработки.

Разработана упрощенная методика исследования газлифтных скважин без остановки работы подъемника, применение которой в определенных условиях является единственно возможным решением получения информации.

Предложенная методика повышения эффективности работы газлифтных скважин с учетом реологических свойств нефтей, позволяет расчетным методом определить необходимые параметры лифта, значения которых отличаются от замеренных данных на 2,5% (при коэффициенте корреляции 0,9). Это даёт право применять разработанную методику для решения многочисленных задач газлифтной эксплуатации.

Произведенные расчеты позволили сделать заключение, что темпы изменения давления в пористой среде и в подъемнике незначительны. Поэтому, свойства неньютоновской нефти при данных условиях не будут меняться и при выходе на поверхность сохраняют свои пластовые значения.

На основе данных ротационного вискозиметра построена зависимость $1/\eta_{\text{эф}}^2 = f(\tau^2)$, по которой выявлены границы вязких (линейных) и вязкоупругих (нелинейных) свойств испытуемой жидкости при различных температурах.

Данный анализ дает возможность с достаточной степенью достоверности с учетом термобарического состояния системы «пласт-скважина» определить темпы отбора флюидов, обеспечивающих сокращение энергоресурсозатрат.

Предложенный подход позволяет более обоснованно принять решение по выбору и регулированию режимов работы скважин с условием минимизации затратных вложений без применения дорогостоящих технологий процесса эксплуатации скважин, продуцирующих высоковязкими нефтями.

Основные положения диссертационной работы нашли отражение в Акте о внедрении исследований по выявлению влияния реофизических свойств нефти на производительность газлифтного подъемника. Предложенная методика, примененная в НГДУ «Нефт Дашлары» на скв.№1143, 1225,1072,1133,1148 повысила производительность на 15%, что позволяет рекомендовать ее к применению на практике.

Апробация работы.

Основные положения диссертационной работы докладывались на:

1. Международной научно-практической конференции «Современные проблемы нефтегазового комплекса Казахстана», Актау, Казахстан, 2011.

2. Международной научно-технической конференции «Нефть и Газ Западной Сибири», Тюмень ГНГУ, 2011.

3. Международный семинар «Ньютоновские системы в нефтегазовой отрасли», посвящен памяти выдающегося ученого, педагога и общественного деятеля, академика А.Х.Мирзаджанзаде, г.Уфа, 2012

4. Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие нефтегазового комплекса Казахстана», Актау, Казахстан 2013.

Публикации. По результатам исследований по теме диссертации опубликовано 9 работ .

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, основных выводов и рекомендаций, списка использованной литературы. Диссертационная работа изложена на 149 страницах, содержит 5 таблиц, 10 рисунков и списка литературы, включающего 152 наименования.

Автор выражает искреннюю благодарность и признательность научному руководителю Академику РАЕН, д.т.н., профессору Салаватову Т.Ш. за постановку задач, ценные замечания и обсуждение полученных результатов, а также коллективу кафедры

«Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений" АГНА за содействие и внимание в процессе выполнения диссертационной работы.

Содержание работы

В введение дается обоснование актуальности темы представленной диссертационной работы, и показаны пути решения задач по влиянию реофизических свойств газожидкостных систем на повышение эффективности газлифтного подъемника с учетом регулирования технологических процессов.

Первая глава посвящена обзору современного состояния процесса газлифтной добычи нефти и произведен обобщающий анализ исследовательских работ влияния реофизических свойств нефти на работу газлифтных скважин .

В мировой и отечественной литературе представлено большое разнообразие математических моделей газлифтных подъемников и методик расчета движения газожидкостной смеси в вертикальных трубах. Особое внимание уделено вопросу изучения реологии и реофизики аномальной нефти, ее структурообразованию и влиянию на работу газлифтного подъемника.

