

**Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное
учреждение высшего образования
Астраханский государственный технический университет
Институт нефти и газа**

Кафедра «Химическая технология переработки нефти и газа»

ВОЛНОВАЯ ОБРАБОТКА НЕФТЯНЫХ ДИСТИЛЛЯТОВ И ОСТАТКОВ

Методические указания для проведения лабораторных работ и
учебной научной - исследовательской работы студентов
по направлениям 18.03.01 и 18.04.01

Астрахань 2022

Разработчики: д.т.н., проф. Пивоварова Н.А., к.т.н., доц. Козырев О.Н.

Рецензент – к.т.н., доц., «Химическая технология переработки нефти и газа» Власова Г.В.

Методические указания для проведения лабораторных работ по дисциплине «Физико-химия нефтяных дисперсных систем», «Технология нефти и газа», «Химмотология углеводородных топлив» и УНИРС по направлениям 18.03.01 «Химическая технология» и 18.04.01 «Химическая технология топлив и газа»/ составители Пивоварова Н.А, Козырев О.Н., Астрахань: АГТУ, 2022, 12 с.

Предлагаемый лабораторный практикум содержит теоретическую часть, руководство к выполнению лабораторных работ по обработке нефтяных дистиллятов в магнитном и ультразвуковом поле, рекомендации по обработке результатов, требования охраны труда при проведении работы и список литературы.

Методические указания рассмотрены и рекомендовано к внутрикафедральному использованию заседании кафедры «Химическая технология переработки нефти и газа» 24.03.2022 г. протокол №3.

© Астраханский государственный технический университет

1 Теоретическая часть

Применение волновых эффектов для решения проблем нефтяной промышленности представляет основу высокоэффективных технологий.

Перспективным направлением интенсификации переработки углеводородного сырья, являются волновые технологии, реализуемых на основе физических принципов: электрических, магнитных, радиационных, акустических, кавитационных, микроволновых, вибрационных, лазерных.

Среди волновых методов воздействия на жидкие системы наиболее универсальным, эффективным, несложным с технической точки зрения и безопасными является магнитная и ультразвуковая обработка.

Магнитная обработка оказывает влияние на дисперсные, реологические и парамагнитные характеристики нефтяного сырья. Наложение магнитного поля на движущуюся нефтяную дисперсную систему (НДС) вызывает возбуждение молекул углеводородов и гетеросоединений, приводящее к синглет-триплетным переходам электронов и гомолитической диссоциации, в результате чего увеличивается количество парамагнитных центров (углеродных радикалов). Вновь образовавшиеся углеродные радикалы становятся центрами образования новых дисперсных частиц меньших размеров, что наряду с уменьшением в результате «дробления» первоначальных дисперсных частиц ведет к повышению гомогенности системы в целом.

Основными параметрами магнитной обработки, влияющими на ее эффективность, являются магнитная индукция, скорость потока в активной зоне (зона с максимальной индукцией и чередующимся направлением силовых), количество активных зон. Воздействие магнитного поля приводит к снижению размеров дисперсных частиц на 7-28 %.

При воздействии постоянного магнитного поля на НДС наблюдается изменение поверхностного натяжения.

Одной из характерных особенностей воздействия магнитного поля на НДС является обратимость многих эффектов, им вызываемых. «Магнитная память»

или время релаксации зависят от многих факторов, как то: природа НДС, температура, гидродинамический режим потока, величина магнитной индукции и др.

В зависимости от состава нефти «память» об уменьшении вязкости сохраняется от 30 мин до 2 часов. Окисляемость нефти после магнитной обработки сохраняется до 6 часов.

Активное воздействие ультразвука на вещество, приводящее к необратимым изменениям в нём, или воздействие ультразвука на физические процессы, влияющее на их ход, обусловлено в большинстве случаев нелинейными эффектами в звуковом поле. Такое воздействие широко используется в промышленной технологии; при этом решаемые с помощью ультразвуковой технологии задачи, а также и сам механизм ультразвукового воздействия различны для разных сред.

Акустическая кавитация, возникает при направлении ультразвуковой волны в жидкость. В жидкости в поле действия ультразвука, крохотные пузырьки пара или газа (субмикроскопического размера) начинают расти до долей миллиметров в диаметре, при этом пульсируя с частотой волны и схлопываясь в положительной фазе давления. Захлопывающийся пузырек порождает локально высокий импульс давления, измеряемый тысячами атмосфер, становясь источником ударных сферических волн. Акустические микропотоки, образующиеся возле таких пульсирующих пузырьков, нашли полезное применение для получения эмульсий, очистки деталей и т.д.

