

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

**Оптимизация процесса обессоливания и обезвоживания нефти**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студентки 4 курса 431 группы

направления 18.03.01 «Химическая технология»

института химии

Татариновой Олеси Игоревны

Научный руководитель

доцент, к.т.н.

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Е. С. Свешникова

Зав. кафедрой

д.х.н., профессор

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Р.И. Кузьмина

Саратов 2020

## ВВЕДЕНИЕ

К поступающей на транспортировку и переработку нефти предъявляются довольно-таки жесткие требования по содержанию воды, хлористых солей, механических примесей и других присутствующих в «сырой» нефти веществ, обуславливающих и в значительной степени определяющих качественные характеристики получаемых нефтепродуктов, сроки службы дорогостоящих катализаторов, скорость коррозии оборудования и сроки межремонтных пробегов технологических установок. Необходимость осуществления подготовки нефти к переработке на электрообессоливающих установках НПЗ и на промыслах, являющейся важнейшим звеном в цепочке процессов переработки нефти и получения качественных нефтепродуктов, объясняется негативным влиянием таких негативных факторов, как присутствие в нефти механических примесей, присутствие пластовой воды, а также повышенное содержание солей в нефти.

Соответственно целью бакалаврской работы является модернизация процесса обезвоживания и обессоливания нефти на установке ЭЛОУ-АВТ-6.

Поставленная цель определила следующие задачи:

- Ознакомление с факторами, влияющими на устойчивость эмульсий;
- Краткий обзор существующих деэмульгаторов – разрушителей эмульсий;
- Сравнение различных методов разрушения нефтяных эмульсий;
- Сравнение конструкций электродегидраторов – аппаратов, в которых происходит разделение эмульсии;
- Определение актуальных решений по оптимизации установки ЭЛОУ-АВТ-6 Саратовского НПЗ;
- Проведение соответствующих расчётов;

Бакалаврская работа состоит из введения, 2 разделов, заключения, списка использованных источников. Общий объем работы – 56 страниц, из них 48

страниц – основное содержание, включая 5 рисунков, 14 таблиц, список использованных источников информации – 22 наименования.

Методологические основы разработки и реализации были представлены в работе В.А. Красильниковой «Подготовка заданий для компьютерного тестирования», А.В. Попова «Тестирование как метод контроля качества знаний», И.И.Бобровой «Методика использования электронных учебно-методических комплексов как способ перехода к дистанционному обучению».

Практическая значимость работы: усовершенствованные аппараты помогут при достижении нужного качества получаемой продукции, имея при этом относительно меньший вес внедрённых более эффективных вертикальных электродов и высокий межремонтный пробег.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первый раздел «Теоретические основы процесса обессоливания и обезвоживания». В разделе дается определение понятия эмульсии, деэмульгаторов, конструкции электродегидраторов и сравнение их характеристик. Эти понятия необходимы для понимания процесса ЭЛОУ и определения актуальных решений по совершенствованию данных аппаратов – электродегидраторов.

Применяемые технологические схемы ЭЛОУ различаются как числом ступеней, так и количеством аппаратов в каждой ступени. Также схемы могут различаться местами ввода в поступающую нефть свежей воды и деэмульгаторов, методами использования дренируемой воды и тем, как блок ЭЛОУ подключается к блокам АТ или АВТ. ЭЛОУ может использоваться как отдельный блок или входить в состав блока первичной переработки нефти.

Обессоливание нефти по схеме, используемой на Саратовском НПЗ, проходит по двухступенчатой схеме.

Сырая нефть, предварительно подогретая до температуры 110-120 °С (в процессе подогрева происходит интенсивный гидролиз хлоридов с выделением хлористого водорода, являющегося сильно коррозионным агентом), поступает на вход электродегидратора I ступени ЭЛОУ. Также в нефть вводятся деэмульгатор, щелочной раствор и отстоявшаяся вода с II ступени ЭЛОУ. Раствор щелочи используется для нейтрализации кислот и снижения коррозирующих свойств. С целью очищения нефти от солей она интенсивно смешивается со свежей водой в количестве 5-10% в смесителях на входе в электродегидраторы - главными аппаратами таких установок, а образовавшаяся водо-нефтяная эмульсия разрушается в электрическом поле высокого напряжения.