Анализ особенностей исследовательских работ, посвященных повышению производительности газлифтного подъемников, показал, что опубликованный материал можно разделить по цели решения следующих задач:

- приведение компьютерного моделирования периодического и непрерывного газлифта с использованием разработки математических моделей, и компьютерных программ позволяющих решить задачу численного анализа режимов работы промыслового газожидкостного подъемника при его эксплуатации;

- регулирование режимов работы газлифтных скважин, с учетом гидродинамических особенностей системы «пласт-скважина»;

- усовершенствование оборудования газлифтного подъемника датчиками, сильфонными клапанами, конструкции для малогабаритных неглубоких скважин (до 800м), а также сверхглубоких скважин в морских условиях;

- изучение влияния реологических и реофизических свойств нефти на движение системы многокомпонентной газожидкостной смеси в газлифтном подъемнике и на производительность самого лифта.

Изучением этих вопросов занимались: А.Х.Мирзаджанзаде, М.Т.Абасов,, З.Я.Аббасов, Э.Х.Азимов, И.А.Аметов А.А.Арманд, Р.Н.Бахтизин, Х.М.Гамзаев, Г.Г.Гумбатов, Р.С.Гурбанов, Ф.А.Гусейнов, Л.П.Дейк, Г.И.Джалалов, Т.М.Ибрагимов, Ш.З.Исмаилов, М.А.Камилов, А.Д.Кузьмичев, , А.М.Кулиев, А.М.Мамедов, Т.М.Мамедов, М.А.Мохов, К.В.Мукук, , Ф.Б.Нагиев, Р.И.Нигматулин, Н.Б.Нуриев, А.Р.Поладов, Э.Э.Рамазанова, А.М.Расулов, Т.Ш.Салаватов, Р.М.Саттаров, В.А.Сахаров, А.С.Стреков, А.М.Хасаев, М.М.Хасанов, А.А.Ширин-заде, С.А.Ярмамедов и другие. В публикациях излагаются методы воздействия на систему «пласт-скважина» для повышения эффективности работы газлифтных скважин на основе регулирования параметров подъемников и реологии добываемого флюида.

В последние годы с развитием информационной технологии все больше внимания уделяется моделированию процессов газлифтной добычи нефти. Для проведения наиболее точных расчетов движения газожидкостной смеси в подъемниках газлифтных скважин разработано и представлено компьютерное моделирование периодического и непрерывного газлифта. Предложен ряд математических моделей, и компьютерных программ позволяющих решить задачу численного анализа режимов работы промышленного газожидкостного подъемника при его эксплуатации. \

Так представлены к рассмотрению разработанные программные обеспечения PIPESIM, Gusher-1, по которым производится расчет давления по длине подъемника как снизу вверх, так и сверху вниз. С помощью программы SCADA проводились замеры буферного и затрубного давлений, расхода компримированного газа. Но применение этих программ индивидуально в определенных условиях и позволяет произвести более точный расчет с использованием большого числа компонентов.

Возникновения пульсации, присутствующих в газлифтных скважинах при разработке морских нефтяных месторождений, отрицательно влияют на ее производительность, рассматривается в работе. Под руководством академика А.Х.Мирзаджанзаде был разработан расчетный метод определения наиболее устойчивого оптимального режима работы скважины, применяя только значения дебита подъемника, полученные при закачивании разного расхода газа.

Произведены исследования состояния режима работы газлифтного подъемника, на основе синергетической теории информации, а также рассматривался вопрос возникновения неустойчивостей и производился их анализ. Показано, что в газлифтных и компрессорных скважинах, как в открытых системах «скважина-пласт» (вместе с известными процессами) играют важную роль и случайные факторы, флуктуационные системы.

Разработаны новые усовершенствования конструкции газлифтных подъемников. Инновационный способ использования датчиков “Phoenix” для измерения давления внутри подъемника, позволил получить достоверные данные для мониторинга состояния газлифтной скважины, а также для оптимизации добычи нефти.

Большие запасы аномальных нефтей, сложность, возникающая при их добыче, вызывают особый интерес для изучения реологических свойств нефти, т.е. связи между величинами напряжения сдвига, деформации и изменениями их во времени.

Запасы тяжелых высоковязких нефтей в мире в два раза превышают объем запасов залежей ньютоновских нефтей. Этот факт объясняет повышенное внимание исследователей, направленное на проблему добычи аномальных нефтей.

