

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГАОУ ВО «МГТУ»)

Кафедра химии
название кафедры

**Методические указания
к выполнению лабораторных работ студентов**

по дисциплине: **ФТД.01 Переработка углеводородного сырья**
название дисциплины

для направления подготовки (специальности)

21.05.05

код направления подготовки

Физические процессы горного или нефтегазового производства
наименование направления подготовки

Направленность/специализация

Физические процессы нефтегазового производства

(очная форма обучения)

форма обучения

Мурманск

2021

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки (специальности) 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, утвержденного 12.08.2020 г. № 981.

2. В соответствии с учебным планом направления подготовки, утвержденным Ученым советом ФГАОУ ВО «МГТУ» (протокол № 12 от 26.03.2021), при изучении дисциплины «Переработка углеводородного сырья» студенты очной формы обучения должны выполнить 5 лабораторных работ. На лабораторную работу отводится по 4 ч. Форма текущего контроля – защита лабораторной работы.

Целью дисциплины «Переработка углеводородного сырья» является подготовка специалиста в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и рабочим учебным планом дисциплины для направления подготовки 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства.

Задачи изложения и изучения дисциплины «Переработка углеводородного сырья» – дать необходимые теоретические знания, практические умения и навыки по основам переработки углеводородного сырья, позволяющие успешно использовать их в профессиональной деятельности.

Процесс изучения дисциплины «Переработка углеводородного сырья» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО:

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции
1.	ОПК-15	Способен осуществлять техническое руководство технологическими лабораториями на горных или нефтегазоводобывающих производствах с целью контроля параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных сооружений

В результате изучения дисциплины специалист направления подготовки 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства должен:

Знать:

- химический состав и физико-химические свойства углеводородного сырья;
- основные термические процессы переработки углеводородного сырья - крекинг, пиролиз, коксование;
- виды, механизмы, состав сырья и продуктов термических процессов переработки углеводородного сырья.

Уметь:

- использовать знания термодинамических и кинетических закономерностей протекания реакций, лежащих в основе процессов переработки углеводородного сырья при решении практических задач, выполнении технологических и тепловых расчетов;
- применять полученные знания для экспертизы проектов, технологий и производств, сертификации продукции с целью достижения максимальной экологической безопасности хозяйственной деятельности человека;
- оценивать предполагаемые способы переработки углеводородного сырья.

Владеть:

- теоретическими основами и научными принципами превращения углеводородного сырья в технологических процессах;
- научными основами процессов получения и переработки углеводородов;

- методами прогнозирования состава и свойств получаемых при переработке углеводородного сырья продуктов.

1. Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов	Цель работы
1	Определение содержания н-парафинов в нефти карбамидным методом	4	Изучить метод карбамидной депарафинизации
2	Определение качества бензинов	4	Изучить показатели качества бензинов
3	Определение качества дизельного топлива	4	Изучить классификацию и показатели качества дизельного топлива
4	Определение качества моторного масла	4	Изучить показатели качества моторного масла
5	Определение качества пластичной смазки	6	Изучить классификацию и показатели качества смазок
	<i>Итого</i>	22	

2. Методические указания к выполнению лабораторных работ

К выполнению лабораторной работы допускается студент, ознакомившийся с правилами техники безопасности работы в химической лаборатории. Студент получает задание у преподавателя, выполняет лабораторную работу в соответствии с методическими указаниями. Далее студент должен оформить отчет по лабораторной работе, в котором указываются: тема, цель работы, реактивы и оборудование, ход работы, расчеты, выводы. По окончании лабораторной работы студент защищает лабораторную работу, отвечая на вопросы преподавателя по теме данной лабораторной работы.

