

ФАХРЕТДИНОВ РАДИК РАЗЯПОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ НЕФТИ
НА ПРОМЫСЛАХ**

Специальность 25.00.17. - Разработка и эксплуатация нефтяных
и газовых месторождений.

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Работа выполнена в ДООО «Башнипинефть» ОАО АНК «Башнефть»

Научный руководитель: кандидат технических наук,
член-корреспондент РАЕН
Голубев Михаил Викторович

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
старший научный сотрудник
Шейх-Али Давлет Мухамеджанович

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
Пестрецов Николай Васильевич


Ведущее предприятие: Уфимский филиал ООО «Юганскнипинефть»

Защита диссертации состоится 11 апреля 2003 года в 16⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 520.024.01 при Дочернем обществе с ограниченной ответственностью «Башкирский научно-исследовательский и проектный институт нефти» открытого акционерного общества АНК «Башнефть» (ДООО «Башнипинефть» ОАО АНК «Башнефть») по адресу: 450077, г.Уфа, ул.Ленина,86.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ДООО «Башнипинефть» ОАО АНК «Башнефть»

Автореферат разослан "07" марта 2003 года

Ученый секретарь
диссертационного совета,
д-р хим. наук, ст.науч.сотр.



Д.А. Хисаева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

В последние годы на ряде крупнейших месторождений нефти, находящихся на поздней стадии разработки, все большее распространение получает метод раннего сброса попутно добываемой пластовой воды на начальных участках промысловых систем сбора и подготовки нефти. В условиях роста обводненности нефти этот метод приобретает большое экономическое и экологическое значение. Сокращаются энергозатраты на транспортирование добываемой вместе с нефтью воды, уменьшаются затраты на пунктах подготовки нефти и очистки воды, снижается коррозия трубопроводов.

Закачка воды в систему поддержания пластового давления требует высокого качества ее подготовки в период предварительного обезвоживания на начальных этапах сбора и подготовки нефти. Одним из способов решения этой проблемы является создание новых высокоэффективных отстойных аппаратов.

Конструкция отстойника должна обеспечивать гидродинамически благоприятные условия движения жидкости в нем и не обладать излишней металлоемкостью. Несмотря на наличие аппаратов глубокой очистки воды перед ее закачкой в пласт, качество сбрасываемой воды из рассматриваемых аппаратов должно быть также достаточно высоким.

Для уменьшения металлоемкости установок предварительного обезвоживания нефти с сохранением их производительности требуется замена обычных объемных аппаратов принципиально новым высокоэффективным оборудованием.

Создание технологически эффективных отстойников, способных обеспечить максимальный сброс воды до уровня, позволяющего получить нефть с минимальной остаточной обводненностью и увеличить удельную производительность отстойника, требует новых подходов к расчету их эксплуатационных характеристик. В аппаратах за счет улучшения гидродинамических условий отстоя эффективно используется весь промежуток времени, в течение которого водонефтяная эмульсия находится в отстойнике.

Наряду с общеизвестными вариантами расчета, каждый созданный тип отстойника требует новой методики его расчета. Правильный расчет позволит более точно определить режим работы технологической установки и в целом уменьшить энергозатраты на объектах нефтедобы-

чи. Выбранные конструктивные и технологические характеристики на основе этих расчетов позволят уменьшить капитальные и эксплуатационные затраты при достижении поставленных технологических целей.

Одним из основных технологических операций, влияющих на эффективность процесса отстоя, является регулирование уровня раздела фаз нефть-вода. При этом изменение положения границы раздела фаз по высоте отстойника позволяет улучшать качество нефти, а также воды в зависимости от требований потребителя.

Цель работы - интенсификация процессов разделения нефтяных эмульсий в аппаратах предварительного обезвоживания нефти на базе исследования гидродинамики движения в них водонефтяной смеси.

Основные задачи исследования

1. Исследование движения **водонефтяных** смесей в отстойных аппаратах предварительного сброса пластовой воды с образованием границы раздела фаз и выявление наиболее эффективных типов аппаратов.

2. Исследование влияния положения межфазного уровня жидкостей на качество сбрасываемой воды и содержание остаточной воды в нефтяной фазе.

3. Определение оптимальных условий предварительной подготовки жидкостей перед входом в отстойный аппарат, при которых достигается наиболее полная дестабилизация эмульсий и исследование влияния степени их разрушенности на качество сбрасываемой воды.

4. Создание принципиальных основ проектирования аппаратов предварительного обезвоживания нефти и расчетов их технологических параметров.

5. Разработка устройства для регулирования положения границы раздела нефть-вода и исследование его влияния на процесс разделения эмульсии.

Научная новизна

1. Установлено, что при понижении межфазного уровня в отстойных аппаратах, происходит ухудшение качества сбрасываемой воды по содержанию нефти и уменьшение содержания остаточной воды в нефти. При повышении уровня раздела фаз картина меняется на противоположную.

2. Выявлено, что с увеличением степени разрушенности эмульсий перед входом в отстойный аппарат эффективность их работы возрастает. Наиболее эффективная работа имеет место при степени разрушенности входящего потока не менее 90%.