Проведенный обзор выявил ряд вопросов, решение которых требует создание новых методических и технологических основ, скважин с условием минимизации затратных вложений.

Вторая глава посвящена вопросу повышения эффективности газлифтного способа добычи нефти, путём регулирования технологических процессов, с учетом характерных параметров совместной работы системы «пласт-скважина».

Газлифтный способ эксплуатации в определенных условиях является наиболее рациональным, надежным, а иногда и единственно возможным. Это экономически эффективный, экологически чистый и полностью автоматизированный метод добычи нефти.

В данной главе произведена работа, позволяющая развить теорию движения двухфазного потока в газлифтном подъемнике, базирующуюся на основных законах гидродинамики однородной жидкости и газа, используя законы механики однородных систем и многочисленные экспериментальные данные, а также создать обоснованную методику исследования течения смеси. Сочетание результатов исследований локальных и интегральных характеристик

течения потока является наиболее эффективным путем получения ценных результатов для нефтяной практики.

Для оперативного принятия решения по регулированию технологических и гидродинамических показателей работы газлифтных скважин в работе предлагается применение экспресс-метода. Основная идея предлагаемого способа заключается в определении остаточного объема продавочной жидкости в призабойную зону пласта. Это позволяет оценить фильтрационно-емкостные характеристики, аналогично результатам снятия индикаторных диаграмм и кривых восстановления давления.

Предлагаемый подход исключает остановку работы газлифтной скважины, что является значительным фактором в процессе нефтедобычи, и приводит к дополнительным затратам и потере времени.

В работе приводится методика исследования газлифтной скважины при пуске, которая дает возможность более обоснованно принимать решение, а также без дополнительных затрат определять основные показатели пласта и скважины.

Произведен анализ расчета определения объема жидкости при пуске газлифтной скважины. Промысловая практика показывает, что процесс пуска газлифтной скважины – сложный процесс, который включает в себя движение жидкости как в подъемнике, так и в пласте. Для реализации расчетной схемы в работе рассмотрен пуск газлифтной скважины, оборудованной однорядным подъемником, работающим по кольцевой системе

Известно, что эксплуатация газлифтной установки проводится при различных устьевых условиях. По предложенной методике можно определить пусковое давление в газлифтной скважине, работающей по кольцевой схеме, с учетом устьевого давления и объема жидкости, поглощаемого пластом. По рассчитанной методике возможно с учетом заданных параметров регулировать и снижать пусковое давление. По величине поглощаемого пластом объема жидкости можно оперативно оценить коэффициент продуктивности пласта.

Промысловый опыт применения механизированного газлифтного способа показал, что эффективность работы скважин значительно зависит от совместной работы скважины и пласта, определяющей эффективность отбора и технологическую

целесообразность лифтирования флюида. Поэтому необходимо обладать информацией, как о пласте, так и о скважине и решением задач расчета газлифтного подъемника в кооперации совместной работы газлифта и пласта. Такой подход позволяет принимать рациональное решение на основе применения физико-математических моделей, учитывающих основные характеристики газожидкостного потока, и динамические особенности состояния пластовой системы.

Взяв за основу уравнение движения газожидкостной смеси, показаны пути расчета забойного давления. В первом случае при расчете, учитывая устьевые параметры, принимались во внимание термодинамические свойства газа и жидкости при граничных условиях. В другом решении вводится усредненный параметр давления в стволе скважины. Сопоставление промысловых данных и расчетных параметров по разработанным методам, показало, погрешность колеблется в пределах 2 - 5%, что допустимо в практических условиях. Предложенные методики расчета позволяют решить задачу распределения давления по стволу скважины.

Для установления режима работы газлифта выбирается минимальный расход нагнетаемого газа, при котором подъемник работает без выраженной пульсации давления. В этом случае основным свойством установившегося режима является постоянное давление нагнетаемого газа, т.е. рабочего давления. Произведена разработка унифицированного метода расчета расхода компримированного газа, необходимого для поднятия и выноса флюида из подъемника. Получена методика для определения рабочего давления в газлифтной скважине на основе оптимальных показателей газлифтного подъемника.

