

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический  
университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР  
Н.И. Никифорова  
«13» 05 2023 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине (модулю)

**Б1.В.ДВ.03.02 Термические процессы в нефтепереработке**

(наименование дисциплины)

**18.03.01 «Химическая технология»**

(код и наименование направления подготовки)

**«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»**

(профиль подготовки)

**бакалавр**

квалификация

**заочная**

форма обучения

Нижекамск 2023

Составитель ФОС:

старший преподаватель кафедры НХС

  
(подпись)

Г.Р. Хуснутдинова

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры Нефтехимического синтеза,  
протокол от 12.04.2023 г. № 8

Зав. кафедрой


  
(подпись)

Р.З.Агзамов

Эксперт:

Ответственный за ООП, разработчик УП

Новожилова А.И., доцент кафедры Нефтехимического синтеза НХТИ ФГБОУ  
ВО «КНИТУ»

  
Ф.И.О., должность, организация, подпись

**Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины**

**Компетенция:**

ПК-1 Способен к обеспечению выработки компонентов и приготовление товарной продукции.

**Индикаторы достижения компетенции:**

1.1 Знает технологию производства товарной продукции; основное оборудование процесса, принципы его работы и правила технической эксплуатации; технические требования, предъявляемые к сырью, материалам, катализаторам, готовой товарной продукции.

1.2 Умеет осуществлять оперативное руководство работой производственного подразделения и организовывать работу подчиненного персонала на выполнение производственной программы и качества товарной продукции; проводить сверку сходимости баланса потребляемого сырья и выработки товарной продукции; рассчитывать планируемую потребность присадок, реагентов, катализаторов, материалов для выполнения производственных заданий на планируемый период с указанием срока поставки.

1.3 Владеет навыками руководства деятельностью технологического участка и подчиненным персоналом; контроля соблюдения технологических параметров в пределах, утвержденных технологическим регламентом; применения мер по устранению причин, вызывающих отклонение от норм технологического регламента; подготовки предложений по разработке мероприятий по совершенствованию технологических процессов, повышающих качество товарной продукции.

| <b>Индикаторы достижения компетенции</b> | <b>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины</b> |   |                             |                                 | <b>Наименование оценочного средства</b>  |
|--|--|---|-----------------------------|---------------------------------|--|
|  | <b>Лекции</b>  | <b>Практические занятия, лабораторный практикум</b> | <b>Лабораторные занятия</b> | <b>Курсовой проект (работа)</b> |  |
| ПК-1.1                                   | Темы 1-11  | Не предусмотрены                                    | Темы 1-11                   | Не предусмотрены                | Лабораторные работы, коллоквиумы, контрольные работы, зачет с оценкой, экзамен |
| ПК-1.2                                   | Темы 1-11  | Не предусмотрены                                    | Темы 1-11                   | Не предусмотрены                |  |
| ПК-1.3                                   | Темы 1-11  | Не предусмотрены                                    | Темы 1-11                   | Не предусмотрены                |  |

**Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)**

**для заочной (7 семестр) формы обучения**

| <b>Оценочные средства</b>  | <b>Кол-во</b> | <b>Min, баллов</b> | <b>Max, баллов</b> |
|----------------------------|---------------|--------------------|--------------------|
| <i>Лабораторная работа</i> | <i>4</i>      | <i>6</i>           | <i>10</i>          |
| <i>Контрольная работа</i>  | <i>1</i>      | <i>12</i>          | <i>20</i>          |
| <i>Экзамен</i>             | <i>1</i>      | <i>24</i>          | <i>40</i>          |
| <i>Итого:</i>              |               | <i>60</i>          | <i>100</i>         |

**Краткая характеристика оценочных средства**

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Наименование<br/>оценочного<br/>средства</b> | <b>Краткая характеристика оценочного средства</b>   | <b>Представление<br/>оценочного<br/>средства в фонде</b>  |
|------------------|---|---|---|
| <i>1</i>         | <i>2</i>  | <i>3</i>  | <i>4</i>  |
| 1.               | Лабораторная работа                             | Это вид учебной работы, целью которой является изучение (исследование, измерение) характеристик лабораторного объекта.<br>Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины (дисциплин) с использованием технических средств и (или) оборудования | Темы лабораторных работ, контрольные вопросы по теме лабораторной работы, вопросы к коллоквиуму |
| 2.               | Контрольная работа                              | Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу   | Комплект контрольных заданий по вариантам   |

### ***Шкала оценивания***

| Цифровое выражение | Выражение в баллах: | Словесное выражение              | Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:   |
|--------------------|---------------------|----------------------------------|--|
|                    |                     |                                  | экзамен  |
| 5                  | 87 - 100            | Отлично (зачтено)                | Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий |
| 4                  | 74 - 86             | Хорошо (зачтено)                 | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.   |
| 3                  | 60 - 73             | Удовлетворительно (зачтено)      | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.  |
| 2                  | Ниже 60             | Неудовлетворительно (не зачтено) | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному  |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет технологический  
Кафедра НХС