3. Получены эмпирические зависимости, позволяющие рассчитывать технологические параметры и режимы работы отстойных аппаратов с наилучшими показателями процесса:

- производительность отстойных аппаратов по жидкости и содержанию нефтепродуктов в сбрасываемой воде при различных значениях расхода жидкости;
- положение межфазного уровня в отстойниках в зависимости от обводненности поступающей эмульсии;
- отношение объемов сбрасываемой и поступающей воды в зависимости от критерия Фруда;
- количество остаточной воды в нефти от степени разрушенности эмульсии.

Основные защищаемые положения

В диссертационной работе защищаются следующие основные положения:

1. Зависимость остаточных содержаний воды и нефти в отводимых потоках из отстойных аппаратов от положения межфазного уровня.

2. Зависимость качества предварительно подготавливаемой нефти от степени разрушенности эмульсии на входе в отстойный аппарат.

3. Принципиальные основы проектирования отстойных аппаратов предварительного обезвоживания нефти и расчета основных технологических параметров их работы.

4. Система регулирования положения межфазного уровня в аппаратах сброса воды, которая содержит разработанное устройство и влияет на процесс разделения эмульсии.

Практическая значимость работы

1. Эмпирические формулы определения параметров отстойных аппаратов используются при разработке рекомендаций по выбору технологического режима работы отстойных аппаратов с целью получения качественной нефти и максимального количества сбрасываемой воды в процессе предварительной подготовки нефти, при реконструкции нефтепромысловых объектов ОАО АНК Башнефть.

2. Разработано устройство для регулирования границы раздела фаз нефть-вода, позволяющее влиять на качество процесса подготовки нефти и воды [Патент РФ № 2128077].

Реализация результатов работы

1. Результаты работы использованы в руководящих документах (РД 39-00147275-042-98, 39-00147275-043-98, 39-00147275-044-98, 39-00147275-045-98) по расчету технологических параметров отстойных аппаратов.

2. Устройство для регулирования раздела фаз нефть-вода внедрено на УПС-34 НГДУ "Краснохолмскнефть" ОАО АНК Башнефть.

Апробация работы

Основные положения диссертационной работы докладывались на конференции молодых ученых Башнипинефти в 1996 г., на 17-ой творческой конференции молодых ученых и специалистов АНК Башнефть в 1997г., на Всероссийской научно-практической конференции УГНТУ в 1999 г., на 3-ей конференции молодых ученых и специалистов Башнипинефти в 1999 г., на третьем научно-техническом форуме молодежи АНК Башнефть в 1999 г, на Международной научно-практической конференции Октябрьского филиала УГНТУ в 2001 г., на Международной практической конференции г.Алматы в 2001 г.

Публикации

По теме диссертации автором опубликована 21 работа, получен патент РФ № 2128077, выпущены 4 руководящих документа.

Структура и объем работы

Диссертация изложена на 144 страницах печатного текста и состоит из введения, четырех глав, основных выводов, заключения, списка литературы, состоящего из 163 наименований, и двух приложений. Работа содержит 26 рисунков, 11 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследований.

В первой главе диссертации выполнен аналитический обзор существующих систем сбора нефти и газа, техники и технологии предварительного обезвоживания нефти.

Основные технологические операции в общей схеме предварительного сброса воды условно подразделены на этапы обработки эмульсии деэмульгатором, ее дегазации в депульсаторе, разделения в трехфазном отстойном аппарате, а также раздельной доочистки нефти и воды и по-

дачи их в пункты назначения. Каждый этап предварительного сброса воды требует индивидуального аппаратного оформления.

Вопросам сбора и подготовки обводненной нефти посвящены работы В.П. Тронова, Г.Н. Позднышева, Г.С. Лутошкина, Н.М. Байкова, Р.И. Мансурова, М.З. Мавлютовой, В.А. Крюкова, Ю.Н. Савватеева, Н.С. Маринина, М.Д. Валева, Д.М. Бриля, В.Ф. Голубева, Д.С. Баймухаметова, Ш.Г. Гатаулина, О.М. Юсупова, Б.Г. Валяева, В.В. Трофимова, К.Н. Фаттахова и др.

По результатам этих работ был проведен анализ эффективности способов деэмульсации нефти применительно к поздней стадии разработки месторождений, а также целесообразности их применения в условиях осуществления предварительного сброса пластовой воды непосредственно на промыслах.

Показано, что важное значение в деэмульсации нефти, обработанной реагентом-деэмульгатором, имеют гидродинамические условия движения и расслоения нефтяной и водной фаз в аппаратах. Такие факторы, как скорость течения жидкостей в аппаратах, уровень ввода и отбора фаз, положение межфазного уровня, дисперсность эмульсий, газосодержание существенно влияют на качество сбрасываемой воды и предварительно подготавливаемой нефти.

Некоторые авторы утверждают, что присутствие растворенного газа замедляет процесс стабилизации эмульсии и снижает прочность защитных слоев. Поэтому, наиболее глубокое обезвоживание при холодном отстое возможно герметизацией системы сбора и подготовки нефти, которая обеспечивает деэмульсацию нефти в газонасыщенном состоянии.

В герметизированных системах сбора нефти для предварительного сброса воды используют напорные отстойники объемом 100-200 м³, которые не всегда обеспечивают требуемое качество предварительно подготавливаемой нефти и сбрасываемой воды. В частности, это связано с пульсациями поступающей жидкости, наличием «мертвых» зон отстоя в аппаратах и неэффективным использованием рабочего объема отстойника. Низкое качество воды после отстойников предварительного сброса ведет к необходимости строительства громоздких очистных сооружений.