Предлагаемый метод расчета газожидкостного потока в вертикальной трубе подъемника исключает остановку работы газлифтной скважины, и позволяет более обосновано принять решение по выбору и регулированию режима работы газлифтных скважин, с условием минимизации затратных вложений без применения дорогостоящих технологий.

Третья глава разработке методов исследования реологических и реофизических свойств аномальных нефтей и их влияние на работу газлифтного подъемника.

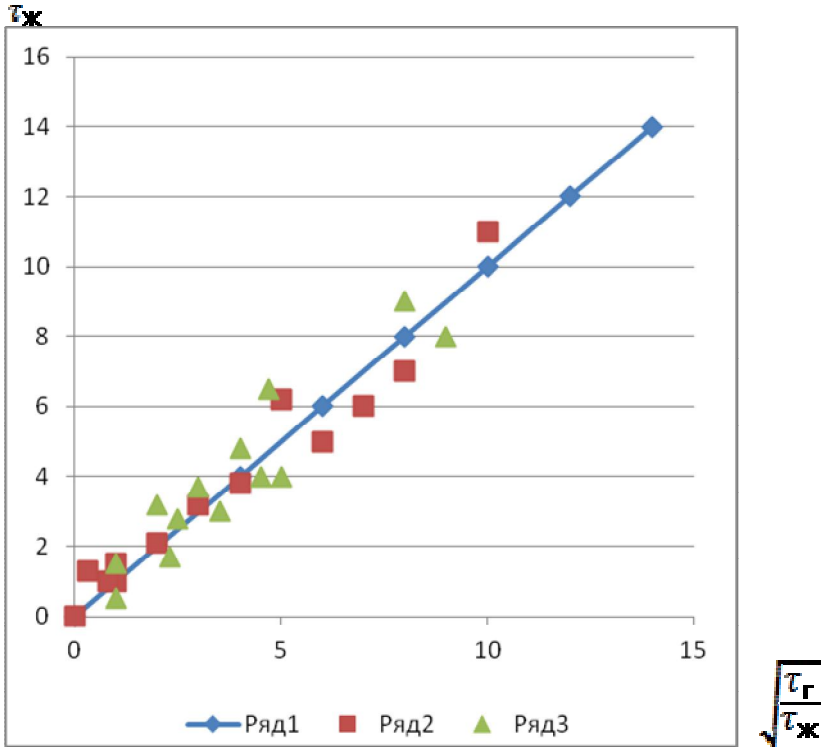
Течение газожидкостных систем в трубах является разделом механики жидкости и газа, представляющим большой интерес для

исследователей. В указанной области проведены многочисленные экспериментальные и теоретические работы. В диссертации приведены результаты по систематизации и анализу проведенных исследований.

В работе впервые показана зависимость, связывающая касательные напряжения соответственно смеси, жидкости и газа.

$$\tau_c - \tau_{ж} - \tau_{г} = k\sqrt{\tau_{ж}\tau_{г}} \quad k=\text{const}, k \quad (1)$$

$$\frac{\tau_c - \tau_{ж} - \tau_{г}}{\tau_{ж}}$$



В работе показано уравнение потерь давления для жидкой и газовой фаз, составляющих газожидкостную смесь:

$$\frac{\Delta P}{\rho_{ж}gL} = \lambda_{ж} \frac{Fr_{ж}}{2} + \lambda_{г} \frac{\rho_{г}}{\rho_{ж}} + \frac{k}{2} \sqrt{\lambda_{ж} Fr_{ж} \lambda_{г} Fr_{г} \frac{\rho_{г}}{\rho_{ж}}}$$

В последнее время одной из актуальных проблем нефтяной промышленности является разработка месторождений высоковязких нефтей, запасы которых существенны. В Азербайджане это такие месторождения как «Грязевая Сопка».

Большие запасы аномальных нефтей, сложность, возникающая при их добыче, явились причиной для изучения реологии нефти, т.е. связи между величинами напряжения сдвига, деформации и изменениями их во времени. Известно, что содержание в углеводородной жидкости относительно большого количества высокомолекулярных соединений таких как парафины, смолы, асфальтены, приводят к образованию пространственных структурных сеток.