Направление подготовки/специальность: 18.03.01 Химическая технология  
(код и наименование)

Профиль/специализация: «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»  
(наименование)

Семестр 7 (заочная)

**Вопросы для подготовки к экзамену**  
по дисциплине Б1.В.ДВ.03.02 Термические процессы в нефтепереработке  
(наименование дисциплины)

1. Генезис и химическая эволюция нефтей. Органическая теория происхождения нефти.
2. Нефтематеринское вещество и его преобразование в нефть. Биodeградация нефти в природных условиях. Процесс нефтеобразования и химический состав нефти.
3. Биомаркеры. Влияние температуры и природных катализаторов. Минеральная теория происхождения нефти
4. Физические свойства нефтей.
5. Химический состав нефти. Фракционный состав нефти.
6. Элементный, индивидуальный и структурно-групповой состав нефти. Классификация нефтей
7. Методы исследования нефтей
8. Парафины, нафтены, ароматические углеводороды нефти
9. Характеристика сернистых соединений и их определение в нефтях. Перспективы их практического использования.
10. Подготовка нефти к переработке. Первичные и вторичные процессы переработки нефти.
11. Основные процессы промышленной переработки нефтехимического сырья
12. Термодинамика и кинетика распада углеводородов различных рядов и молекулярной массы. Свободно-радикальный механизм термического крекинга углеводородов.
13. Получение светлых нефтепродуктов термическим разложением остаточных фракций, улучшение качества котельного топлива, получение термогазойля и нефтяного кокса.
14. Технологическое оформление процессов термического крекинга
15. Пиролиз нефтяных фракций и газового сырья для производства низших олефинов и ароматических углеводородов.
16. Переработка газообразных и жидких продуктов пиролиза.
17. Пиролиз метана и других углеводородов для получения ацетилена.
18. Термокatalитический крекинг
19. Каталитический риформинг
20. Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке

Набор утвержденных экзаменационных билетов хранится на кафедре. Каждый экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса. Максимальное количество баллов, которое студент может получить за экзамен – 40, из них за ответ на один теоретический вопрос – 20. Минимальное количество баллов за экзамен – 0 .

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет технологический  
Кафедра НХС

Направление подготовки/специальность: 18.03.01 Химическая технология  
(код и наименование)

Профиль/специализация: «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»  
(наименование)

Семестр 7 (заочная)

Учебным планом по направлению подготовки 18.03.01 –Химическая технология для обучающихся предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине Б1.В.ДВ.03.02 Термические процессы в нефтепереработке.

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения: лабораторного оборудования, образцов для исследований, методических пособий.

Цель проведения лабораторных работ - практическое освоение теоретических положений лекционного материала, а также выработка студентами определенных умений и навыков самостоятельного экспериментирования.

**Комплект лабораторных работ**  
по дисциплине Б1.В.ДВ.03.02 Термические процессы в нефтепереработке  
(наименование дисциплины)

**Семестр: 7 (заочная)**

**Лабораторная работа №1 «Карбамидная депарафинизация»**

*Цель работы:* извлечь из нефти высшие парафины с помощью карбамида

*Проведение работы* Для карбамидной депарафинизации в качестве сырья берут нефтяные фракции (350–420°C).

Навеску депарафинируемого нефтепродукта, предварительно растёртый в фарфоровой ступке карбамид и растворитель (бензин «Галоша», изооктан, петролейный эфир 70-100°C) загружают в колбу, а в делительную воронку 3 заливают взвешенное количество активатора (аcetона или МЭК).

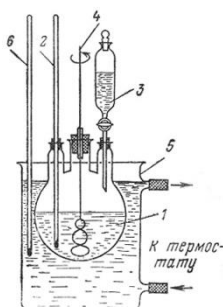


Рис.1 - Прибор для проведения депарафинизации кристаллическим карбамидом с механическим перемешиванием:  
1- круглодонная трехгорлая колба; 2,6 - термометры; 3 – делительная воронка; 4 – мешалка; 5 – стакан

Количество карбамида, растворителя и активатора для депарафинируемого сырья разного фракционного состава, а также оптимальные начальные и конечные температуры опыта (комплексобразования) приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Данные для проведения карбамидной депарафинизации

| Пределы выкипания фракции, °C | Загрузка, % ( масс.) на сырьё |              |            | Температура опыта, °C |          |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|-----------------------|----------|
|                               | карбамида                     | растворителя | активатора | начальная             | конечная |
| 350 - 400                     | 120 - 150                     | 250 - 300    | 10         | 50                    | 25       |
| 350 - 420                     | 150                           | 300 – 400    | 15         | 60                    | 25- 30   |

В течение времени (обычно не более 5 мин), необходимого для достижения требуемой температуры комплексобразования, смесь сырья растворителя и карбамида термостатируют при непрерывном переме-

шивании, после чего по каплям (!) вводят активатор из воронки. Далее процесс ведут при 60°C при постоянном перемешивании и завершают через 30 мин после начала комплексообразования (начало комплексообразования характеризуется повышением температуры реакционной смеси в результате экзотермического эффекта реакции). По завершении процесса комплексообразования содержимое колбы 1 охлаждают до 25-30°C и переносят на фильтр, отфильтровывают в вакууме и комплекс дважды промывают растворителем (каждый раз по 100% масс. на исходный карбамид). Промытый комплекс переносят в химический стакан и разлагают водой (при 80-90°C).