Описание лабораторных работ № 2 – 5 приведено в учебных пособиях:

1. Берестова Г.И., Коновалова И.Н. Химия нефти и газа: Учеб. пособие для вузов. Ч.1. Свойства, состав и классификация нефтей и газов: Мурманск: Изд-во МГТУ, – 2013. - 120 с. (100 экз.)
2. Берестова Г.И., Коновалова И.Н. Химия нефти и газа: Учеб. пособие для вузов. Ч.2. Методы переработки и исследования нефти и газа: Мурманск: Изд-во МГТУ, – 2014. – 144 с. (100 экз.)
3. Малышев, В.С. Автомобильные эксплуатационные материалы. Практикум / В.С.Малышев, Г.И. Берестова - Мурманск: Изд-во МГТУ, 2008 – 63 с. (50 экз. на кафедре)

Лабораторная работа №1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ Н-ПАРАФИНОВ В НЕФТИ КАРБАМИДНЫМ МЕТОДОМ

Одним из способов разделения углеводородов по их молекулярной структуре является *карбамидная депарафинизация*. Этот способ позволяет выделить парафиновые углеводороды нормального строения из различных нефтяных фракций. Большое практическое значение имеет получение зимних дизельных топлив с пониженной температурой застывания, а также получение маловязких смазочных масел.

Этот способ основан на том, что парафиновые углеводороды нормального строения с числом углеродных атомов больше шести образуют с мочевиной кристаллические ком-

плексы. Такие же комплексы могут образовывать соединения с функциональными группами (карбоновые кислоты, эфиры, кетоны, спирты и др.), а также арены, имеющие длинные алкильные цепи *n*-строения. Поэтому степень чистоты получаемых парафинов не очень высока.

Выделенные этим способом парафины могут быть использованы в производстве синтетических жирных кислот и спиртов, α -олефинов, различных поверхностно-активных веществ и др.

Цель работы: ознакомиться с методом карбамидной депарафинизации, оценить эффективность этого метода для выделения парафиновых углеводородов нормального строения.

Реактивы:

1. Керосин (или другой нефтепродукт, нефть) - 60 г
2. Мочевина - 35 г
3. Спирт этиловый (активатор) - 7 г
4. *n*-Гексан или *n*-гептан (растворитель) - 30 мл
5. Кальций хлористый обезвоженный (поглотитель) (CaCl_2)

Оборудование:

1. Весы технические
2. Встряхиватель
3. Электроплитка
4. Колба коническая толстостенная с пробкой ёмк. 250-500 мл
5. Колба Бунзена ёмк. 500-1000 мл
6. Фарфоровая воронка Бюхнера
7. Водоструйный насос
8. Воронка делительная с пришлифованной пробкой ёмк. 500-1000 мл
9. Стаканы термостойкие ёмк. 100 мл, 500 мл
10. Цилиндры мерные ёмк. 10 мл, 100 мл
11. Колбы плоскодонные с пришлифованными пробками ёмк. 100 мл, 250 мл
12. Воронка химическая конусообразная
13. Шпатель, стеклянная палочка
14. Фарфоровая выпарительная чашка или стеклянная чашка Петри
15. Бумага фильтровальная, фильтры "синяя лента"

Проведение опыта

Навеску керосина (нефтепродукта) 60 г помещают в толстостенную коническую колбу емкостью 250 мл, добавляют 35 г мочевины, затем при перемешивании постепенно 7 г этилового спирта (активатора). Активатор необходимо добавлять небольшими порциями, так как при быстром его добавлении комплекс образуется в виде шариков, которые затем трудно размельчить.

Колбу закрывают пробкой и встряхивают в течение 30 мин. вручную или закрепив на встряхивателе. Затем образовавшийся комплекс фильтруют на фарфоровой воронке Бюхнера с колбой Бунзена при помощи водоструйного насоса.

Фильтрат из колбы Бунзена переносят в делительную воронку и трижды промывают равным объемом дистиллированной воды. Углеводородный слой отделяют с использованием делительной воронки и переносят в плоскодонную колбу с притёртой пробкой и обезвоживают хлористым кальцием (CaCl_2). Обезвоженный хлористый кальций небольшими порциями прибавляют к высушиваемому продукту, наблюдая за состоянием поглотителя. Хлористый кальций (поглотитель) не должен расплываться, слипаться. Раствор должен быть прозрачным. Продукт сушат в течение суток. Высушенный продукт фильтруют через складчатый фильтр во взвешенную плоскодонную колбу с притёртой пробкой. Определяют выход продукта и показатель преломления.