Причиной снижения качества нефти по содержанию воды является также отсутствие исследований влияния на него положения межфазного уровня в аппаратах. С одной стороны, понижение этого уровня ухудшает качество сбрасываемой воды, но улучшает условия отстоя

воды из нефтяной фазы, что в конечном итоге уменьшает количество воды в нефти на выходе из отстойника. С другой стороны, напротив, повышение межфазного уровня будет способствовать увеличению количества сбрасываемой воды и улучшению ее **качества**, но количество воды в нефти на выходе из отстойника увеличится. Поэтому процесс разделения нефти и воды в аппарате может иметь оптимальную область по положению межфазного **уровня**, позволяющую получить наилучшие качественные показатели.

На этапе предварительного обезвоживания нефти используются отстойники в трубном исполнении различной конфигурации (наклонные и т.д.) и отстойные аппараты секционного типа. При движении в них эмульсии реализуются варианты отстоя через весь столб жидкости или ее тонкий слой.

Наиболее эффективные конструкции аппаратов предварительного сброса воды с точки зрения гидродинамики, согласно опыту их эксплуатации на ряде крупнейших месторождений, показаны на рис. 1, 2. Аппарат (ОГН-200П) на **рис.1** представляет собой емкость с рядом вертикально расположенных перегородок, позволяющих эмульсии уже с минимальным содержанием воды **каскадно** перетекать поверх них в виде слоя небольшой толщины. Аппарат (ТОС) на **рис.2** представляет собой две горизонтальные трубы, соединенные вертикальными трубами с образованием зон отстоя для нефти, воды и отделения газа, а также отдельного отсека для сбора безводной или малообводненной нефти и ее отвода. Также как и в аппарате ОГН-200П нефтяная фаза перетекает от отсека к отсеку в виде тонкого слоя, повышающего эффективность отделения газовой и водной фазы.

В обоих аппаратах образуются таким образом секции, внутри которых горизонтальная составляющая скорости течения отсутствует. В зависимости от гидростатических условий в этих секциях устанавливаются межфазные уровни, высота расположения которых во всех секциях одинакова. Установкой оптимального уровня раздела фаз можно достичь наибольшей эффективности работы этих аппаратов по качеству разделения фаз. Для поиска оптимальных уровней и конструкций аппаратов, а также их проектирования потребовалась постановка комплекса исследований гидродинамических процессов, происходящих в этих аппаратах.

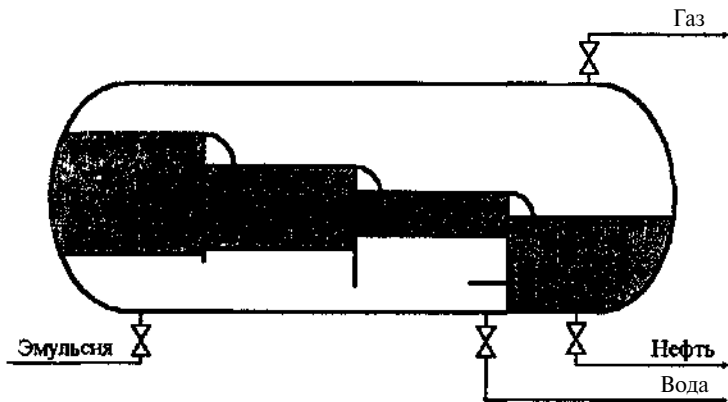


Рис. 1 Аппарат для обезвоживания нефти (ОГН-200П)

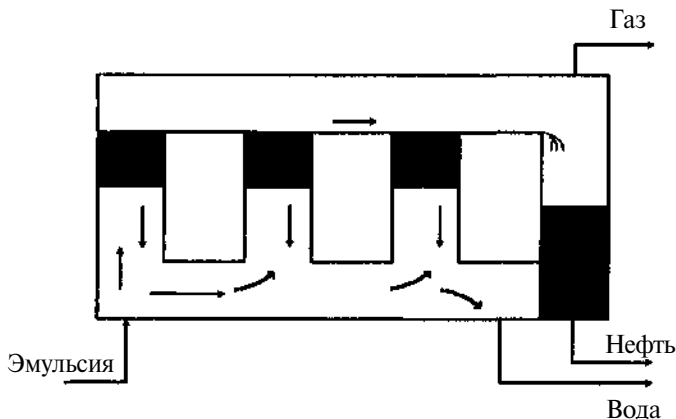


Рис. 2 Трубчатый отстойник-сепаратор (ТОС)

Во второй главе рассмотрены вопросы подготовки эмульсии к расслоению и условия эффективного ее разделения в рассматриваемых отстойных аппаратах.

На эффективность процесса расслоения фаз эмульсии и качество отводимой нефти может оказать влияние положение межфазного уровня в отстойнике. Автором были проведены эксперименты по выявлению влияния положения межфазного уровня на качество сбрасываемой воды и содержание воды в нефтяной фазе на выходе из традиционных

пустотелых горизонтальных аппаратов. При разработке экспериментальной установки обеспечивалось моделирование работы отстойника по параметру, характеризующему способность системы к расслоению и равному произведению критерия Фруда на симплекс плотностей $\rho/\Delta\rho$:

$$P_p = \frac{\rho \cdot v^2}{\Delta\rho \cdot g \cdot L}, \quad (1)$$

где P_p - параметр расслоения;

v - горизонтальная скорость течения водной фазы
в отстойнике, м/с;

g - ускорение свободного падения, м/с²;

L — характерный размер, м;

ρ - плотность воды, кг/м³;

$\Delta\rho$ — разность плотностей нефти и воды.