При разложении комплекса образуются два слоя: верхний – раствор комплексообразующих углеводородов (парафинов) в соответствующем растворителе и нижний – водный раствор карбамида, которые разделяют в делительной воронке. Раствор парафинов промывают водой для удаления следов карбамида и активатора и отфильтровывают на двойном бумажном фильтре для удаления следов воды. От раствора депарафинированного продукта отгоняют растворитель. Сырьё и полученные продукты анализируют по форме, приведённой в таблице 2.

*Обработка результатов* Результаты эксперимента оформляются в виде таблиц 2, 3.

Таблица 2 - Материальный баланс депарафинизации

| Взято:                       | масса, г | %, масс. |
|------------------------------|----------|----------|
| Сырьё                        |          | 100      |
| Получено:                    |          |          |
| 1.Депарафинированная фракция |          |          |
| 2.Парафин                    |          |          |
| 3.Потери                     |          |          |
| Итого:                       |          | 100      |

Таблица 3 – Свойства сырья и полученных продуктов

| Показатели  | Сырьё | Деп. масло |
|---|-------|------------|
| Температура застывания, °C                            |       |            |
| Вязкость, мм <sup>2</sup> /с<br>при 50°C<br>при 100°C |       |            |

## Лабораторная работа №2 «Определение воды в нефтепродуктах»

*Цель работы:* Определить количество воды в керосине.

*Проведение работы* Определение воды в нефти и нефтепродуктах методом Дина-Старка

Метод Дина и Старка Метод Дина и Старка распространенный, точный метод определения количественного содержания воды в нефтях и нефтепродуктах. Он основан на азеотропной перегонке пробы нефти или нефтепродукта с растворителями. Прибор Дина и Старка изображён на рис. 1. (Внимание! Опыт необходимо выполнять в вытяжном шкафу!)

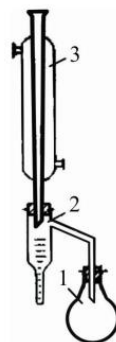


Рисунок 1 - Прибор Дина и Старка: 1 – круглодонная колба; 2 – насадка Дина– Старка; 3 – холодильник

*Подготовка к анализу* Пробу нефти или нефтепродукта тщательно встряхните в течение 5 минут. Мерным цилиндром в чистую и сухую, предварительно взвешенную стеклянную колбу 1 (рис. 1) поместите 3 мл нефти или нефтепродукта и добавьте 5 мл растворителя (толуола). Колбу при помощи шлифа присоедините к отводной трубке 2, а к верхней части приемника-ловушки на шлифе присоедините холодильник 3. Во избежание конденсации паров воды из воздуха верхний конец холодильника закройте ватой.

*Проведение анализа* Содержимое колбы 1 (нефть или нефтепродукт) нагрейте с помощью нагревателя колб или на электрической плитке. Для равномерного кипения перед началом нагревания в колбу поместите несколько кипелок. Перегонку необходимо проводить так, чтобы из трубки холодильника в приемник-ловушку падали 2–4 капли воды в секунду. Нагрев необходимо прекратить после того, как объем воды в приемнике-ловушке (насадке Дина-Старка) перестанет увеличиваться и верхний слой растворителя приобретет прозрачную окраску. Продолжительность перегонки должна быть не менее 30 мин и не более 60 мин. Если на стенках трубки



холодильника присутствуют капельки воды, то их необходимо столкнуть в приемник-ловушку стеклянной палочкой. После охлаждения испытуемого продукта до комнатной температуры прибор необходимо разобрать. Если количество воды в приемнике-ловушке не более 0,3 мл и растворитель мутный, то приемник-ловушку помещают на 20-30 мин в горячую воду для осветления и снова охлаждают до комнатной температуры. После охлаждения приёмника-ловушки определите объем воды в нем с точностью до одного верхнего деления.

Объемную долю воды  $X$ , %, рассчитайте по формуле:

$$X = (V \cdot 100) / V_1,$$

где  $V$  – объем воды, собравшейся в приемнике-ловушке, мл;  $V_1$  – объем нефти или нефтепродукта, взятый для испытания, мл.

Количество воды в приемнике-ловушке 0,03 мл и меньше считается следовыми количествами.

