

нет

УДК 622.276

На правах рукописи



Гизбрехт Дмитрий Юрьевич

**ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ
СБОРА НЕФТИ И ГАЗА МЕЛКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Специальность 25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных
и газовых месторождений

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Уфа - 2006

15561 - 107 - 116

Работа выполнена в Дочернем Обществе с Ограниченной Ответственностью «Геопроект» (ДООО «Геопроект»).

Научный руководитель	доктор технических наук Бажайкин Станислав Георгиевич.
Официальные оппоненты:	доктор технических наук Карамышев Виктор Григорьевич кандидат технических наук, профессор Брот Роберт Александрович
Ведущее предприятие -	ООО «КогалымНИПИнефть»

Защита диссертации состоится 26 июля 2006 года в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 222.002.01 при Государственном унитарном предприятии «Институт проблем транспорта энергоресурсов» (ГУП «ИПТЭР») по адресу: 450055, РБ, г. Уфа, Проспект Октября 144/3.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГУП «ИПТЭР».

Автореферат разослан 23 июня 2006 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук



Л.П. Худякова

Общая характеристика работы

Актуальность темы

Решение проблем ввода новых мелких месторождений в короткие сроки с минимальными затратами является важным направлением в повышении эффективности разработки месторождений, ранее считавшихся не рентабельными.

Рентабельность добычи нефти на мелких месторождениях в значительной степени зависит от затрат на строительство и эксплуатацию линейных и площадочных сооружений системы сбора и внешних коммуникаций. Экономические показатели технических решений по обустройству подобных месторождений могут быть оптимизированы за счет укрупнения кустовых площадок, совмещения технологических процессов в аппаратах, сокращения протяженности коммуникаций и совместного транспорта нефти и газа многофазными винтовыми насосами по одному трубопроводу. Экологическая и промышленная надежность технических решений по обустройству мелких месторождений определяется степенью концентрации процессов на одной кустовой площадке и достигаемой при этом автономности.

Поэтому исследования, направленные на разработку научных принципов, позволяющих снизить затраты на обустройство мелких месторождений, ускорить ввод их в эксплуатацию, организовать полную утилизацию попутно добываемого нефтяного газа, повысить эффективность системы сбора и подготовки нефти с использованием многофазных винтовых насосов, являются актуальными для нефтяной промышленности Башкортостана, Татарстана и других регионов Урало-Поволжья.

Цель работы

Совершенствование систем сбора продукции скважин мелких месторождений с применением совместного транспорта нефти и газа многофазными насосами на протяжении всего срока разработки месторождений.

Основные задачи работы

1. Систематизировать схемы сбора и подготовки нефти, газа, воды и определить рациональные границы применения многофазных насосов на месторождениях.
2. Разработать и исследовать новые технологические решения применения многофазных насосов совместно с установками путевого сброса воды на месторождениях, находящихся на поздней стадии разработки.
3. Провести исследования по оценке влияния работы многофазных винтовых насосов на свойства транспортируемой продукции и дальнейший процесс подготовки нефти.
4. Разработать принципиально новую систему сбора и подготовки продукции скважин на мелких месторождениях.

Научная новизна

1. На примере месторождений Республики Башкортостан разработана методика определения потребности нефтедобывающего региона в многофазных винтовых насосах и их подборе для объектов, по которым исходная информация о свойствах нефти и газа определена по одиночным глубинным пробам.
2. Предложен способ ввода в эксплуатацию мелких месторождений в условиях постоянно изменяющихся дебитов и газосодержаний скважинной продукции с применением многофазных винтовых насосов одного типоразмера и оптимизации их совместной работы с установками путевого сброса воды.
3. Впервые экспериментально на действующих промышленных установках показано, что совместный транспорт многофазными винтовыми насосами газированной водонефтяной эмульсии различной обводненности на большие расстояния не ухудшает процесс ее подготовки.
4. Разработана технология промыслового обустройства мелких и удаленных месторождений, позволяющая ускорить ввод нефтяного месторождения в эксплуатацию.

Основные защищаемые положения

1. Новая система сбора и подготовки продукции скважин на мелких месторождениях.
2. Оптимальный режим работы установок путевого сброса сточной воды, трубного исполнения.
3. Способ применения многофазных насосов совместно с установками путевого сброса воды на месторождениях, находящихся на поздней стадии разработки.

Практическая ценность и реализация результатов в промышленности

С использованием новых технологических принципов разработана система сбора и подготовки продукции скважин мелких месторождений с применением многофазных винтовых насосов в течение всего периода разработки. Система сбора состоит из автоматизированной дожимной насосной станции (ДНС), установки путевого сброса воды (УПСВ) и групповых замерных установок с прилегающими скважинами и трубопроводами. Она позволяет транспортировать попутный нефтяной газ совместно с нефтью по одному трубопроводу, снизить затраты на обустройство и ускорить ввод новых месторождений в эксплуатацию.

Результаты исследований внедрены при реконструкции системы сбора Арланского нефтяного месторождения Республики Башкортостан.