К настоящему времени Школой академика А.Х. Мирзаджанзаде накоплен достаточно обширный экспериментальный и промысловый опыт по исследованию особенностей реофизических свойств гетерогенных систем в технологических процессах разработки месторождений высоковязких эмульсионных нефтей, добываемых газлифтным способом эксплуатации.

Реофизика в нефтедобыче, в частности, применяется при диагностировании, учете и использовании реофизических свойств реальных систем нефтедобычи; регулировании реофизических свойств неньютоновских систем; создании технологий принятия решения, обеспечивающих эффективность работы газлифтного фонда скважин.

В работе рассмотрены задачи выявления особенностей процесса лифтирования аномальных нефтей, существенно влияющих на расход рабочего агента, и назначения единых режимов для скважин со сходными геолого-техническими условиями работы и реофизическими характеристиками продуцируемой жидкости.

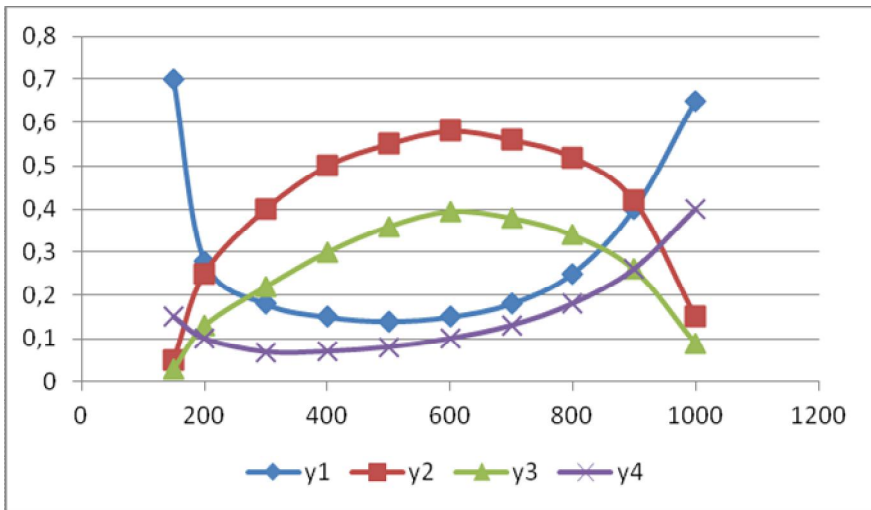
С целью изучения вопроса повышения к.п.д. лифта при добыче неньютоновских нефтей были проведены лабораторные эксперименты на установке.

В качестве испытуемых жидкостей применялись трансформаторное масло плотностью 82кг/м^3 и вязкостью $3,8\text{ мПа}\cdot\text{с}$ и 10-% раствор гудрона в трансформаторном масле.

Известно, что вязкие жидкости при добавке к ним высокомолекулярных соединений гудрона, превращаются в неньютоновскую систему.

Анализ результатов проведенных экспериментов показывают, что при одинаковых темпах изменения давления в пористой среде и подъемнике, дегазация вязкоупругой нефти в пласте затруднена из-за неравномерности этого процесса, и поступающая в скважину нефть содержит повышенное количество пластового газа, который совершает полезную работу при подъеме жидкости. При лифтировании вязкоупругих нефтей исключаются такие явления, как прорыв и проскальзывание компримированного газа, и работа газа приближается к моменту поршневого выдавливания. Поэтому, в скважинах, добывающих вязкоупругие нефти, удельный расход агента меньше, чем в скважинах с обычными вязкими нефтями.

$$R_0 \text{ м}^3/\text{м}^3 \cdot 10^3; Q \text{ м}^3/\text{с} \cdot 10^{-5}$$



$$V_r \cdot 10^{-6}, \text{ м}^3/\text{с}$$

1,3 – трансформаторное масло; 2,4 - трансформаторное масло+10% гудрона

Зависимость удельного расхода рабочего агента R_0 и производительности лифта $Q_{ж}$ от расхода рабочего агента V

Для оценки релаксационных свойств, данные обрабатывались по методике, предложенной М.Кроссом. А также, используя данные ротавискозиметрических исследований, можно определить время релаксации, исследуемого раствора при различных температурах. На основе анализа формулы модуля Юнга и истинной вязкости флюида дано определение времени релаксации:

$$t = \frac{2\sqrt{tg\varphi}}{b} \quad (c)$$

где $b =$, φ - угол наклона прямой к оси абсцисс.