По полученному результату сделать выводы.

### Лабораторная работа №3 Определение фракционного состава

*Цель работы:* Получение показателей для построения кривых перегонки (ИТК) отдельных фракций нефти.

*Описание лабораторной установки* Стандартный аппарат для определения фракционного состава (рис.3) состоит из следующих деталей: колба I для перегонки вместимостью 125 см<sup>3</sup> из термостойкого стекла; цилиндр мерный 7 вместимостью 100 см<sup>3</sup>, с ценой деления 1 см<sup>3</sup>; цилиндр вместимостью 10 см<sup>3</sup>, с ценой деления 0,1 см<sup>3</sup>; стакан 10 для охлаждения цилиндра; термометр 2 стеклянный ртутный со шкалой от 0 до 360°C с ценой деления 1°C; кожух 9; ванна холодильника 5; газовая горелка или электрический нагреватель; асбестовая прокладка.

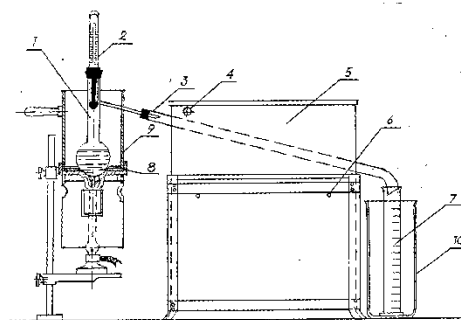


Рисунок 1 - Стандартный аппарат для определения фракционного состава:

1-колба; 2-термометр; 3-трубка холодильника; 4,6 патрубка для ввода и вывода воды; 5-ванна холодильника; 7- мерный цилиндр; 8-асбестовая прокладка; 9-кожух; 10-стакан

Сущность метода заключается в перегонке 100 см<sup>3</sup> испытуемого нефтепродукта при условиях, предусмотренных стандартом. При оценке испаряемости различных топлив определяются, за небольшим исключением, одинаковые характерные точки фракционного состава: температура начала перегонки, температура перегонки 10, 50, 90% и конечная температура перегонки.

Определение фракционного состава проводится при атмосферном давлении с помощью специального аппарата. Разделительная способность этого аппарата очень невелика, поэтому результаты разгонки в значительной мере зависят от размеров отдельных частей прибора, качества его сборки и от условий самой перегонки. Для получения удовлетворительной сходимости результатов применяют стандартную аппаратуру и строго соблюдают методику определения.

*Метод проведения эксперимента* Пробы нефтепродуктов, содержащие воду, для испытания непригодны. Нефтепродукты с температурой начала кипения ниже 66°C, содержащие влагу, не обезвоживают. Для проведения испытания берут другую пробу, в которой отсутствует взвешенная вода.

Нефтепродукты с температурой начала кипения 66°C и выше, содержащее влагу, обезвоживают встряхиванием с безводным сульфатом натрия или другим соответствующим обезвоживающим реагентом и отделяют пробу от осушителя декантацией. Пробу бензинов предварительно охлаждают до температуры от 13 до 18°C, авиационных керосинов и дизельного топлива - от 13°C до температуры окружающей среды. Заполняют ванну холодильника так, чтобы его трубка была покрыта охлаждающим агентом (колотый лед, вода, лед с солью и др.). Температура охлаждающей бани должна быть от 0 до 4°C для бензинов и от 0 до 60°C для авиационных керосинов и дизельного топлива. Отмеряют 100 см<sup>3</sup> пробы мерным цилиндром и переносят её в колбу для перегонки, соблюдая меры предосторожности для того, чтобы жидкость не попала в пароотводную трубку. Температура мерного цилиндра должна быть от 13 до 18°C для бензинов, и от 13°C до температуры окружающей среды - для авиационных керосинов и дизельного топлива, а температура колбы и термометра - от 13 до 18°C для бензинов, и не выше температуры окружающей среды - для авиакеросинов и дизтоплив. Термометр с плотно прилегающей пробкой устанавливают в горловину колбы так, чтобы шарик термометра располагался по центру горловины и нижний конец капилляра находился на уровне самой высокой точки нижней внутренней стенки пароотводной трубки.

Колбу с пробой устанавливают на подставку и соединяют с трубкой холодильника при помощи пробки, через которую проходит пароотводная трубка. Колбу устанавливают в вертикальном положении, при этом пароотводная трубка входит в трубку холодильника на расстояние 25-50 мм. Мерный цилиндр, в котором измеряли пробу для испытания, без высушивания помещают в баню (стакан 10) и ставят под нижний конец

трубки холодильника так, чтобы конец трубки был опущен по центру цилиндра на 25 мм, но не ниже отметки 100 см<sup>3</sup>. Температура среды, окружающей мерный цилиндр, должна быть для бензинов от 13 до 18°C, для авиационных керосинов и дизельного топлива - на 3°C выше температуры пробы, подготовленной для перегонки.