Патент автора № 2215931 «Способ сбора продукции нефтяных месторождений с помощью многофазных насосов» использован в проекте реконструкции системы сбора и поддержания пластового давления ЦДНГ-2 и ЦДНГ-3 НГДУ «Арланнефть».

Патент автора № 2243167 «Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод» использован в проекте реконструкции системы сбора и поддержания пластового давления ЦДНГ-4 и ЦДНГ-5 НГДУ «Арланнефть».

Материалы исследований использованы в проектах разработки Арланского, Ардатовского, Гордеевского, Нурского, Туймазинского месторождений.

Апробация работы

Основные положения и результаты работы докладывались на конференциях и семинарах:

- Молодые ученые Волго-Уральского региона на рубеже веков, г. Уфа, 2001 г.;
- Четвертом конгрессе нефтепромышленников России, г. Уфа, 2003 г.;
- Международной специализированной выставке «Нефть. Газ. Технологии – 2004», г. Уфа, 2004 г.;
- Проблемы механики сплошных сред в системах добычи, сбора, подготовки нефти и газа, г. Уфа, 2004 г.;
- Международной специализированной выставке «Нефть и Газ / MIOGE 2005», г. Москва, ВК «Экспоцентр», 2005 г.

Публикации

По материалам диссертации опубликовано 18 научных работ, в том числе 4 патента на изобретение, 2 патента на полезную модель.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, основных выводов, списка литературы из 92 наименований, содержит 153 страницы машинописного текста, 35 рисунков, 9 таблиц и 5 приложений.

Автор выражает благодарность научному руководителю д.т.н., Бажайкину С.Г., коллективу ДООО «Геопроект» и Арланского УДНГ филиала ОАО «АНК «Башнефть» «Башнефть-Янаул» за поддержку и помощь, оказанную в процессе работы.

Содержание работы

Во введении сформулированы основные задачи, цель диссертационной работы, показаны ее новизна, практическая ценность, приведены основные защищаемые положения.

В первой главе на примере месторождений ОАО «АНК «Башнефть» проводится анализ обустройства системы сбора на всех стадиях разработки мелких нефтяных месторождений. Показано, что совместный транспорт нефти и газа характеризуется высокими технико-экономическими показателями.

В нашей стране проблемы совершенствования систем сбора и подготовки нефти детально исследовались: Мищенко И.Т., Гужовым А.И., Голубевым В.Ф., Дьячуком А.И., Емковым А.А., Валеевым М.Д., Корниловым Г.Г., Крюковым В.А., Лутошкиным Г.С., Мавлютовой М.З., Мансуровым Р.И., Медведевым В.Ф., Мирзаджанзаде А.Х., Мошковым В.К., Низамовым К.Р., Позднышевым Г.Н., Репиным Н.Н., Троновым В.П., Юсуповым О.М. и др.

Рассмотрены стадии разработки месторождений и выявлены особенности промыслового обустройства на каждой из них.

Первая стадия характеризуется ростом добычи нефти при небольшой обводненности продукции. На этой стадии разбуривают основной фонд скважин и осваивают системы заводнения. Стадия заканчивается получением максимального уровня добычи нефти. Газ может направляться потребителю по отдельному газопроводу или сжигаться на факеле, а нефть транспортируется, как правило, центробежными насосами на центральный пункт сбора (ЦПС), где готовится до товарных кондиций.

Вторая стадия (поддержания достигнутого наибольшего уровня добычи нефти) характеризуется стабильным высоким уровнем добычи нефти и ростом обводненности и вязкости эмульсий (выше 0,1 Па*с). Поэтому на данной стадии часто возникает необходимость реконструкции ДНС с заменой центробежных насосов на поршневые или винтовые.

Третья стадия (значительного снижения добычи нефти) характеризуется прогрессирующим обводнением продукции переходом к механизированному способу эксплуатации скважин.

Четвертая стадия (завершающая стадия разработки) характеризуется низкими, медленно снижающимися уровнями добычи нефти, высокой обводненностью всех скважин и ростом объема добываемой продукции объектов разработки.

Третья и четвертая стадия разработки сопровождаются резким снижением вязкости продукции скважин вследствие инверсии фаз и коэффициента полезного действия винтовых и поршневых насосов. На последней стадии разработки традиционно проводят реконструкцию ДНС с заменой насосных агрегатов (поршневых, винтовых) на центробежные высокой производительности.

Показано, что на мелких и удаленных месторождениях строительство ДНС традиционного исполнения с нефтепроводом и газопроводом становится экономически нецелесообразным. Более прогрессивным направлением является совместная перекачка нефти и газа по одному трубопроводу с использованием установок перекачки газожидкостных смесей (УПГЖС).

Приводится анализ установок перекачки газожидкостной смеси, используемых для обустройства системы сбора нефтяных месторождений.

На сегодняшний день известны несколько типов установок перекачки газожидкостной смеси:

- бустерные;
- насосы объемного вытеснения;
- центробежный насос с диспергатором;
- винтовые.

Показано, что как в мировой, так и в отечественной нефтедобывающей промышленности все большее применение находят винтовые насосы.

Они позволяют транспортировать продукцию скважин в широком диапазоне вязкости и газосодержания.