Изменения дисперсных, реологических и парамагнитных характеристик НДС, вызванные воздействием ультразвука и постоянного магнитного поля, обусловлены, главным образом, перераспределением сил межмолекулярного взаимодействия, ответственных за образование надмолекулярных структур.

2. Цель лабораторной работы

Изучение влияния воздействия волновой обработки (постоянного магнитного поля и ультразвука в динамическом режиме) на свойства и параметры нефтяных дистиллятов.

3. Сущность метода

Сущность метода заключается в изменении структуры НДС нефтяного дистиллята воздействием постоянного магнитного поля или ультразвука, обусловленных перераспределением сил межмолекулярного взаимодействия, ответственных за образование надмолекулярных структур.

Основными параметрами воздействия ультразвука в динамическом режиме являются частота колебаний ($10 \div 80$ кГц), мощность ($10 \div 200$ Вт/см²), время пребывания в зоне действия ультразвука ($1 \div 300$ с).

Основными параметрами воздействия постоянного магнитного поля в динамическом режиме (магнитной обработки), влияющими на ее эффективность, являются магнитная индукция, скорость потока в активной зоне, количество пересечений магнитного поля, температура среды. Величину магнитной индукции изменяют от 0,1 до 0,3 Тл. Величина зазора колеблется от 3 до 20 мм, количество активных зон от 2 до 4. Наиболее значимо влияние магнитного поля при скорости пересечения углеводородным сырьем активного зазора от десятых до сотых доли метра в секунду.

4. Средства измерений, материалы, оборудование

При выполнении работ по данной методике применяются следующие средства измерений, вспомогательное оборудование, реактивы и материалы:

- Дистиллят (250 -1000 см³)
- Делительная воронка ёмкостью 500 см³
- Термомаслостойкие трубки диаметром 3,5 мм
- Перистальтический насос производительностью от 5 до 200 см³/мин
- Ультразвуковое устройство (генерируемая частота колебаний 40 кГц)
- Магнитный тоннель (магнитная индукция от 0,1 до 0,4 Тл)
- Приемник объёмом 250- 1000 см³
- Секундомер

В качестве дозирующего устройства используется перистальтический насос, производительность которого можно изменять от 5 до 200 см³/мин.

В качестве ультразвукового излучателя используется устройство “КО-ЛИБРИ”, расположенное внутри емкости, через которую проходит поток изучаемого углеводородного сырья. Частота колебаний 40 кГц.

Внутреннее устройство магнитного туннеля (Патент RU № 2167824, 2001), создающего постоянное магнитное поле представлено на рисунке 1.

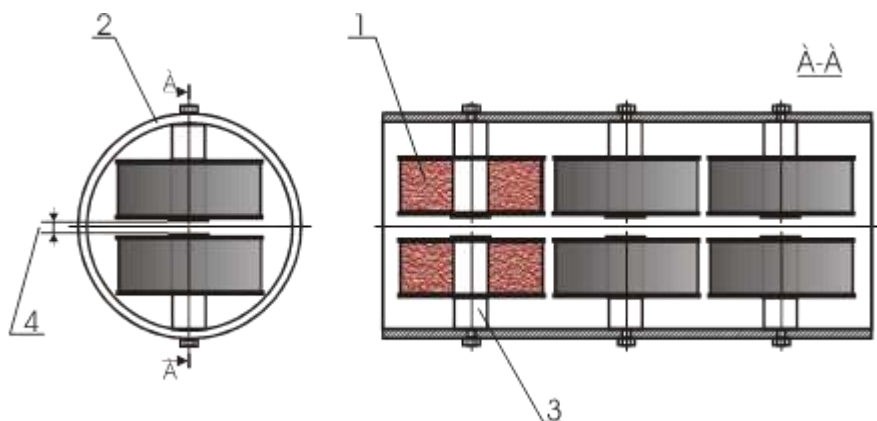


Рисунок 1 – Схема магнитного туннеля с электромагнитами
1 – катушки; 2 – корпус; 3 – магнитопроводы; 4 – активный зазор.

Зависимость магнитной индукции при изменении силы тока, представленная на рисунке 2, дает возможность установки режима магнитной обработки.