Уровень жидкости в бане для цилиндра поддерживают до отметки не менее 100 см<sup>2</sup>. Цилиндр накрывают куском фильтровальной бумаги или аналогичным материалом, который должен плотно прилегать к трубке холодильника. После подготовки аппарата для перегонки записывают барометрическое давление и начинают равномерно нагревать колбу. Нагревают пробу в колбе для перегонки так, чтобы период времени между началом начала нагревания и температурой начала кипения составлял для бензинов от 5 до 10 мин, для авиационных керосинов и дизельного топлива от 5 до 15 мин. Температуру, при которой в мерный цилиндр падает первая капля, отмечают как температуру начала кипения и ставят цилиндр так, чтобы конденсат стекал по стенке. Регулируют нагрев так, чтобы скорость перегонки от 5%-ного отгона до получения 95 см<sup>3</sup> отгона была для всех групп топлив от 4 до 5 см<sup>3</sup>/мин. Записи результатов определения фракционного состава проводят в соответствии с техническими условиями на данный продукт. Записывают температуру начала кипения, температуру конца кипения, показания термометра при каждом кратном 10 %-ном отгоне в интервале от 10 до 90% включительно. Если при перегонке температура поднимается до 370°C или наблюдается разложение пробы, нагревание прекращают и по мере заполнения цилиндра конденсатом записывают его объем с интервалом 2 мин до тех пор, пока два последовательных измерения не дадут одинаковых результатов. Измеряют объем конденсата, записывают его значение как объем отгона (выхода). Если нормируется температура конца кипения, то нагрев ведут до тех пор, пока ртутный столбик термометра не остановится на некоторой высоте, а после этого начнет опускаться. Максимальную температуру, показанную термометром, записывают как температуру конца кипения. Время от образования 95 см<sup>3</sup> отгона до конца кипения должно быть от 3 до 5 мин. После охлаждения колбы содержимое выливают в конденсат, собранный в цилиндр, и дают стечь до тех пор, пока объем в мерном цилиндре не будет увеличиваться. Записывают этот объем как восстановленный общий объем. Допускается измерять объем охлажденного остатка в колбе, сливая его в цилиндр с ценой деления 0,1 см<sup>3</sup>. За восстановленный общий объем принимают сумму значений установленного объема и выхода конденсата в процентах. Для вычисления объема потерь вычитают общий объем отгона из 100. Значения всех объемов в процентах записывают с погрешностью не более 0,5, показания термометра с погрешностью не более 0,5°C, а барометрическое давление с погрешностью не более 0,05·10<sup>3</sup> Па (0,38 мм.рт.ст.). При давлении выше или ниже 101,3·10<sup>3</sup> Па (760 мм.рт.ст.) вводят поправку на барометрическое давление к каждому показанию термометра. Поправку (C)°C вычисляют по формулам (1) или (2) или используют данные табл. 5.

$$C = 0,00009 (101,3 \cdot 10^3 - P) (273 + t_0), \quad (1)$$

$$C = 0,00012 (760 - P_1) (273 + t_0), \quad (2)$$

где P - барометрическое давление во время испытания, Па; P<sub>1</sub> - барометрическое давление во время испытания, мм.рт.ст.; t<sub>0</sub> - наблюдаемые показания термометра, °C.

Скорректированную температуру округляют до 0,5°C. После внесения в показания термометра поправок на барометрическое давление записывают температуры начала и конца кипения, остаток, остаток и потери; 10%-ный отгон (объемы отогнанного продукта) и соответствующие им температуры без дальнейших вычислений. Результаты сводят в таблицу 1 (для каждого нефтепродукта отдельная таблица):

Таблица 1

| V, мл | н.к | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | к.к |
|-------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| T, °C |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |

Процентный отгон бензина составляет \_\_\_\_\_ %

Остаток \_\_\_\_\_ %

Потери \_\_\_\_\_ %

По полученным данным построить кривые истинных температур кипения (ИТК) и сделать выводы.

#### Лабораторная работа №4 Дезмульгирование нефти

*Основная цель лабораторной работы:* Выбрать оптимальный дезмульгатор для представленного типа нефти.

*Дополнительные цели лабораторной работы:*

- Объяснить состав эмульсии
- Описать процесс образования эмульсии
- Объяснить основные принципы очистки эмульсии
- Перечислить основные свойства дезмульгатора
- Объяснить, как проводится бутылочный тест для выбора дезмульгатора

*Введение* Нефть добывается на большинстве нефтяных месторождений с содержанием воды. Эта вода, которая может составлять очень большой процент общего производства с промысла, может служить причиной множества проблем. Этими проблемами могут быть:

**Коррозия** - выработанная вода очень соленая. Если вода остается в нефти, то она может привести к коррозии труб, аппаратов и другого оборудования.