Существующие насосы обеспечивают подачу ГЖС от 30 до 300 м³/час. На ряде месторождений данные насосы обеспечивают перекачку суточной добычи за несколько часов. Поэтому добываемое сырье приходится накапливать в резервуарах, где оно остывает в холодное время года, в результате чего повышается вязкость и энергозатраты на перекачку. В процессе заполнения резервуара выделяемый газ и легкие фракции нефти сжигаются на факеле, что приводит к загрязнению окружающей среды и экономическим потерям. Для устранения этих недостатков необходимо обеспечить непрерывную перекачку ГЖС на ЦПС. Поставленная задача может быть решена с помощью насосов малой производительности.

Технология непрерывной перекачки нефти совместно с газом винтовыми насосами позволяет снизить затраты на обустройство месторождения, тем самым обеспечивает возможность ввода в эксплуатацию новых мелких и удаленных месторождений, обустройство которых по традиционной схеме делает их не рентабельными.

Во второй главе представлена классификация залежей нефти по запасам с позиций геологической значимости месторождений и предложена классификация по иному признаку. С точки зрения промышленного обустройства мелкими месторождениями можно считать те, на которых откачка не может осуществляться непрерывно с помощью существующих винтовых насосов минимальной производительности.

Проведен анализ по данным за 2005 год остаточных запасов нефти по месторождениям ОАО «АНК «Башнефть» и установлено, что треть всех запасов находится на мелких месторождениях.

Выявлено 125 месторождений с добычей до 150 тыс.т/год. Эти месторождения характеризуются различной величиной газового фактора.

Для оценки параметров насосов малой производительности, необходимо точно определить объем газожидкостной смеси (состоящей из водонефтяной эмульсии с растворенным в ней газом, свободного газа и водной фазы), поступающей на прием насоса. С этой целью разработана методика оценки

параметров многофазных насосов, позволяющая оценить долю газа и жидкости в составе ГЖС и оценить производительность потенциального насоса.

В методике показано, что при подборе многофазных винтовых насосов для месторождений, по которым исходная информация о свойствах нефти и газа определена по малому количеству глубинных проб и подлежит дальнейшему уточнению, объем газовой фазы на входе в насос с достаточной степенью точности можно оценивать без учета газа, растворенного в нефти, при давлении на приеме насоса.

Анализ месторождений по добычи жидкости и газа позволил определить параметры многофазных двухвинтовых насосов по подаче.

На основании требований ГОСТ 20572–88 «Насосы и агрегаты двухвинтовые» получено, что необходимы насосы с производительностью до $7,2 \text{ м}^3/\text{час}$ ($2,00 \text{ л/с}$), до $18,0 \text{ м}^3/\text{час}$ ($5,00 \text{ л/с}$) и до существующих на сегодняшний день насосов производительностью $35 \text{ м}^3/\text{час}$ (рисунок 1).

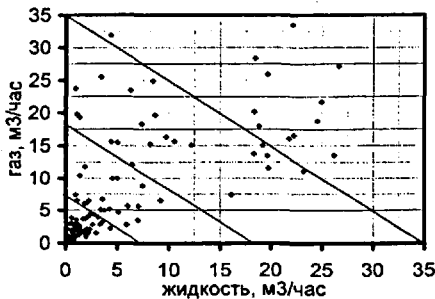


Рисунок 1 – Содержание газа и жидкости в объеме перекачиваемой смеси по мелким месторождениям ОАО «АНК «Башнефть»

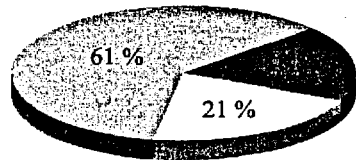


Рисунок 2 – Распределение малых месторождений ОАО «АНК «Башнефть» по объему перекачки газожидкостной смеси (ГЖС)

Из результатов видно, что 104 мелких месторождения расположенных на территории республики Башкортостан (рисунок 2): 61% (63 месторождения) попадает в первый интервал с добычей меньше 7,2 м³/час, 18% (19 месторождений) с добычей от 7,2 до 18 м³/час и 21% (22 месторождения) с добычей от 18 до 35 м³/час, для которых необходимо разработать многофазные винтовые насосы.

Третья глава посвящена исследованию механизма образования эмульсий при перекачке гетерогенных систем винтовыми насосами.

Газожидкостные смеси (ГЖС) в системе сбора представляют собой сложные многофазные системы, физические свойства которых зависят не только от свойств компонентов – нефти, газа и воды, но и от процессов диспергирования и коалесценции, определяемых технологией их сбора и транспорта. Поэтому выбор оборудования и гидродинамических режимов его работы в системе сбора и транспорта газожидкостной смеси должен учитывать необходимость обеспечения условий минимального диспергирования, а, следовательно, предотвращать образование стойких газодонефтяных эмульсий. Перекачиваемая винтовыми насосами водогазонефтяная смесь может эмульгироваться за счет перетоков внутри насоса между рабочими деталями из области высокого давления (нагнетания) в область низкого (приема).