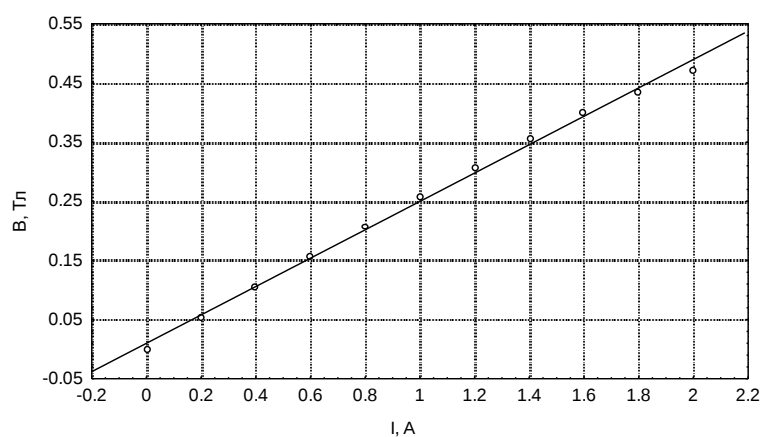


Рисунок 2 – Зависимость магнитной индукции (B) от силы тока (I)

Магнитный туннель работает следующим образом: поток углеводородного сырья поступает по трубке из диамагнитного материала и проходит через рабочий зазор. В момент прохождения через зазор жидкость подвергается воздействию магнитного поля, направленного перпендикулярно потоку жидкости. Величина магнитной индукции регулируется с помощью автотрансформатора

изменением напряжения электрического тока, подаваемого через выпрямитель на катушки, в соответствии с зависимостью, показанной на рисунке 2.

5. Проведение испытания

5.1 Схема установки представлена на рисунке 3. Делительную воронку (2) с термометром (1), насос (4), ультразвуковое устройство (5), соединяют между собой термомаслостойкими трубками последовательно, трубку после ультразвукового устройства пропускают через магнитный тоннель (6) и выводят в приемник (7). Необходимо следить, чтобы все соединения были надежными и плотными.

5.2 В делительную воронку наливают 250 – 1000 см³ испытуемого дистиллята и устанавливают термометр, так, чтобы пробка входила неплотно в горловину колбы (оставался небольшой зазор).

5.3 Для достижения заданной линейной скорости устанавливают расход изменением подачи насоса. Расход определяют по формуле:

$$Q = (\pi \cdot d_{\text{внутр}}^2) / 4 \cdot v$$

где Q – расход перекачиваемой жидкости;

$d_{\text{внутр}}$ – диаметр трубопровода 3,5мм;

v – скорость потока (0,1 – 0,5 м/с).

5.4 Включают ультразвуковое устройство и/или магнитный тоннель. Режим магнитной обработки устанавливают варьированием напряжения на лабораторном автотрансформаторе, что приводит к изменению силы тока на блоке управления магнетизатором до заданной индукции магнитного поля в соответствии с зависимостью (рис. 2). Например: величине магнитной индукции 0,15 Тл соответствует напряжение 0,6 А и т.д.

5.5. Открывают вентиль на делительной воронке (2) и пускают нефтепродукт по трубкам. Первые 50-200 см³ нефтепродукта после начала обработки сливают, чтобы исключить влияние неустановившегося режима (наличие пузырьков воздуха и т.д.).

5.6 Затем нефтепродукт, в количестве необходимом для последующих анализов, собирают в приёмник.

5.7 После того как весь нефтепродукт протечет через систему отключают приборы от сети, выключают насос.

5.8 Установку промывают растворителем (бензиновая фракция и т.п.).

5.9 Растворитель после промывки утилизируют согласно инструкции в слив.

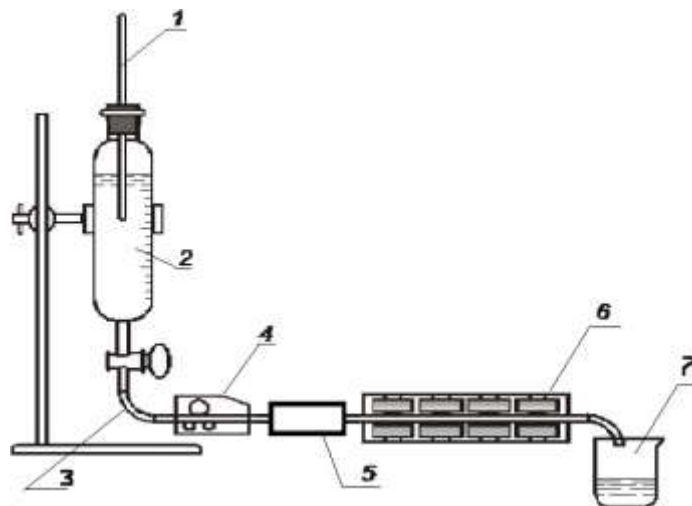


Рисунок 3 – Проточная лабораторная установка для обработки нефтяного дистиллята

1 – термометр; 2 – обогреваемая бюретка; 3 – термомаслостойкие трубки;
4 – перистальтический насос; 5 – ультразвуковое устройство; 6 – магнитный туннель;
7 – приемник.