В качестве параметра L принимался диаметр отстойника.

В экспериментах критерий Фруда изменялся в пределах 168 - 11675, что перекрывало диапазон изменения этого критерия в промышленных условиях. Лабораторная установка состояла из пустотелого отстойника, насоса, подающего эмульсию из емкости с мешалкой. Уровень воды в лабораторной установке поддерживался отбором ее из нижней части аппарата по **коллектору**, имеющему U-образную вставку. Меняя высоту этой вставки, можно было изменять межфазный уровень. В отстойник подавалась крупнодисперсная водонефтяная эмульсия, а нефтяная фаза из аппарата отводилась с уровня выше межфазного.

Зависимости объемных содержаний нефтепродуктов в воде и воды в нефти от положения межфазного уровня в аппарате для эмульсии с исходным содержанием воды 10% показаны на рис.3.

Из графика видно, что с повышением межфазного уровня количество воды в нефти увеличивается, а количество нефти в воде уменьшается. Это связано с увеличением времени пребывания свободной (выделившейся) воды в аппарате, необходимого для всплытия нефтяной капли в водной среде. При понижении межфазного уровня, то есть при снижении времени пребывания свободной воды в аппарате, время всплытия этих капель оказывается недостаточным и они остаются в объеме сбрасываемой воды.

Аналогичные зависимости получены для нефтяных эмульсий с объемным содержанием в них воды 50 и 90%. По результатам исследований установлено, что с ростом содержания воды оптимальный меж-

фазный уровень в отстойнике увеличивается. Это объясняется тем, что с увеличением обводненности эмульсии, поступающей в отстойник, при сохранении межфазного уровня, время пребывания единицы объема воды уменьшается.

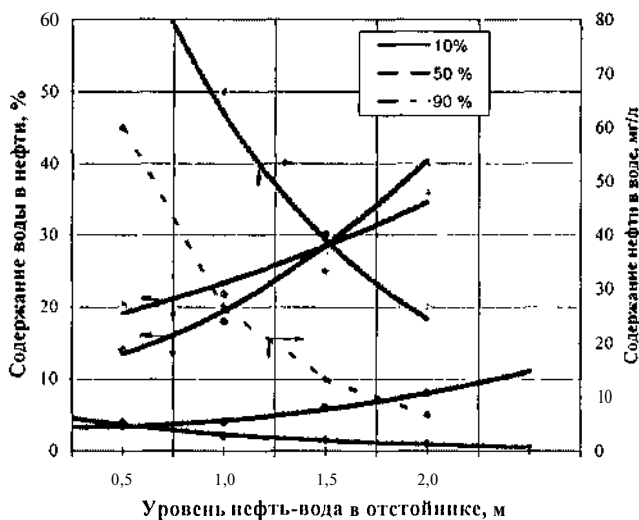


Рис. 3 Зависимость содержания нефти в воде и объемного содержания воды в нефти от межфазного уровня для 10, 50, 90 %-ой эмульсии

В дальнейшем, были проведены опытно-промышленные исследования влияния положения межфазного уровня на качество нефти и воды на установке подготовки нефти «Четырманово». Для исследований был выбран пустотелый отстойник объемом 200 м³ и диаметром 3400 мм. Для ввода эмульсии и вывода нефти и воды в конструкции отстойника были предусмотрены патрубки. Нефть отбиралась по перфорированному распределителю с уровня ниже верхней образующей на 0,3-0,4 м. Уровень нефть-вода в отстойнике поддерживался с помощью датчика межфазного уровня и изменялся в интервале от 0,3 до 0,80 м. В отстойник поступала нефть с объемным содержанием воды 10%. Результаты исследований представлены графически на рис.4.

Из рисунка видно, что с повышением уровня нефть-вода в отстойнике, содержание нефти в воде на выходе из него уменьшается, а воды

в нефти становится больше. Таким образом, промышленный эксперимент подтвердил результаты лабораторных опытов.

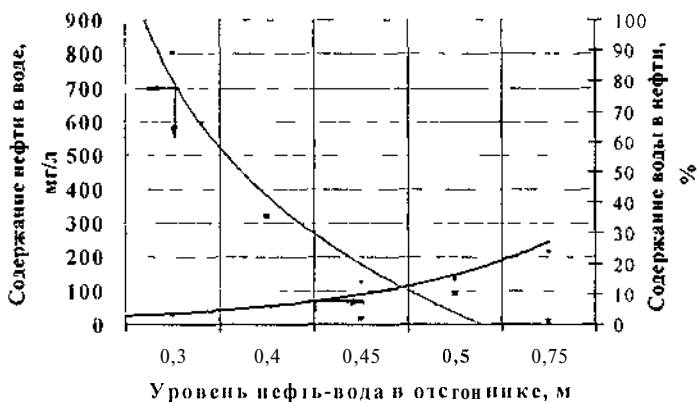


Рис.4. Зависимость содержания нефти в воде и объемного содержания воды в нефти от межфазного уровня для 10-% эмульсии

Анализ результатов лабораторных и опытно-промышленных испытаний позволил выделить оптимальный интервал значений положения межфазного уровня, при котором достигается получение наилучших показателей качества сбрасываемой воды и предварительно подготавливаемой нефти.