Наличие хотя бы 5-10 % жидкости в объеме перекачиваемой газожидкостной смеси позволяет уплотнять зазоры и поглотить тепло, выделяемое при сжатии газа. При этом перетоки внутри насоса могут рассматриваться, как для жидкой фазы.

Объем утечек зависит от ряда факторов, основными из которых является величина зазора между рабочими поверхностями деталей насоса, которые достигают 0,1 - 0,2 мм, и вязкость жидкой фазы. В работах Гумерова А.Г., Бажайкина С.Г., Рабиновича Г.И. широко исследованы и представлены математические зависимости, описывающие течение жидкости через зазоры между винтами, винтами и обоймой двухвинтового насоса.

В системах сбора и транспорта добываемого углеводородного сырья применяются деэмульгаторы и ингибиторы коррозии, которые являются поверхностно-активными веществами (ПАВ) и оказывают влияние, как на смачиваемость рабочих деталей насоса, так и на свойства водонефтяных эмульсий. Вязкость водонефтяной эмульсии многократно превосходит вязкости ее исходных фаз.

Применяемые в системах сбора и транспорта продукции скважин ПАВы (деэмульгаторы и ингибиторы коррозии) влияют на расходные характеристики винтовых насосов за счет избирательной смачиваемости винтов и обоймы.

На характер поверхностных явлений, происходящих в зазорах внутри насоса, влияют такие характеристики перекачиваемой среды, как поверхностное натяжение на границе металл-нефть, металл-вода, а поверхностное натяжение, в свою очередь, зависит от химических реагентов, применяемых в системе сбора.

Излагаются методология и результаты лабораторных исследований влияния хим. реагентов, применяемых в системах сбора, на величину утечек внутри многофазного винтового насоса и, как следствие, на степень диспергирования перекачиваемой среды.

Механизм перетока через зазоры внутри многофазного винтового насоса исследовался по аналогии течения жидкости в капилляре.

Лабораторные исследования проводились на стенде, представляющем собой: медный капилляр внутренним диаметром 3мм и длиной 1м, соединенный с емкостью (делительной воронкой) объемом 250 мл с притертым краем.

Исследования проводились на полярных и неполярных жидкостях (вазелиновое масло и дистиллированная вода), как без ПАВ, так и с применением деэмульгаторов и ингибиторов коррозии.

В программу исследований входили ряд опытов истечения дистиллированной воды ($\rho_{\text{дв}} = 1\,000 \text{ кг/м}^3$, $\nu_{\text{дв}} = 1 \text{ мм}^2/\text{с}$, $t = 24^\circ\text{C}$) и вазелинового масла

($\rho_{\text{вм}} = 869 \text{ кг/м}^3$, $v_{\text{дв}} = 120 \text{ мм}^2/\text{с}$, $t = 24^\circ\text{C}$). В ходе проведения экспериментов применялись деэмульгатор Сондем 4401 и ингибитор коррозии СНИХ-1004р.

Первый ряд опытов проводился с дистиллированной водой (рисунок 3).

Исследования проводились при температуре 24°C . В ходе эксперимента выполнено по девять последовательных замеров истечения дистиллированной воды через капилляр при различных условиях.

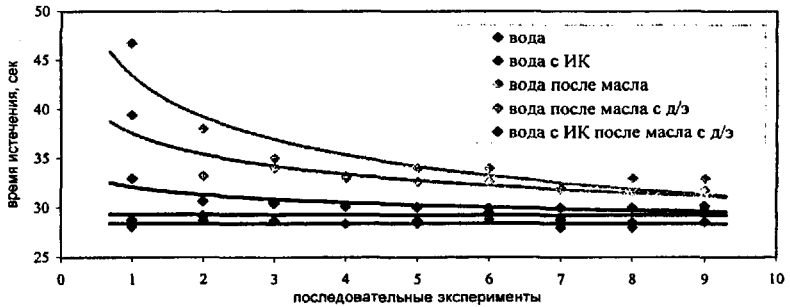


Рисунок 3 – Время истечения дистиллированной воды через капилляр.

Второй ряд опытов проводился с использованием вазелинового масла.

В ходе эксперимента выполнено по девять последовательных замеров истечения вазелинового масла через капилляр при различных условиях (рисунок 4).



Рисунок 4 – Время истечения вазелинового масла через капилляр.

В результате проведенных исследований показано, что:

- истечение водной фазы через зазоры в рабочих органах насоса снижается при предварительном смачивании полярной жидкостью (нефть);
- применение деэмульгаторов в системе сбора нефти улучшают условия работы многофазного винтового насоса, способствуют снижению величины перетоков из области высокого давления в область низкого;
- применяемые в системе сбора нефти ингибиторы коррозии увеличивают величину перетоков через зазоры внутри насоса;
- совместное применение деэмульгаторов и ингибиторов коррозии в системах сбора снижают эффект гидрофобизации нефтью поверхности рабочих органов насоса и способствуют незначительному увеличению перетоков, следовательно, создают условия для эмульгирования за счет штуцирования транспортируемой среды.

Степень диспергирования многофазными винтовыми насосами перекачиваемой газодонефтяной эмульсии оценена по результатам промышленных исследований, выполненных на действующих установках путевого сброса пластовой воды УПС-3 и УПС-4 Арланского нефтяного месторождения.