**Образование накипи** - соли сначала растворяются в воде внутри резервуара. По мере изменения условий, при выработке этой воды, соли могут осесть в виде твердых тел. Это в свою очередь может уменьшить диаметр труб, закупорить сосуды и оборудование и привести к потере производительности.

**Транспортировка** - нефть будет транспортироваться с промысла по трубопроводу или танкером. В любом случае, содержание воды в нефти будет служить причиной многих проблем. Вода в трубопроводе оставляет меньше пространства для перемещения нефти и приводит к снижению эффективности трубопровода. Вода, которая поступает на нефтеперерабатывающий завод, может привести к серьезным нарушениям в процессе перегонки. Танкеры не могут принять груз с содержанием большого количества воды.

Для предотвращения описанных проблем, вода отделяется от нефти на самой ранней стадии. Переработанная вода затем проходит процесс очистки перед ее утилизацией.

*Эмульсии - Их Природа и Образование* Нефть и вода не смешиваются. Если мы будем взбалтывать нефть и воду в бутылке и затем позволим им отстоять, то произойдет следующее: вода осядет на дне бутылки и нефть всплывет на поверхность. Когда два вида жидкостей не смешиваются, то мы говорим, что они несовместимы. Однако, нефть и вода могут перемешаться при определенных обстоятельствах. Это происходит, когда одна из жидкостей рассеивается в виде маленьких капель через другую и стабилизируется.

Т. о. эмульсия - это смесь двух жидкостей, которые обычно не смешиваются. Одна из жидкостей диспергирована в другой в виде маленьких капель и стабилизирована третьим веществом, называемым эмульгатором.

В нефтедобывающей промышленности двумя несовместимыми жидкостями являются нефть и вода. Любая из них может рассеиваться в другой. Самой обычной, однако, является ситуация когда вода рассеивается в нефти. Этот процесс известен как эмульсия воды в нефти. Капли рассеиваемой воды известны как **дисперсная или прерывистая фаза**. Нефть вокруг капель является **дисперсионной или непрерывной фазой**.

*Создание эмульсии* Две жидкости, нефть и вода, будучи в чистом состоянии не могут образовать эмульсию. Если поместить их вместе в одну емкость, то они постараются найти условие, которая даст им наименьшую площадь соприкосновения между собой. Эмульгаторы всегда присутствуют в составе сырой нефти. Они содержат следующие вещества: асфальтины - различные смеси серы, азота, кислорода, и т.п.; смола; органические кислоты; металлические соли; ил; глины и многое другое. Эти вещества известны как **поверхностные активные вещества** и это означает, что они склонны к изменению природы взаимодействия между каплями воды и нефтью. Эмульгатор, который присутствует в нефти, перемещается к поверхности контакта и скапливается там. Эмульгаторы образуют преграду между каплями воды и нефтью. Они образуют оболочку вокруг каждой капельки, которая предотвращает их соединение.

**Устойчивость эмульсии** - измерение его сопротивления, которая разделяется на отдельные компоненты нефти и воды. Можно называть эмульсию плотной (трудно разделить) или слабой (легче разделить). Такое состояние эмульсии зависит от ряда факторов: количество воды; вязкость нефти; тип эмульгатора; возраст эмульсии; размер капель воды

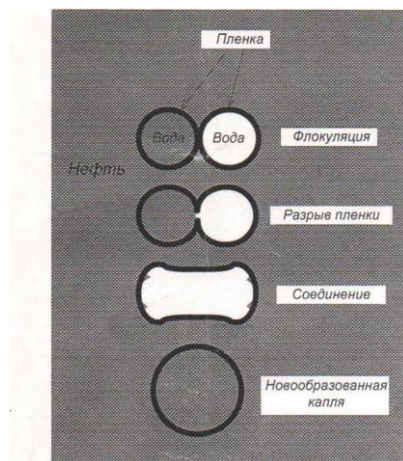
*Принципы Обработки Эмульсии* По теории, если эмульсия неопределенное время находится в сосуде, в конце концов, она разделится на воду и нефть. Капли воды будут проходить сквозь нефть и образовывать слой воды на дне сосуда. На самом деле, процесс оседания является основой всех систем обработки эмульсии. Время, необходимое для этого процесса мы называем **временем оседания**. К сожалению, в нефтедобывающей отрасли у нас нет возможности допускать это время, поэтому, для разделения двух жидкостей в эмульсии и их оседания мы должны искусственно ускорять процесс. Мы могли бы попробовать это сделать для того, чтобы решить проблему по обработке эмульсии, если мы сможем достигнуть следующего: снизить вязкость нефти; увеличить разницу плотностей воды и нефти; заставить капли воды соединиться для увеличения размеров капель

**Применение тепла.** На самом деле, нагревание эмульсии поможет вам выполнить не только пункт 1, а также пункты 2 и 3.

**Применение электричества** Обработка эмульсии электричеством является попыткой вызвать объединение капель воды.

Хотя как тепло, так и электричество широко применяются в процессе обезвоживания, они редко используются сами по себе. Чтобы ускорить этот процесс в эмульсию добавляются химические реагенты.