При оценке времени релаксации при лифтировании неньютоновских нефтей установлено, что по мере увеличения температуры отмечается выражение вязкоупругих свойств, что в свою очередь сказывается при этих же условиях на удельный расход рабочего агента, который проявляет тенденцию к росту.

Многочисленные эксперименты показали, что при переходе одного режима движения в другой многие неньютоновские жидкости могут терять свои молекулярные особенности и перейти по своим гидродинамическим свойствам в класс неоднородных систем.

В работе показано модельное представление движения реологически сложных газожидкостных систем. Отмечено, что все модельные подходы, независимо от классификации базируются на касательном напряжении на стенке трубы с учетом характеристик двухфазного газожидкостного потока. Опираясь на уравнение касательного напряжения смеси, с учетом объемно-расходного газосодержания разработана методика расчета изменения скорости потока жидкой фазы в газожидкостной смеси.

Показан расчет потери давления на трение для газожидкостной смеси в трубе. Сопоставимость предлагаемой методики и промышленного материала дало незначительную погрешность ($\pm 3\%$), что подтверждает приемлемость данной методики в практических расчетах.

Для увеличения производительности нефтяных скважин, и в частности газлифтных подъемников, возникла необходимо рассмотреть движение углеводородного флюида по пласту через, так называемые «непроходимые» каналы и поры.

Нанотехнология дает возможность веществу изменять его свойства, манипулируя его атомно-молекулярной структурой.

Ранее в гидродинамике рассматривались вопросы движения флюида в трубках макроскопических размеров. Предполагается, что в микротрубках ($d < 0,0002 \text{ мм}$), при наличии перепада давления, переток жидкости не происходит, так как диаметр трубки приравнивается к диаметру молекулы жидкости.

Теоретические исследования вытеснения нефти водой в микромасштабе дают лишь качественную оценку коэффициента вытеснения, так как равновесные распределения фаз в порах зависят от структуры порового пространства, которая в реальных коллекторах очень сложна и не может быть сведена к простым геометрическим формам.

Особенностью фильтрации вязко-пластичных нефтей является образование значительных по размеру зон неподвижной нефти (так называемых застойных зон) в тех областях пласта, где градиенты давлений малы.

Под руководством профессора Салаватова Т.Ш. был проведен ряд работ по вопросу исследования движения однородной жидкости в нанотрубке. При движении жидкости в нанотрубке сила трения будет находиться в прямой зависимости от количества частиц (молекул), проходящих через нанотрубку, а в трубе - от объемного количества жидкости в ней.

Было предпринято обработать закачиваемую воду электрическим полем, т.е. создать электрический потенциал непосредственно закачиваемой воды. Проведенный анализ позволил сделать вывод о том, что данный метод позволяет увеличить коэффициент извлечения углеводородов из пористой среды, однако при этом следует и учитывать реальную среду нахождения промысловых труб и оборудования.

Были проведены также и исследования циклической закачки воды в пласт, что уподоблялось барообработки неньютоновских жидкостей, приводящих к самоорганизации всей системы, а также комбинации циклической закачки воды с магнитной обработкой.

ОСНОВНЫЕ ВЫВЫЮДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Разработана методика исследования газлифтной скважины с момента пуска. Опираясь на законы гидродинамики, дана зависимость пускового давления от устьевого. Рассчитав объем поглощаемой жидкости и время релаксации был определен объемный расход жидкости в пласт. По зависимости объемного расхода жидкости и перепада давления определен коэффициент продуктивности для конкретного времени. Новая методика дает возможность более обосновано принимать решение и определять основные параметры пласта.