В состав УПС входит трубный водоотделитель ТВО длиной 100 м и диаметром 1420 мм и многофазная насосная станция МНС на базе двухвинтовых насосов.

На УПС-4 проведена оценка влияния транспорта газодонефтяной смеси, как без многофазного винтового насоса, так и с многофазным винтовым насосом. На УПС-3 проведена оценка работы многофазной винтовой насосной установки при различных режимах работы (с глубиной сброса пластовой воды до 90 % от потенциала и транспортом водонефтяной эмульсии с обводненностью до 30%).

По результатам проведенных исследований влияния транспорта газодонефтяной смеси от УПС-4 до НСП «Ашит» получено, что степень разрушенности на выходе из УПС-4 составила 83 %, а на входе в НСП «Ашит» - 100 %. При повторном отборе и анализе проб были получены результаты по

степени разрушенности эмульсии на выходе из ТВО-4 степень разрушенности составила 73 %, а на входе в НСП «Ашит» - 100 %.

Реологические характеристики эмульсии определяли на реовискозиметре «Реотест-2» при различных температурах по пробам, отобранным на выходе из ТВО-4 и на входе в НСП «Ашит». При температуре 20 и 10 °С были получены кривые течения при различных скоростях сдвига по обем пробам. Исследуемая эмульсия обводненностью 12 %, отобранная на выходе из ТВО-4 при температуре 20 °С, имела вязкость 61 мПа*с, при 10 °С – 110 мПа*с.

На входе в НСП значения вязкости нефти составили при 20 °С - 51 мПа*с, при 10 °С – 104 мПа*с. При повторе испытаний были получены следующие значения вязкости: на выходе из ТВО-4 при обводненности 5,5 % и температуре 20 °С - 47 мПа*с, при 10 °С – 80 мПа*с; на входе в НСП при 20 °С – 46 мПа*с, при 10 °С – 84 мПа*с.

В результате проведенных исследований влияния работы многофазных насосов совместно с ТВО на степень диспергирования газоводонефтяной эмульсии при различных режимах установлено, что газосодержание нефти на выходе винтового насоса выше, чем на приеме насоса (таблица 1).

Таблица 1 – Газосодержание на приеме и выходе винтового насоса

№ № п/п	Обводненность транспортируемой продукции	В нефти, м ³ /м ³			
		прием		выход	
		5 ⁰ С	20 ⁰ С	5 ⁰ С	20 ⁰ С
1	73		1,78		7,33
2	67	2,85	2,13	8,26	8,16
3	55		2,09		8,20
4	32		2,31		8,63

Это явление объясняется диспергирующим действием насоса на перекачиваемую продукцию, в результате чего в нефти оказывается повышенное содержание окклюдированного газа. Остаточное содержание воды в нефтяной фазе потока эмульсии на выходе также выше, чем в пробах на приеме насоса, что также объясняется диспергирующим действием насоса (таблица 2).

Таблица 2 – Свойства эмульсии, отобранной с одного уровня

№№ п/п	Место отбора проб	Обводненность пробы эмульсии, %	Остаточное содержание воды в нефти, %	«Промежуточный» слой (неразрушенная эмульсия), %	Степень разрушенности, %
1	Прием насоса	15	0	0	100
	Выкид насоса	79	0	0	100
2	Прием насоса	14	1	4	100
	Выкид насоса	38	2	4	97
3	Прием насоса	23	0,5	2,9	100
	Выкид насоса	68	0,5	4,5	96

Показано, что при совместном транспорте винтовыми насосами высокообводненной газожидкостной смеси происходит «вбивание» воды и газа в нефтяную фазу потока, т.е. наблюдается образование эмульсии, однако, в присутствии деэмульгаторов эмульсия не стабильна в широком диапазоне изменения обводненности и не оказывает существенного влияния на дальнейший процесс подготовки нефти.

В четвертой главе рассмотрены экологические проблемы мелких нефтедобывающих природно-техногенных комплексов.

Экономическая нецелесообразность строительства ДНС с газопроводом и нефтепроводом на ряде мелких месторождений приводит к необходимости сжигания попутного газа на факеле, что отрицательно воздействует на биосферу и противоречит Киотскому протоколу, ратифицировав который, РФ взяла на себя обязательства по сокращению антропогенных выбросов парниковых газов.

Автором предложена базовая технология обустройства мелких месторождений, позволяющая ускорить их ввод в разработку, свести к минимуму эксплуатационные затраты и устранить сжигание газа на факелах.

Эффективность обустройства малых месторождений в значительной степени зависит от стоимости внешних коммуникаций. Экономические показатели технических решений по обустройству таких месторождений могут быть оптимизированы за счет исключения из технологического процесса целого ряда традиционных операций. Экологическая и промышленная надежность технических решений по обустройству подобных месторождений мо-

жет быть достигнута применением совместного транспорта нефти и газа по коррозионно-стойким трубопроводам без сепарации нефти от газа, без подогрева продукции, химической защиты оборудования от коррозии и т.п.