**Применение Химических Реагентов** Добавление химических реагентов в эмульсию помогает вызвать объединение капель воды. Химические реагенты выполняют эту задачу, разрывая пленку, окружающую капли воды. Чтобы это сделать химический реагент должен попасть на линию раздела между нефтью и водой. Затем химический реагент должен собрать вместе достаточное количество капель воды для их объединения. Такой процесс сбора называется **флокуляцией**.



Кроме того, химический реагент должен быть способен исключить твердые частицы из данного взаимодействия и удалить их вместе с отделённой водой. Химические реагенты, которые способны выполнять такие задачи называются **деэмульгаторами**.

Практически не возможно найти одно химическое вещество, которое могло бы выполнять все эти функции. Поэтому, деэмульгаторы являются коктейлями из разных химических веществ, которые смешиваются для достижения наилучшего результата в зависимости от типа обрабатываемой эмульсии.

#### Выбор Деэмульгатора

Подобно большому разнообразию типов нефти существует большое разнообразие типов деэмульгаторов. Для определённого типа эмульсии необходимо выбрать соответствующий деэмульгатор, чтобы обеспечить оптимальную дегидратацию.

Выбор деэмульгатора зависит от ряда факторов включающих следующее: тип производимой сырой нефти; свойства и состав пластовой воды; тип процесса дегидратации; место закачки химического реагента; температура; использование других химических веществ, которые могут вступить в реакцию с деэмульгатором.

Когда известны все данные о типе нефти и свойствах пластовой воды, можно сузить круг поиска наиболее эффективного деэмульгатора. Выбирается часть деэмульгирующих веществ, предлагаемых поставщиком, которые будут проверена в полевых условиях. Наиболее распространенным видом тестирования является **бутылочный тест проб**.

**Оборудование** 3 шт. калиброванных бутылок. Они похожи на медицинские колбы с градуировкой в миллилитрах (мл) 20 мл. шприц, с помощью которого можно отобрать точное количество эмульсии. Градуированные микропипетки с делениями по 0,1 мл. Используются для точного дозирования очень маленьких объёмов деэмульгирующего вещества. Стеклянные шприцы со шкалой объёмом 50 и 100 мл. Водяная баня с термостатическим контролем. Центрифуга с градуированными пробирками центрифуги. Это механизм, который вращает определённое количество пробирок на большой скорости. Центробежная сила, воздействующая на образцы в пробирках, разделяет нефть и воду. Перемешивающее устройство. Этот механизм взбалтывает образцы эмульсии, помещённые в калиброванные бутылки. (Иногда в полевых условиях бутылки встряхиваются руками).

Кроме перечисленного оборудования необходимы деэмульгирующие вещества и растворители. Обычно деэмульгирующие вещества используются в разбавленном состоянии называемом **раствор**. Обычный 5% раствор приготавливается путём смешивания 0,1мл. концентрированного деэмульгатора с 1,9 мл. деэмульгирующего растворителя.

#### Порядок Тестирования в лаборатории.

- В подходящий контейнер объёмом минимум 0,5 литра поместите 75 мл. нефти и 75 мл. воды. Для достижения состояния эмульсии необходимо интенсивное перемешивание, для этого смесь перемешивают при помощи аппарата с мешалкой в течении 15 мин.

- Полученную пробу эмульсии, которую планируется подвергнуть обработке, необходимо разлить в три калибруемые бутылки по 50 мл в каждую

- Промаркируйте бутылки данными о типе деэмульгатора и используемом количестве

- Добавьте деэмульгатор в две из трех бутылок, в точных количествах используя микропипетку (в третьей бутылке проводится контрольный тест - без деэмульгатора)

- Закрутите крышки бутылок и убедитесь, что отсутствует утечка

- Взбалтывайте бутылки в течении времени, соответствующего интенсивности взбалтывания на промучастке

- Через определенные промежутки времени записывайте количество отделенной воды и эмульсии

- Из бутылок с помощью шприца удалить нефть в объеме 5 мл. над поверхностью раздела нефти и воды.

- С этими пробами нефти провести тест на центрифуге, чтобы определить количество остаточной воды в нефти

- Заполнить пробирки центрифуги на 50% растворителем, например ксилолом, затем заполните их до 100% эмульсией
- Взболтать эти пробирки, чтобы тщательно смешать их содержимое
- Перемешивать эти пробирки в течение 10 минут
- Определить содержание остаточной воды в нефти
- Записать общее содержание воды. Таким образом, получены данные, которые можно использовать для сравнения тестируемых деэмульгирующих веществ.
- Сделать вывод о проделанной лабораторной работе.