На основе промысловых исследований получено эмпирическое выражение для расчета оптимального положения межфазного уровня в аппаратах диаметром от 3 до 3,4 м в зависимости от обводненности поступающих в них эмульсий

$$H = 0,1717 \cdot e^{0,0061 W}, \quad (2)$$

где H - уровень раздела нефть-вода, м,

W - содержание воды в нефти, %.

Погрешность вычислений по формуле (2) составляет 1...2%.

Формула (2) применима и для отстойника с перегородками, показанного на рис.1. Для трубчатого отстойника-сепаратора, показанного на рис.2, полученная зависимость имеет вид

$$H = 2,024 e^{1,0927 W} \quad (3)$$

Формулы (2) и (3) получены для нефти вязкостью и плотностью соответственно 31 мПа с и 0,891 г/см³, а также плотности воды 1,17 кг/м³ Расход жидкости через отстойный аппарат достигал 4000 м³/сут

Для других месторождений коэффициенты, входящие в формулы (2) и (3), могут иметь иные значения.

Для установления необходимого межфазного уровня было разработано устройство регулирования границы раздела фаз нефть-вода (получен патент РФ), которое обвязывается с отстойником и устанавливается на отдельной площадке [10]. Устройство (рис.5) состоит из корпуса 1, 2; патрубка 3, подающей воду; соосного с ним подвижного кожуха 6, находящегося внутри корпуса; патрубка для отвода воды 4 и газа 5. Часть подающей воду трубы, находящейся внутри корпуса устройства, имеет радиальные прорезы, для возможности организации перелива воды на различных уровнях посредством подвижного кожуха, который может передвигаться вверх-вниз с помощью штока 10

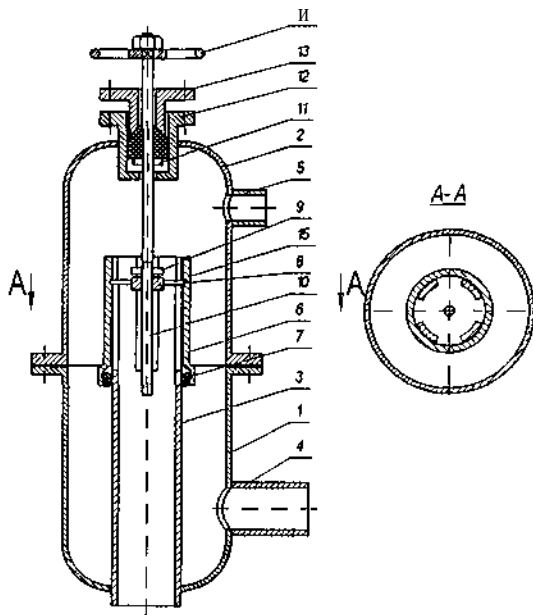


Рис. 5 Устройство регулирования границы раздела фаз нефть-вода

- 1 - корпус нижний; 2 - корпус верхний, 3 - подводящий патрубок, 4 - отводящий патрубок, 5 - газоотводящий патрубок, 6 - подвижной кожух, 7 - уплотнение; 8 - гайка; 9 - стопор, 10 - шток, 11 - кольцо; 12 - втулка, 13 - втулка сальника, 14 - маховик

Высота заданного уровня перелива воды определяется с учетом предупреждения попадания нефти в трубопровод для отвода воды. Устройство регулирования границы раздела фаз нефть-вода устанавливается на линии сброса воды из отстойника так, чтобы верхняя кромка трубы 3, подающей воду, была на уровне требуемой границы раздела фаз нефть-вода. Экономический эффект от внедрения аппарата с устройством за 2001 г. составил 8026 тыс. руб.

В третьей главе приведены результаты лабораторного и промышленного исследования влияния степени разрушенности эмульсии на входе в аппараты различных конструкций на качество подготавливаемой нефти и количество сбрасываемой воды.

На входе установки предварительного сброса попутно добываемой пластовой воды агрегативное состояние эмульсии может быть различным в зависимости от ряда факторов, в том числе и от предварительной подачи реагента в скважины или начальные участки систем сбора нефти. Поэтому в экспериментах по исследованию влияния степени разрушенности эмульсий на качество подготавливаемой нефти использовались искусственно приготовленные эмульсии с различной степенью диспергирования и плотностями фаз.

Лабораторные эксперименты проводились на моделях отстойных аппаратов типа ОГН-200П и ТОС.

Моделирование отстойников производилось по параметру, рассчитанному по формуле (1) для водного и нефтяного объемов аппаратов, где в качестве параметра L принимаем высоту столба жидкости в аппарате.

В экспериментах с моделью отстойника ОГН-200П критерий Фруда изменялся в пределах 30000-250000 для нефтяной части отстойника; с моделью ТОС - в пределах 0 – 150 для нефтяной части отстойника, что перекрывало диапазоны изменения этого критерия для работы этих отстойников в промышленных условиях.

Для исследований были приготовлены эмульсии с разрушенностью 65, 75, 85, 95% при 30-минутном отстое. При различных расходах жидкости определялось содержание нефтепродуктов в воде, сбрасываемой с аппаратов. В экспериментах положение межфазного уровня поддерживалось оптимальным.