Поступление нефти осуществляется в нижнюю часть по двум маточникам, каждый из которых состоит из коллектора и 16 перфорированных труб, служащих для равномерного распределения нефти в электрическом поле по всему сечению аппарата.

В электрическом поле переменного тока и высокого напряжения происходит отделение воды от нефти.

Вода оказывается в низу электродегидратора, а нефть поднимается вверх, после чего выводится из аппарата через два маточника.

Отвод воды из аппарата осуществляется посредством дренажного коллектора.

Частично обессоленная и обезвоженная нефть после электродегидратора I ступени поступает на вход электродегидратора II ступени, причём перед подачей в аппарат нефть смешивается с первоначально разогретой водой.

Далее после II ступени обезвоженная и обессоленная нефть направляется уже на переработку на блок АВТ или АТ, после нагрева в котором поступает в ректификационную колонну.

Сам аппарат – электродегидратор - представляет собой цилиндрический горизонтальный аппарат, на корпусе которого установлены высоковольтные источники питания, от которых через токовводы в корпус аппарата подается высокое напряжение на электродные решетки. Первоначально в электродегидраторы переоборудовали термохимические отстойники путем установки в зоне отстоя электродов, между которыми создается электрическое поле. Электроды имеют решетчатую конструкцию, благодаря чему через них может протекать жидкость, располагаются перпендикулярно потоку.

На современных электрообессоливающих установках устанавливаются только электродегидраторы горизонтального типа, так как они более эффективны за счет:

- увеличенной площади электродов;
- высокая единичная производительность одного электродегидратора (до 2-3 объемов аппарата в час);
- малая вертикальная скорость движения нефти, что позволяет нефтяной эмульсии эффективнее отстаиваться;
- возможность проведения процесса при более высоких температурах и давлениях;

- дополнительная промывка и прохождение через два электрических поля (слабое между зеркалом воды и нижним электродом и сильное между электродами) за счет подачи сырой нефти ниже поверхности раздела фаз под слой остоявшейся воды.

К минусам такой конструкции можно отнести высокую трудоёмкость изготовления электрода и самой установки, большие энергозатраты на электрическую энергию, затраты тепловой энергии на нагрев эмульсии.

Соответственно необходимо решить ряд таких вопросов, как:

- Снижение расхода электроэнергии;
- Уменьшение затрат на нагрев эмульсии;
- Повышение эффективности разрушения эмульсии.

Для повышения эффективности электродегидраторов типа 2ЭГ-160 была предложена конструкция с установкой вертикальных композитных пластинчатых электродов.

Основой модернизации является вертикальная электродная система (с решетчатыми электродами) с постепенным уменьшением расстояния между соседними электродами вдоль оси аппарата в направлении горизонтального движения сырья и постепенным увеличением высоты потенциальных электродов в том же направлении в совокупности с торцевым распределенным вводом сырья. Это позволяет повысить эффективность деэмульгирования, увеличить производительность электродегидратора, снизить затраты электроэнергии, повысить стабильность работы электродегидратора.

Аналогичная конструкция предусматривает установку аналогичных вертикальных электродов и еще установку коллектора для размыва шламового осадка, который содержит трубы с форсунками, позволяющими удалять осадок непосредственно в процессе работы электродегидратора.

В проанализированных источниках были выявлены следующие актуальные методы оптимизации и модернизации процесса:

- внесение конструктивных изменений (например, установка газоотделительной секции);

- подбор новых и композиция уже известных деэмульгаторов;
- дополнительное к электрическому магнитное воздействие;
- усовершенствование конструкции электродов;
- повышение солености промывочной воды закрытым способом.

Во втором разделе «Технологический расчёт» производятся расчёты материального и теплового баланса данной установки, конструктивный расчёт аппарата, включающий расчёт толщины обечайки, толщины днищ, диаметра штуцеров и расчёт опор, а также производится экономический расчёт и анализ проекта, содержащий расчёт капитальных вложений, расчёт экономических показателей метода, экономическую оценку проекта и экономический эффект от использования вертикальных электродов из композитных материалов.

Цель производимого технологического расчета – это расчет максимальной производительности одного электродегидратора, а затем определение их необходимого количества. Наиболее эффективным и одновременно малозатратным способом модернизации является способ, описанный в патентах. Такие электродегидраторы снабжены вертикальными электродами из композитных материалов, а также взрывозащищенными трансформаторами фирмы NWL Transformers. В них достигается производительность до двух объемов электродегидратора в час по нефти вместе с промывочной водой без потери качества. Предприятия ЗАО «Нефтех» и ОАО «Руххиммаш» поставляют такие электродегидраторы в сборе, или проводят модернизацию уже эксплуатируемые на НПЗ.