Многофазная технология транспорта позволяет осуществлять сбор продукции скважин в полном объеме без потерь легких фракций углеводородов, исключая использование сепарационного оборудования и факельного хозяйства, снизить затраты на обслуживание аппаратов, избежать штрафных санкций экологических организаций. Применение системы автоматизации упрощает контроль объектов эксплуатации.

Использование предложенной базовой технологии сбора и транспорта продукции нефтяных скважин характеризуется высокими технико-экономическими показателями и позволяет использовать многофазные винтовые насосы малой производительности (до 35 м³/час) одного типоразмера на всех стадиях разработки (первая очередь строительства) и ускорить ввод месторождения в эксплуатацию, применяя гибкие металлопластовые трубы.

Предложенная базовая технология позволяет транспортировать нефть обводненностью до 30% для дальнейшей ее подготовки до товарной кондиции, что достигается поэтапным вводом в эксплуатацию технологического оборудования. При превышении обводненности 30% вводится в эксплуатацию установка путевого сброса пластовой воды. Сбрасываемая пластовая вода направляется на утилизацию в систему поддержания пластового давления (ППД) непосредственно в районе организации путевого сброса. Принципиальная технологическая схема предлагаемой базовой технологии приведена на рисунке 5. Ввод установки путевого сброса пластовой воды и транспорт газоводонефтяной эмульсии насосами одного типоразмера позволяет снижать давление в системе сбора и на устьях добывающих скважин.

Оптимизация совместной работы успокоительного коллектора и трубного водоотделителя достигается использованием новых конструктивных решений, позволяет исключить влияние свободного газа на процесс разделения продукции. (Патенты РФ на полезную модель № 33996 и № 33873).

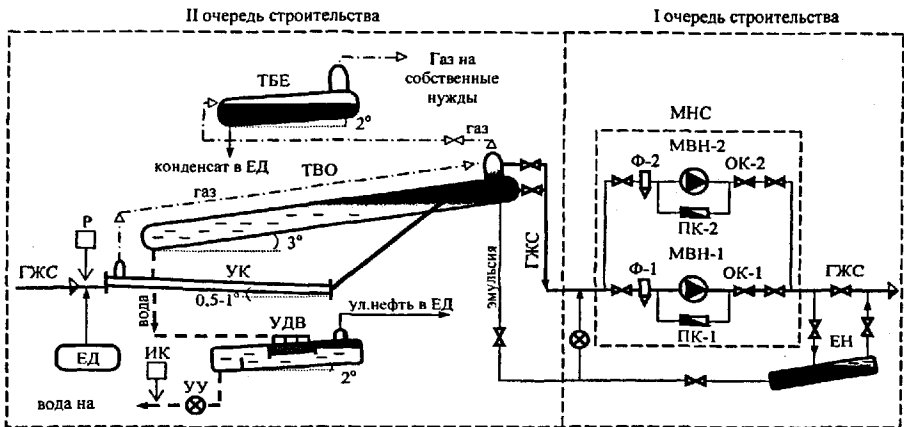


Рисунок 5 – Принципиальная технологическая схема обустройства
мелкого и удаленного нефтяного месторождения

Предложен метод совместной работы установки путевого сброса пластовой воды и многофазной насосной станции. Сброс воды проводят в режиме максимального заполнения трубного водоотделителя, что позволяет увеличить длину водоотстойной секции, лучше использовать его объем, а также создать более благоприятные условия для очистки воды от нефтепродуктов. Для этого необходимо обеспечить давление в ТВО равное:

$$P \geq \frac{P_H P_0}{K P_H + P_0}, \text{ МПа,}$$

где: P – рабочее давление в трубном водоотделителе;

P_H – давление насыщения нефти газом;

P_0 – атмосферное давление;

K – коэффициент, зависящий от значения газового фактора – G
($K=0,30$ для $G \leq 40 \text{ м}^3/\text{м}^3$).

Способ сбора продукции нефтяных месторождений с помощью многофазных насосов защищен патентом РФ № 2215931 и использован при реконструкции Арланского нефтяного месторождения.

Оптимизации системы сбора и транспорта продукции скважин достигается правильным подбором точек подачи и дозировок хим. реагентов при максимальном использовании естественных факторов (физико-химических свойств добываемой продукции – теплосодержание продукции для ведения технологического процесса без подогрева, склонности газоводонефтяной смеси к расслоению и т.п.). Защищено патентами РФ № 2234634 и № 2239749.

Предложена оптимальная область работы установки путевого сброса воды трубного исполнения на основании проведенного анализа эксплуатации установок на месторождениях Башкирии (рисунок 6).