*Критерии оценки лабораторных работ в семестре*

| <b>Критерий оценки<br/>(за выполнение одной лабораторной работы)</b>  | <b>Балл</b> |
|---|-------------|
| Лабораторная работа отличается последовательностью, правильностью полученных результатов, выводов. При ответе на вопросы студент демонстрирует хорошую степень владения представленным материалом. Ответы формулируются аргументированно. Отсутствие ошибочных ответов. | 25          |
| Лабораторная работа отличается последовательностью, правильностью полученных результатов, выводов. При ответе на вопросы студент дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения. Есть небольшой процент ошибочных ответов.                     | 20          |
| Лабораторная работа выполнена с грубыми ошибками, полученные результаты значительно отличаются от истинных. У студента отсутствует четкий ответ на поставленные вопросы.  | 15          |
| Лабораторная работа не выполнена.   | 0           |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет технологический  
Кафедра НХС

Направление подготовки/специальность: 18.03.01 –Химическая технология  
(код и наименование)

Профиль/специализация: «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»  
(наименование)

Семестр 7 (заочная)

**Комплект заданий для контрольных работ**  
по дисциплине Б1.В.ДВ.03.02 Термические процессы в нефтепереработке  
(наименование дисциплины)

**Контрольная работа №1 по темам № 1-6**

*1. Введение*

- 1.1 Назовите основные источники природного многотоннажного сырья для промышленности органического синтеза.
- 1.2 Назовите уровень годовой добычи отечественной нефти, ископаемых углей и природного газа.
- 1.3 Раскройте проблему сырья в обстановке истощения природных ресурсов.
- 1.4 Современные проблемы российской нефтепереработки.
- 1.5 Перспективы развития нефтегазоперерабатывающей и нефтехимической промышленности.
- 1.6 Обзор нефтегазового рынка России.
- 1.7 Достижения в производстве синтез-газа.
- 1.8 Принципы и методы рационального природопользования. Ресурсосберегающие технологии.

*2. Процессы переработки твердых горючих ископаемых*

- 2.1 Из каких основных частей состоят ископаемые угли?
- 2.2 Охарактеризуйте основные группы реакций, протекающих при термической деструкции твердых горючих ископаемых.
- 2.3 Назовите четыре основных направления химико-технологической переработки ископаемых углей.
- 2.4 Изложите основные принципы классификации твердых топлив.
- 2.5 Какие трудности возникают при использовании и переработке смол полукоксования?
- 2.6 Укажите достоинства и недостатки низко- и высокотемпературной газификации. В каких условиях предпочтительнее использовать тот или иной процесс?
- 2.7 Обоснуйте необходимость разработки технологии жидких и газообразных топлив из угля.
- 2.8 Укажите критерии выбора оптимальной технологии приготовления жидких и газообразных топлив из угля.
- 2.9 Опишите основные режимы и продукты процессов газификации ископаемых углей.
- 2.10 Перечислите методы выделения и очистки аренов, получаемых при коксовании каменного угля. Дайте их сравнительную характеристику.

*3. Процессы первичной и вторичной переработки нефти*

- 3.1 Нефть, ее происхождение и состав.
- 3.2 Сформулируйте определение понятия «нефть». Приведите классификацию нефтей.
- 3.3 Какая доля добываемой нефти используется для переработки в продукты нефтехимического синтеза.
- 3.4 Моторные топлива.
- 3.5 Перечислите основные группы углеводородов и их производных, входящих в состав фракций нефти, из которых вырабатываются минеральные масла.

- 3.6 Подготовка и первичная переработка нефти
- 3.7 Общая схема переработки нефти.
- 3.8 Причина появления воды в нефти. Нежелательные явления, связанные с присутствием воды в нефти.
- 3.9 Сепарационная система на нефтепромыслах.

*Требования к оформлению контрольной работы*

1. Контрольная работа оформляется в отдельной тетради.
2. При оформлении работы сначала идет запись задания, затем его решение.
3. Контрольная работа состоит из трех заданий. Задания требуют ответа на теоретические вопросы, в которых необходимо дать полный, развернутый ответ на поставленный вопрос.
4. В конце работы необходимо указать список использованной литературы.
5. Студент подписывает контрольную работу и предоставляет ее в деканат факультета на рецензирование.
6. Если контрольная работа не зачтена рецензентом, то ошибочно выполненные задания решаются повторно в той же тетради.
7. Студент должен выполнять контрольную работу своего варианта, в противном случае работа рецензентом не засчитывается.

| Критерий оценки  | Балл |
|--|------|
| Демонстрирует полное понимание поставленной задачи. Дает логически обоснованный, полный и правильный ответ на поставленный вопрос. Отсутствие ошибочных ответов. | 50   |
| Дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения.   | 40   |
| Дает неполный ответ на вопрос.   | 30   |
| Нет ответа.  | 0    |

Максимальное количество баллов за выполнение контрольной работы студент получает 50, минимальное количество баллов – 30 .