Из результатов исследований для аппарата ТОС следует, что с ростом разрушенности эмульсии остаточное содержание воды в нефти уменьшается. При этом с увеличением расхода жидкости в аппарате остаточное содержание воды в нефти увеличивается. Аналогично и для аппарата типа ОГН-200П.

На основе экспериментальных данных для аппаратов ОГН-200П и ТОС получены эмпирические выражения оценки количества остаточной воды в нефти в зависимости от степени разрушенности 50-ти процентной эмульсии, входящей в отстойник, и от расхода жидкости:

$$W_{\text{ост}} = (-0,0764 \cdot \ln(Q) + 0,4683) / C_p \quad (\text{ОГН-200П}) \quad (4)$$

$$W_{\text{ост}} = (-0,1672 \cdot \ln(Q) + 1,0247) / C_p \quad (\text{ТОС}) \quad (5)$$

Из экспериментов следует, что для получения нефти требуемого качества необходимо добиться степени разрушенности эмульсии на входе в аппараты не менее **90%**.

Для оценки влияния разрушенности эмульсии на качество сбрасываемой воды приведены результаты промысловых испытаний аппарата ТОС (рис.2), установленного на УПС-316 НГДУ «Краснохолмскнефть». Результаты определения технологических параметров работы отстойника приведены в таблице. Разрушенность эмульсии во всех случаях составляла 95%.

Сравнение этих данных с результатами лабораторных исследований показало их сходимость при указанной степени разрушенности. Следовательно, экспериментальные зависимости (4) и (5) применимы и для промышленных аппаратов.

Технико-технологические параметры трубчатого отстойника-сепаратора (по данным ЦНИПРа)

Дата	До отстойников			После отстойников			
	расход жидкости м ³ /сут	обводнен- ность, % объемн.	газовый фактор, м ³ /м ³	нефть		вода	
				расход, м ³ /сут	обводнен- ность, % объемн.	расход, м ³ /сут	остаточное содержание нефти, мг/л
15 05 98	1100	76 9	123	410	35	700	56
20 05 98	1090	75 3	123	400	70	690	56
21 05 98	1215	86 0	123	395	75	920	71
22 05 98	1005	64 0	123	385	65	620	49
25 05 98	1200	80 0	123	405	50	795	64
26 05 98	1560	95 0	123	455	40	1105	53

В четвертой главе рассматривается вопрос обоснования выбора технологического режима работы аппаратов ОГН-200П и ТОС с целью получения качественной нефти и максимального количества сбрасываемой воды в процессах предварительной подготовки нефти.

Исходными факторами, влияющими на количество сбрасываемой воды и качество нефти по содержанию остаточной воды, являются: объем сырья, поступающего на отстой (согласно расчетам, пропускная способность ТОС достигает $3000 \text{ м}^3/\text{сут}$; ОГН-100П - $12000 \text{ м}^3/\text{сут}$), геометрия и конструкция аппаратов, плотности разделяемых фаз, положение межфазного уровня в аппарате и обводненность продукции.

Качество предварительно подготавливаемой нефти и количество сбрасываемой воды согласно законам гидродинамики с преобладающим влиянием сил тяжести можно описать зависимостью безразмерных критериев $Q_{\text{сбр}}/Q_{\text{в}}$ и критерия Фруда (Fr). Здесь $Q_{\text{сбр}}$ и $Q_{\text{в}}$ - количество сбрасываемой и поступающей в отстойник воды соответственно. Учитывая существенное влияние на количество и качество сбрасываемой воды положения межфазного уровня в аппарате в исследуемую зависимость $Q_{\text{сбр}}/Q_{\text{в}} = f(\text{Fr})$ необходимо ввести безразмерный параметр H/H_{app} (где H- уровень раздела фаз в аппарате, H_{app} - высота аппарата).

Эксперимент по исследованию этой зависимости для обоих типов аппаратов проводился на установке, описанной во 2-ой главе. В процессе эксперимента изменялся уровень раздела фаз (H) и соответственно количество сбрасываемой воды. Для различных значений параметра H/H_{app} получены кривые зависимости $Q_{\text{сбр}}/Q_{\text{в}}$ от Fr для отстойного аппарата ОГН (рис.6). Аналогичные зависимости получены и для аппарата ТОС.

Из рисунка видно, что с увеличением критерия Фруда уменьшается количество сбрасываемой воды, а содержание нефтепродуктов в ней увеличивается. Это связано с происходящим в аппарате барботажем при больших значениях критерия Фруда, при котором сбрасываемая вода захватывает нижние слои нефти, что неизбежно ведет к ее загрязнению. С увеличением H/H_{app} при измененных значениях критерия Фруда возможное количество сбрасываемой воды возрастает. При этом улучшается ее качество, вследствие уменьшения воздействия горизонтальной составляющей скорости потока жидкости на осаждение капель воды в нефти, благодаря вертикальным отстойным отсекам, которые образованы перегородками в отстойнике.