В ходе проведённого расчёта количество электродегидраторов первой ступени составит  $\sim 3$ , аналогично для электродегидраторов второй ступени. Итого количество требуемых электродегидраторов снизилось до 6, что естественно влияет на увеличение производительности, а также на увеличение межремонтного пробега установки.

Для проведения конструктивного расчёта в качестве основного материала принимаем сталь 09Г2С, которая имеет следующие характеристики:

Объем аппарата:  $V = 160 \text{ м}^3$ ;

Диаметр аппарата:  $D = 3.4$  м;

Срок службы:  $t = 15$  лет;

Расчетная температура:  $T = 100$  °С;

Расчетное давление:  $P = 1,6$  Мпа

Проведенный экономический анализ позволит судить об экономической эффективности метода и его рентабельности, что наряду с его технологической эффективностью дает положительный результат. Следовательно, на основании произведенных расчетов можно утверждать, что предлагаемые мероприятия на ОАО «Саратовский НПЗ», являются экономически эффективными. Срок окупаемости проекта составляет 9 месяцев.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Большинство нефтей добывается в настоящее время из уже разработанных скважин, при ее добыче для поддержания пластового давления в пласт вводится большое количество воды, что повышает обводненность нефти. Также при добыче нефти используют различные реагенты, в частности, различные соли. Также при транспортировке с далеко расположенных месторождений, при хранении на промежуточных базах нефтяная эмульсия стареет.

Все это понижает качество нефти, поступающей на НПЗ, что приводит к необходимости модернизации установки первичной подготовки нефти и, в частности, электродегидраторов. Для обеспечения необходимой степени обезвоживания и обессоливания нерационально увеличивать количество электродегидраторов низкой единичной мощности, а, следовательно, необходим поиск других технических решений, таких как совершенствование и модернизация данных аппаратов.

В ходе выполнения бакалаврской работы поставленные задачи были выполнены. Рассмотрены теоретические основы процесса обезвоживания и обессоливания нефти, факторы влияющие на устойчивость нефтяной эмульсии, аппараты для разрушения данной эмульсии, сравнение их конструкций.

Предложен способ модернизации данной установки путём замены электродов и проведены соответствующие расчёты. Композитные вертикальные электроды имеют следующие преимущества:

- возрастание напряженности поля по высоте;
- резистивность электродов (переменная электропроводность);
- гидрофобность поверхности;
- коррозионная и химическая стойкость;
- меньший вес.

Все вышеперечисленные аспекты имеют немалое значение при переработке подготовленной нефти, при использовании в дальнейшем в жизни продуктов нефтеперерабатывающей промышленности.

## ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

- 1 Технология переработки нефти и газа / В. Г. Рябов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007. - 224 с.
- 2 А. Соруш. Прогнозирование технологических параметров процесса обезвоживания и обессоливания тяжелых высоковязких нефтей с применением математического моделирования: дис. ...канд. технич. наук: 05.17.07 : защищена 20.09.18 / А. Соруш; науч. рук. Ф. М. Хуторянский; РГУ имени И.М. Губкина. – Москва, 2018. - 153 с.
- 3 Технологический регламент установки ЭЛОУ-АВТ-6 ТР № 5766646-01-2006, ОАО «Саратовский НПЗ».
- 4 Пат. 2699103 Российская Федерация. Способ модернизации электродегидрататора/ В. Н. Швецов. – Заявка № 2019110187 от 05.04.2019; опубл. 03.09.2019.
- 5 Швецов, В. Н, Новые технические решения по усовершенствованию электродегидраторов для обезвоживания и обессоливания нефти / В.Н. Швецов // Журнал «Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса». – 2012. - Москва: изд. РГУ имени И.М. Губкина. - С.48-54.
- 6 Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: Справочник / Лашинский А.А., Толчинский А.Р.. - Л.: "Машиностроение", 1970. - 752 с.
- 7 ОСТ 26-2091-93. Опоры горизонтальных сосудов и аппаратов. Конструкция. – М.: АО «НИИхиммаш», 1993. – 38 с.