2. Показана возможность определения характерных параметров совместно работы системы «пласт-скважина», что дает возможность уточнить объем компримированного газа, поступающего в газлифтный подъемник, с учетом гидродинамических особенностей скважины и пласта. Установлен алгоритм принятия решений по регулированию режимов работы газлифтных подъемников.

3. Дана методика определения и регулирования пускового давления газлифтного подъемника, работающего по кольцевой схеме, с учетом объема жидкости, поглощаемой пластом и величины устьевого давления. Показана возможность, с учетом заданных параметров, изменять, и соответственно снижать пусковое давление, что приводит к снижению энергозатрат.

4. Получена модель движения реологически сложных газожидкостных систем и методика расчета потерь давления на трение для смеси, движущейся в горизонтальной трубе. Незначительная погрешность при сопоставлении расчетных и измерительных параметров дает право на применение ее в практических расчетах.

5. Исследованы реофизические свойства флюида и оценено их влияние на подъем жидкости на поверхность.

6. По разработанной методике оценки времени релаксации при лифтировании неньютоновских нефтей установлено, что по мере увеличения температуры (в рассматриваемом диапазоне) отмечается

выражение вязкоупругих свойств, что в свою очередь сказывается при этих же условиях на удельный расход рабочего агента, который проявляет тенденцию к росту.

7. Результаты внедрения нашли отражение в Акте о внедрении по НГДУ «Нефть Дашлары» о Акте о внедрении исследований по выявлению влияния реофизических свойств нефти на производительность газлифтного подъемника.

Применение предложенного подхода позволяет принять более обоснованное решение по повышению эффективности газлифтного способа подъема нефти с учетом реофизических свойств газожидкостных систем.

Основное содержание диссертационной работы отражено в следующих работах:

1. Салаватов Т.Ш., Дадашзаде М.А., Мамедова Е.В. Некоторые вопросы регулирования режимов работы газлифтных скважин. // Азербайджанское нефтяное хозяйство - №9, 2011, с.30-32.
2. Салаватов Т.Ш., Дадашзаде М.А., Мамедова Е.В. Определение рабочего давления газа на устье газлифтных сквжин. // Материалы международной научно-практической конференции «Нефть и Газ Западной Сибири», Тюмень ГНГУ, 2011, с.288.
3. Мамедова Е.В. Определение объема жидкости при пуске газлифтных скважин // Материалы международной научно-практической конференции «Современные проблемы нефтегазового комплекса Казахстана», 2011, с.387-389.
4. Салаватов Т.Ш., Дадашзаде М.А., Мамедова Е.В. Оценка величины пускового давления при пуске газлифтных скважин. // Известия высших учебных заведений Азербайджана, 2011, №33(73), с.23-26.
5. Салаватов Т.Ш., Дадашзаде М.А., Мамедова Е.В. Реодинамические особенности двухфазного течения. // Азербайджанское нефтяное хозяйство - №4, 2012, с.30-32.
6. Салаватов Т.Ш., Мустафаев А.А., Мамедова Е.В Исследование газлифтных скважин в процессе их пуска. // Вестник Азербайджанской инженерной академии. Том.5. №1,2013, с.58-63.

7. Салаватов Т.Ш., Мустафаев А.А., Мамедова Е.В. Совместная работа скважины и пласта. // Нефтепромысловое дело.-№1,2013, с.28-30.
8. Османов Б.А., Мамедова Е.В. Особенности лифтирования неньютоновских газожидкостных систем. // Международный семинар «Неньютоновские системы в нефтегазовой отрасли» Посвящен памяти А.Х.Мирзаджанзаде, г.Уфа, 2012, с.97-103.
9. Мамедова Е.В. Нетрадиционный подход к повышению к.п.д. добывающих скважин // Материалы международной научно-практической конференции «Инновационное развитие нефтегазового комплекса Казахстана, Актау 2013, с.288-290.

Личный вклад соискателя

Работы 3 и 9 выполнены самостоятельно, в работах 1,2,4,5,6,7,8 проведены экспериментальные исследования, расчеты, обработка полученных результатов и принадлежит соавторам в равной степени.