После проведения эксперимента проводят анализы, указанные преподавателем. Среди которых могут быть:

- дисперсный состав (средний диаметр частиц дисперсной фазы по методическим указаниям: «Определение среднего диаметра частиц дисперсной фазы в нефтепродуктах фотоколориметрическим методом» кафедры «Химическая технология переработки нефти и газа»)

- температуры вспышки в закрытом тигле (ГОСТ 6356-75)

- кинематической вязкости (ГОСТ 33-2016)

- плотности (ГОСТ 3900-85)

После чего сравнивают полученные показатели с показателями исходного образца до обработки и записывают выводы.

6. Обработка результатов

Сопоставление эффективности волновой (ультразвуковой и/или магнитной) обработки проводится по результатам анализов дистиллятов, например, по дисперсному составу:

$$\Xi = \frac{d_{\text{исх}} - d_{\text{обр}}}{d_{\text{исх}}} \times 100\%$$

где: $d_{\text{исх}}$ - диаметр частицы до обработки

$d_{\text{обр}}$ - диаметр частицы после обработки

Сходимость результатов определяют в соответствии с погрешностью метода анализируемого параметра.

Задание, ход работы и результаты экспериментов оформляют в виде протокола лабораторной работы (образец титульного листа в Приложении), в котором приводят графическое представление полученных результатов и выводов по волновому воздействию на нефтяные дистилляты.

7. Меры безопасности при выполнении лабораторных работ

К проведению лабораторных работ студенты допускаются только после прохождения первичного инструктажа по технике безопасности.

Для выполнения лабораторной работы студент должен:

- использовать спецодежду (халат хлопчатобумажный, который следует носить в застегнутом виде);
- не загромождать проходы, лабораторные столы и стулья рюкзаками, портфелями, сумками и т.п.
- перед началом работы включить систему вентиляции;
- осмотреть электрические розетки и вилки, электрические провода и блоки питания на электроприборах и т.п., используемые при выполнении данной работы на предмет целостности;

- для разогрева различных нефтепродуктов использовать водяную баню;
- во избежание ожогов осторожно переносить и переливать разогретые нефтепродукты;
- во избежание порезов аккуратно обращаться с химической посудой;
- при розливе небольшого количества нефтепродукта использовать ве-
тошь, при больших розливах – песок;
- после завершения анализа утилизировать нефтепродукты и смеси в со-
ответствии с установленными требованиями;
- привести в порядок свое рабочее место (вымыть за собой использован-
ную химическую посуду и части прибора, выключить приборы из сети).

Список литературы

1. Пивоварова Н.А. Магнитные технологии добычи и переработки углево-
дородного сырья. М.: ООО «Газпромэкспо». 2009. с.120
2. Влияние магнитного поля на результаты атмосферной перегонки ста-
бильного газового конденсата/Н.А. Пивоваров, А.С. Гражданцева, Г.В.
Власова, В.М. Колосов// Химия и технология топлив и масел, 2018. - №
1. - С. 3-6
3. Такаева М.А., Пивоварова Н.А. Методы активирования углеводород-
ного сырья воздействием ультразвука // Технические науки - от теории
к практике: сб. ст. по матер. VI междунар. науч.-практ. конф. – Новоси-
бирск: СибАК, 2012.
4. Пути улучшения низкотемпературных показателей транспортируемой
парафинистой нефти/ Г.В. Власова, Н.А. Пивоварова, Е.Д. Куликова,
Н.Р. Хафизуллина// Neftegaz.RU. 2017. - №12.- С. 48-50
5. Киташов, Ю.Н. Энергосберегающая технология обменных резонанс-
ных взаимодействий [Текст] / Ю.Н. Киташов, А.В. Назаров, А.М. Иль-
инец // Oil and Gas Journal Russia. – 2011. – № 3.

Приложение 1

**Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное
учреждение высшего образования
Астраханский государственный технический университет
Институт нефти и газа**

Кафедра «Химическая технология переработки нефти и газа»

ВОЛНОВАЯ ОБРАБОТКА НЕФТЯНЫХ ДИСТИЛЛЯТОВ И ОСТАТКОВ

**Лабораторная работа по дисциплине
«Химическая технология топлива и газа»**

Студенты:

.....

.....

Группа:

Проверил:

Дата:

Астрахань – 2022

--