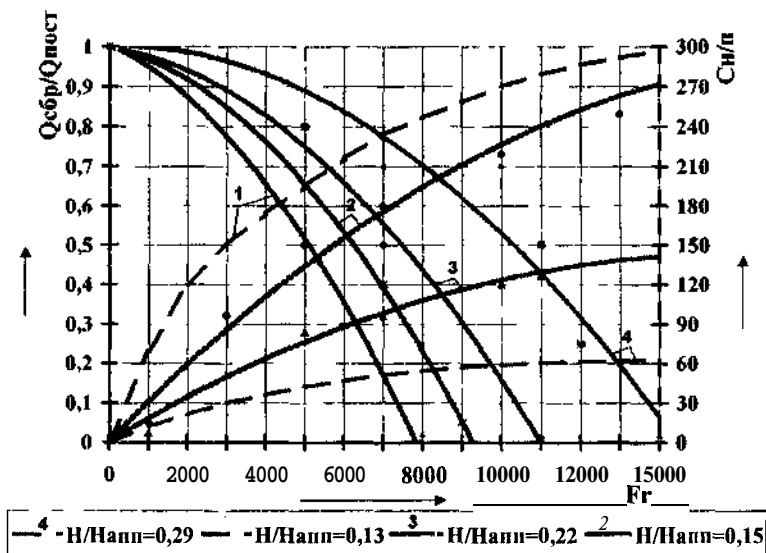


Рис. 6 Зависимость отношения расходов сбрасываемой и поступающей воды и количества нефтепродуктов в ней от параметра Фруда (для аппарата ОГН)

Как следует из графика, для достижения максимально возможного сброса воды требуемого качества необходимо стремиться к минимальному значению критерия Фруда. Уменьшение критерия Фруда в аппарате возможно повышением уровня нефтеводораздела.

Наиболее технологичным является метод регулирования качества нефти или воды путем изменения положения межфазного уровня. Минимальное же значение h , согласно выводам главы 2, составляет 0,45...0,5 м. Эти значения взяты за основу при проектировании и изготовлении аппаратов в заводских условиях.

На основе экспериментальных данных для аппаратов ОГН и ТОС получены эмпирические зависимости $Q_{сбр}/Q_{в}$ от параметра H/H_{app} и критерия Фруда (Fr):

для аппарата ОГН

$$Q_{сбр}/Q_{в} = 1 - 0,00003 \cdot e^{-4,1574 (H/H_{app})} \cdot Fr^{1,2} \quad (6)$$

для аппарата ТОС

$$Q_{сбр}/Q_{в} = 1 - 0,002 \cdot e^{0,8522(H/H_{app})} \cdot Fr^{1,2} \quad (7)$$

Таким образом, для выбора аппарата и режима его работы, с целью достижения максимального сброса воды требуемого качества, необходимо:

- 1) Выбрать тип аппарата по своей пропускной способности, соответствующий нагрузкам по жидкости для конкретного объекта.
- 2) Для данной обводненности нефти по формуле (2) или (3) определяем величину H .
- 3) Находим значение критерия Фруда F_r для данных нефти и воды, соответствующее величине H .
- 4) По формуле (6), (7) находим значение отношения $Q_{сбр}/Q_v$. Из тождества определяем величину $Q_{сбр}$, которая будет соответствовать данному значению Q_v .

Таким образом, мы можем определить, сколько воды сможет сбросить данный тип аппарата из нефти.

Если остаточное содержание воды в нефти по расчетам не соответствует требуемому желаемому результату, то увеличивается количество аппаратов данного типа или выбирается другой тип.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Анализ существующей техники и технологии предварительной подготовки нефти позволил выделить наиболее эффективные конструкции отстойных аппаратов. Проведено исследование работы аппаратов ОГН-200П и ТОС и установлено, что наибольшая эффективность работы этих отстойных аппаратов достигается установкой оптимального уровня раздела фаз нефть-вода.

2. Показано, что на качество подготавливаемой нефти и сбрасываемой воды существенно влияет межфазный уровень в отстойнике. Проведенные лабораторные и опытно-промышленные исследования позволили установить:

- с повышением межфазного уровня количество воды в нефти увеличивается, а количество нефти в воде уменьшается;
- существует интервал оптимального уровня раздела фаз нефть-вода, при котором достигается максимальное качество нефти и воды;
- с ростом содержания воды в эмульсии оптимальный межфазный уровень в отстойнике увеличивается.

3. Разработано устройство для регулирования раздела фаз нефть-вода в отстойнике, позволяющее регулировать качество нефти и воды на выходе с аппарата.

4. Проведены лабораторные и промышленные исследования влияния степени разрушенности эмульсии на входе в аппараты различных конструкций на качество подготавливаемой нефти и количество сбрасываемой воды показали необходимость обеспечения разрушенности поступающей эмульсии не менее 90%.

5. Проведены исследования по обоснованию выбора технологического режима работы отстойных аппаратов ОГН-200П и ТОС, результаты которых позволили установить:

- для достижения максимально возможного сброса воды требуемого качества необходимо стремиться к минимальному значению параметра Фруда;
- уменьшение параметра Фруда в отстойных аппаратах возможно повышением нефтеводораздела.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. **Фахретдинов Р.Р., Хазиев Н.Н., Голубев В.Ф.** Модельные испытания аппаратов предварительного сброса воды в системе сбора нефти // **Аспирантский сборник научных трудов / Башнипинефть.** - Уфа. - 1998. - С.76-82.

2. **Фахретдинов Р.Р., Баймухаметов Д.С., Голубев В.Ф., Хазиев Н.Н.** К вопросу расчета трубных водоотделителей // **Аспирантский сборник научных трудов/ Башнипинефть.** - Уфа. - 1998. - С.83-85.