Məmmədova Yevgeniya Vladimirovna

**Qazlift qaldırıcısının səmərəliliyinə qaz-maye sisteminin
reolofiziki xassələrinin təsirinin tədqiqi**

Xülasə

Qazlift quyularının işinin səmərəliliyinin artırılması üçün neftlərin reoloji və reofiziki xassələrin təsirini nəzərə almaq vacibdir.

Dissetrasiya işində boruda hərəkət edən reoloji mürəkkəb qaz-maye sisteminin hərəkətinin modeli və qarışıq üçün sürtünmə zamanı təzyiqli itkisinin hesablanma üsulu alınmışdır.

Mədən tədqiqatları əsasında qaz-maye qarışığının hərəkətinin hesablanması üzrə işlənmiş üsul və alınmış nəticələrin riyazi hesablanmasının aparılması quyuda hidrodinamik tədqiqatın fasiləsiz aparılmasına imkan verir.

Quyu və layın hidrodinamik xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla qazlift qaldırıcısında vurulmuş qazın həcmi dəqiqləşdirilməsinə imkan verən və “lay-quyu” sisteminin birgə işinin xarakterik parametrlərinin təyiniyə imkan verən metodoloji əsaslar işlənmişdir. Təklif olunan üsul lay və quyunun birgə işi zamanı qazlift qaldırıcısının hesablanma məsələsini həllə etməyə imkan verir.

Nyuton və qeyri-nyuton neftlərin rotoviskozimetrik analizinin nəticəsi əsasında qazlift quyularının iş rejimlərinin diaqnostikası aparılmışdır. Müxtəlif temperaturalarda özlü-elastik neftlərinin relaksasiya müddətini təyin etməyə imkan verən sadə üsul işlənmişdir.

Təklif olunan yanaşma yüksəközlüklü məhsuldar neft quyularının istismarı prosesində bahalı texnologiyaların tətbiq edilməməsi, qoyulan xərclərin minimuma endirilməsi şərtilə quyunun iş rejiminin tənzimlənməsini və seçilməsini daha da əsaslandırılmış şəkildə qəbul edilməsinə imkan verir.

Mamadova Yevgenia Vladimirovna

Influence research the reophysical properties of gas-liquid systems on efficiency of the gas-lift wells

Abstract

For increase of overall performance of gas-lift wells it is necessary to consider influence rheological and reophysical properties of the oil.

In dissertation work the movement model rheological difficult gas-liquid systems and a method of calculation of losses of pressure upon friction for the mix moving in a pipe is received.

The developed method of calculation of movement in the elevator of gas-liquid mix on the basis of bench and trade researches and carrying out mathematical processing of the received results, allows to make hydrodynamic researches without stopping wells.

The methodological basis of determination of characteristic parameters of collaboration of layer well system that gives the chance to specify the volume of compressed gas in the gas-lift elevator, taking into account hydrodynamic features of a well and layer is developed. The offered technique gives the chance to solve a problem of calculation of the gas-lift elevator in cooperation of layer and a well.

On the basis of results of the rotoviskosimetrical analysis of the newtonian and non-newtonian oil made diagnosing of operating modes of gas-lift wells. The simplified technique, allowing to define time of a relaxation viscoelastic nefty at various temperatures is developed.

The offered approach allows to make reasonably more the decision on a vaybor and a regulftion of operating modes of wells with a condition of minimization of expensive investments without application of expensive technologies of process of operation of the wells, producing by high-viscosity oil.

**AZƏRBAYCAN DÖVLƏT NEFT AKADEMİYASI
“NEFTİN, QAZIN GEOTEXNOLOJİ PROBLEMLƏRİ VƏ
KİMYA” ELMİ-TƏDQIQAT İNSTİTUTU**

Əlyazma hüququnda

MƏMMƏDOVA YEVGENİYA VLADİMİROVNA

**QAZLIFT QALDIRICISININ SƏMƏRƏLİLİYİNƏ QAZ-MAYE
SİSTEMİNİN REOFİZİKİ XASSƏLƏRİNİN TƏSİRİNİN TƏDQIQI**

İxtisas 2003.01 – Maye, qaz və plazma mexanikası

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı 2014