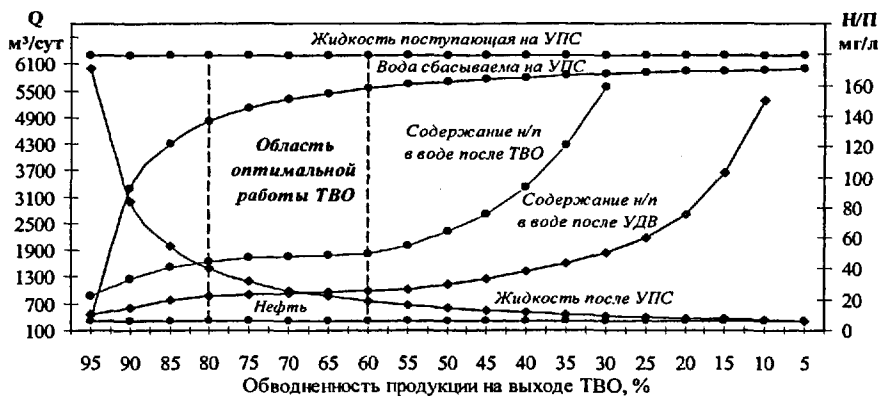


Рисунок 6 – Оптимальная область работы трубного водоотделителя

Оптимальная область работы трубного водоотделителя находится в пределах 60-80% остаточной обводненности, при этом сбрасывается до 90% пластовой воды от потенциала. Пластовая вода направляется в систему поддержания пластового давления и отвечает требованиям качества по содержанию нефтепродуктов. Увеличение глубины сброса пластовой воды до 10-30% приводит к необходимости доочистки пластовой воды. С этой целью автором разработана установка доочистки пластовой воды трубного исполнения с гидрофобным слоем. Защищена патентом РФ № 2243167 и внедрена на ряде месторождений ОАО «АНК «Башнефть».

Основные результаты и выводы

1. На основании ретроспективного обзора и систематизации схем сбора ОАО «АНК «Башнефть» показано, что для промышленного обустройства мелких и удаленных месторождений с применением многофазных насосов необходимо создание принципиально новых систем сбора и транспорта продукции скважин на пункты ее подготовки.

2. Обоснована возможность применения многофазной насосной установки на весь период разработки нефтяного месторождения в условиях постоянно изменяющихся дебитов и газосодержания скважинной продукции.

3. Для освоения рациональной технологии совместного транспорта нефти и газа мелких месторождений обоснована необходимость разработки ряда винтовых насосов производительностью до $7,2 \text{ м}^3/\text{час}$; от $7,2$ до $18 \text{ м}^3/\text{час}$; от 18 до $35 \text{ м}^3/\text{час}$.

4. Впервые экспериментально на действующих промышленных установках показано, что совместный транспорт многофазными винтовыми насосами газированной водонефтяной эмульсии различной обводненности на большие расстояния не ухудшает процесс ее подготовки (глубокого обезвоживания и обессоливания) и позволяет рекомендовать применение многофазных винтовых насосов при обустройстве системы сбора и транспорта продукции скважин мелких месторождений.

5. Впервые дана оценка эмульгирующей способности многофазного винтового насоса при перекачке гетерогенных систем, показано влияние химреагентов, применяемых в процессах добычи нефти, на величину утечек в рабочих органах винтового насоса.

6. Разработана принципиально новая схема ускоренного обустройства системы сбора и транспорта продукции скважин мелких и удаленных месторождений с применением многофазных винтовых насосов. Схема обеспечивает полную герметизацию процесса сбора нефти, газа и воды; сокращение длин водоводов за счет утилизации сбрасываемой воды в районе ее добычи;

снижение расходов на обустройство мелких месторождений и высокую экологическую безопасность.

5. Получена зависимость оптимального рабочего давления на приеме многофазного винтового насоса от газосодержания транспортируемой продукции. Расчеты апробированы при реконструкции установок путевого сброса воды Арланского месторождения.

6. Выполнен сравнительный анализ работы установок путевого сброса воды с транспортом газоводонефтяной смеси под собственным давлением и многофазными насосами на месторождениях ОАО «АНК «Башнефть». Предложена оптимальная область работы трубных водоотделителей со сбросом до 90% воды от потенциала, что позволяет обеспечить приемлемое качество воды, утилизируемой в системе поддержания пластового давления.

7. Разработана установка доочистки воды трубного исполнения, позволяющая готовить воду до товарной кондиции для системы поддержания пластового давления при организации глубокого сброса воды на установках путевого сброса воды.

Публикации по теме диссертации

1. Экологические проблемы малых нефтедобывающих природнотехногенных комплексов / Д.Ю. Гизбрехт, Э.М. Ахияретдинов // Материалы юбилейной конференции "Молодые ученые Волго-Уральского региона на рубеже веков". / Уфа, изд. Башкирский университет.- 2001.-Том II.-С.16-17.

2. Применение мультифазных насосов при сборе высокообводненных нефтей /А.А. Бакаев, Д.Ю. Гизбрехт // Тр. / Уфа, изд. Башнипинефть.-2002.- Вып.48.-С.69-70.

3. Обустройство мелких месторождений с применением многофазных насосных установок / Д.Ю. Гизбрехт // Тр. / Уфа, изд. Башнипинефть.-2003.- Вып.112.-С.211-215.

4. Влияние совместного транспорта нефти, газа и воды на свойства эмульсий / Д.Ю. Гизбрехт, И.Н. Гаранин, В.К. Мошков, Р.Р. Мусин, В.А. Беляев // Тр. / Уфа, изд. Башнипинефть.-2003.- Вып.112.-С.215-221.