3. **Фахретдинов Р.Р., Хазиев Н.Н., Голубев В.Ф.** К расчету трубчатого отстойника-сепаратора // **Аспирантский сборник научных трудов / Башнипинефть.** - Уфа. - 1998. - С.86-91.

4. **Фахретдинов Р.Р., Хазиев Н.Н., Голубев В.Ф.** Некоторые особенности новых аппаратов для предварительного сброса воды в системах сбора нефти // **Аспирантский сборник научных трудов / Башнипинефть.** - Уфа. - 1998. - С.92-95.

5. **Фахретдинов Р.Р., Голубев М.В., Шайдуллин Ф.Д.** Экологизация нефтяного производства путем герметизации технологических процессов сбора и подготовки нефти // **Материалы научно-практической конференции / УГНТУ.** - Уфа. - 1999. - С.45-46.

6. **Фахретдинов Р.Р.** Результаты экспериментального исследования влияния вязкости на значение расхода жидкости отстойных аппара-

тов// Материалы III-й конференции молодых ученых и специалистов / Башнипинефть. - Уфа. - 1999. - С. 177-183.

7. Иманаева Р.Н., Фахретдинов Р.Р. Анализ изменения систем сбора и подготовки нефти Башкортостана. — Там же. - С.163-165.

8. Подготовка высоковязких нефтей на промыслах НГДУ «Чернушканефть» ООО «Лукойл-Пермнефть», на примере Москудьинского месторождения/Р.Р.Фахретдинов, М.В.Голубев, Ф.Д.Шайдуллин, И.Р.Кутушев //Тр./Башнипинефть.-2000.-Вып.103.-С.266-270.

9. Новая конструкция внутренней начинки резервуара для сброса попутно добываемой пластовой воды на месторождениях /М.В.Голубев, Р.Р.Фахретдинов, Ф.Д.Шайдуллин, И.Р.Кутушев//Тр./Башнипинефть.-2000.-Вып.103.-С.265-266.

10. Патент РФ № 2128077. Устройство для регулирования уровня границы раздела нефть-вода в отстойных аппаратах (Хазиев Н.Н., Фахретдинов Р.Р., Голубев В.Ф. и др.) // Бюл. Открытия. Изобретения. - 1999. - № 9.

11. Фахретдинов Р.Р. Расчет режима работы секционных отстойников//Материалы IV научно-технической конференции молодых ученых и специалистов/БашНИПИнефть.-Уфа.-2000.-С.175-176.

12. Фахретдинов Р.Р., Валеев М.Д. Расчетно-эмпирический метод подбора отстойных аппаратов для вязких нефтей/ Материалы XVIII творческой конференции/ АНК «Башнефть».-Уфа.-2000.-С.112-120.

13. Подготовка к транспорту высоковязких нефтей Сазан-Куракского месторождения / Голубев М.В., Фахретдинов Р.Р.; ДООО Башнипинефть ОАО АНК Башнефть. - Уфа, 2000. - 4 с. - Рус. - Деп.в ВИНТИ, №3086-В00.

14. Голубев В.Ф., Мамбетова Л.М., Фахретдинов Р.Р., Хазиев Н.Н., Голубев М.В. Энерго- и ресурсосберегающие герметизированные технологии процессов подготовки нефти и воды//Материалы III Конгресса нефтегазопромышленников России /АНК Башнефть.-Уфа.-2001.-С.38.

15. Организация путевого сброса пластовых вод /Д.М.Бриль, Л.Я.Нафиков, Р.Р.Фахретдинов, Н.Р.Зайнашев//Тр./Башнипинефть.-2001.-Вып.106.-С.126-130.

16. Герметизированная система подготовки нефти и воды для Ново-Дмитриевского месторождения НГДУ «Черноморнефть» /В.Ф.Голубев, Р.Р.Фахретдинов, М.В.Голубев, Р.Н.Иманаева //Тр./Башнипинефть.-2001.-Вып.106.-С.131-136.

17. Реконструкция ДНС-9 «Санны» с переводом ее в режим УПСВ по закрытой системе/В.Ф.Голубев, Л.М.Мамбетова, М.В.Голубев, Р.Р.Фахретдинов// Тр./Башнипинефть.-2001.-Вып.106.-С.137-140.

18. Подбор и расчет технологического оборудования для обеспечения предварительного сброса пластовой воды на примере УПСВ-60 Бураево/Р.Р.Фахретдинов, М.В.Голубев// Тр./Башнипинефть.-2001.-Вып.106.-С.154-156.

19. Фахретдинов Р.Р., Голубев В.Ф., Голубев М.В., Мамбетова Л.М., Масалимов Р.М. Совершенствование существующей технологии предварительной подготовки нефти Волковского месторождения НГДУ «Уфанефть» // Материалы VI научно-технической конференции / Башнипинефть.- Уфа.-2001.-С.141-144.

20. Голубев В.Ф., Валеев М.Д., Голубев М.В., Фахретдинов Р.Р. Резервуар предварительного сброса воды// Материалы Международной практической конференции/Казгипронефтьтранс.-Алматы.-2001.-С. 33.

21. Фахретдинов Р.Р. Интенсификация процесса обезвоживания нефти//Сб. тезисов докладов научно-практической конференции, посвященной 70-летию башкирской нефти/Башнипинефть.-Уфа.-2002.-С.129-130.

Соискатель



Р.Р. Фахретдинов