5. Трубопроводный транспорт и освоение месторождений вязких нефтей / Д.Ю. Гизбрехт, А.И. Дьячук, О.М. Юсупов // Материалы IV Конгресса нефтепромышленников России. Тематическая секция "Проблемы и методы обеспечения надежности и безопасности объектов трубопроводного транспорта углеводородного сырья". / Уфа, изд. Транстэк.-2003.-С.166-169.

6. Пат. 2215931 РФ, МПК F 17 D 1/14. Способ сбора продукции нефтяных месторождений с помощью многофазных насосов / В.А. Рыгалов, Б.М. Густов, Р.Ф. Габдуллин, О.М. Юсупов, В.К. Мошков, Д.Ю. Гизбрехт // Бюл. Открытия. Изобретения.-2003.-№ 31.

7. Пат. на полезную модель 33996 РФ, МПК F 17 D 1/12. Успокоительный коллектор нефтегазопровода / О.М. Юсупов, Д.Ю. Гизбрехт, Б.М. Густов, Р.Ф. Габдуллин, В.К. Мошков, А.А. Бакаев // Бюл. Открытия. Изобретения.-2003.-№ 32.

8. Пат. на полезную модель 33873 РФ, МПК В 01 D 19/00. Конечный участок подводящего трубопровода / О.М.Юсупов, Д.Ю. Гизбрехт, Б.М. Густов, Р.Ф. Габдуллин, В.К. Мошков, А.А. Бакаев // Бюл. Открытия. Изобретения.-2003.-№ 32.

9. Промысловые исследования эмульгирующей способности винтовых насосов / Д.Ю. Гизбрехт, С.Г. Бажайкин, Н.Н. Репин-Поляков, И.Н. Гаранин // Научно-практическая конференция международной специализированной выставки «Нефть. Газ. Технологии-2004». "Проблемы и методы обеспечения надежности и безопасности объектов трубопроводного транспорта углеводородного сырья". / Уфа, изд. Транстэк.-2004.-С.135-138.

10. Технология транспорта газожидкостных смесей в герметизированной схеме сбора /Д.Ю. Гизбрехт, В.А. Рыгалов, Н.С. Волочков// Тр./ Уфа, изд. Башнипинефть.-2004.- Вып.116.-С.179-185.

11. О механизме образования эмульсий при перекачке смесей винтовыми насосами / Д.Ю. Гизбрехт // Семинар по проблемам механики сплошных сред в системах добычи, сбора, подготовки нефти и газа. / Уфа, изд. Транстэк.-2004.-С.57-60.

12. Технология транспорта газожидкостных смесей / Д.Ю. Гизбрехт, В.А. Фролов, В.А. Рыгалов // Тр. / Уфа, изд. Башнипинефть.-2004.- Вып. посвящен 60-летию девонской нефти.-С.117-119.

13. Пат. 2234634 РФ, МПК F 17 D 1/16. Способ транспорта продукции скважин на месторождении и установка для его осуществления / О.М. Юсупов, Н.С. Волочков, В.Ф. Мерзляков, А.А. Бакаев, Д.Ю. Гизбрехт, Р.И. Мухутдинов // Бюл. Открытия. Изобретения.-2004.-№ 23.

14. Пат. 2243167 РФ, МПК С 02 F 1/40. Устройство для очистки нефте-содержащих сточных вод / Б.М. Густов, Р.Ф. Габдуллин, В.К. Мошков О.М. Юсупов, Д.Ю. Гизбрехт // Бюл. Открытия. Изобретения.-2004.-№ 36.

15. Пат. 2239749 РФ, МПК F 17 D 1/14. Способ транспортирования газодонефтяной смеси / О.М. Юсупов, Д.Ю. Гизбрехт, Е.Н. Сафонов, Н.С. Волочков, В.А. Рыгалов, Б.М. Густов, Р.Ф. Габдуллин, В.К. Мошков // Бюл. Открытия. Изобретения.-2004.-№ 31.

16. Методические аспекты проектирования объектов системы сбора с применением многофазных винтовых насосов / Д.Ю. Гизбрехт / Материалы VI Конгресс нефтегазопромышленников России. / Уфа, изд. Геопроект.-2005.-Вып. 117.-С.122-123.

17. Мошков В.К., Гизбрехт Д.Ю., Пивоварова С.Ф., Гаранин И.Н. Комплексные инженеринговые решения по сбору и подготовке нефти на Арланском месторождении // Нефт. хоз-во.-2005.-№7.-С.106-108.

18. Использование новых возможностей многофазных винтовых насосов в системах сбора нефти и газа мелких месторождений / Д.Ю. Гизбрехт, И.Н. Гаранин // Тр. / Юбилейная научно-практическая конференция, посвященная 50-летию ТатНИПИнефть. / Бугульма, изд. ТатНИПИнефть.-2006.-С.41-42.

Фонд содействия развитию научных исследований.

Подписано к печати 23.06.2006 г. Бумага писчая.

Заказ 1486. Тираж 100 экз.

Ротапринт ГУП «ИПТЭР». 450055, г. Уфа, пр. Октября, 144/3.