Осадок на фильтре (кристаллический комплекс) после удаления фильтрата из колбы Бунзена промывают на фильтре небольшим количеством растворителя (*n*-гексан или *n*-гептан). Растворитель заливают на фильтр при выключенном водоструйном насосе. Смесь на фильтре осторожно перемеривают шпателем или стеклянной палочкой. Затем отделяют растворитель при помощи водоструйного насоса. Осадок отжимают на фильтре, дополнительно отжимают между листами фильтровальной бумаги, переносят в фарфоровую выпарительную чашку или стеклянную чашку Петри и оставляют под тягой до исчезновения запаха растворителя.

Пересыпают осадок в термостойкий стакан ёмкостью 500 мл и добавляют горячую дистиллированную воду в количестве 150-200 мл. Комплекс при этом разлагается: мочевина растворяется в воде, а углеводородный слой всплывает. Содержимое стакана переносят в делительную воронку, отделяют углеводородный слой (нормальные парафины), промывают его равным объёмом дистиллированной воды. Затем углеводородный слой (нормальные парафины) отделяют, переносят в плоскодонную колбу с притёртой пробкой и сушат над обезвоженным хлористым кальцием. Высушенный продукт фильтруют через складчатый фильтр во взвешенную плоскодонную колбу с притёртой пробкой.

Определяют выход парафиновых углеводородов нормального строения в расчёте на взятый керосин (нефтепродукт).

Основные требования правил техники безопасности в химической лаборатории

1. Лабораторные работы выполняются студентами во время, предусмотренное расписанием занятий. Категорически запрещается работать в лаборатории в неустановленное время без разрешения преподавателя.
2. В лаборатории никогда нельзя работать одному.
3. Запрещается посещение студентов, работающих в лаборатории, посторонними лицами, а также отвлечение студентов посторонними работами и разговорами.
4. В лаборатории необходимо соблюдать порядок и тишину. Шум и посторонние разговоры отвлекают внимание и могут привести к ошибкам в работе.
5. Нельзя находиться в лаборатории в верхней одежде. Следует работать обязательно в халате, застегивающемся спереди.
6. Категорически запрещается принимать пищу, пить воду в лаборатории.
7. Запрещается проводить какие-либо опыты, не предусмотренные программой практикума, приносить свои реактивы, выносить реактивы из лаборатории.
8. К выполнению лабораторной работы можно приступать после тщательного изучения методики и правил работы с приборами.
9. На рабочем столе должны находиться необходимые реактивы, оборудование и посуда, рабочий журнал. Поверхность стола должна быть чистой и сухой. Не следует загромождать стол посторонними предметами, ставить на него портфели, сумки и т.д.
10. При выполнении лабораторной работы все операции необходимо выполнять над столом.
11. После окончания работы следует вымыть посуду, отключить электроприборы, выключить воду, привести в порядок рабочее место и сдать его лаборанту. Бумагу, использованные фильтры, мусор, осколки разбившейся посуды необходимо выбрасывать в мусорное ведро, ни в коем случае не в раковину. О случаях нарушения порядка (разбита посуда, испорчены реактивы и т.п.) необходимо сообщить преподавателю или лаборанту.
12. Нельзя пробовать реактивы на вкус.
13. Нюхать реактивы следует только в случае необходимости и очень осторожно.

14. Недопустимо брать твердые реактивы руками. Следует пользоваться чистым и сухим шпателем. Реактив, случайно просыпавшийся на стол, неизбежно загрязняется, его нельзя высыпать обратно в банку.
15. Жидкие реактивы, например, различные растворы, переливают, пользуясь воронкой.
16. Нельзя путать пробки и крышки от склянок и банок, так как это ведет к загрязнению реактивов.
17. Опыты с едкими, ядовитыми, сильно пахнущими веществами проводят в вытяжном шкафу.
18. Особого внимания требует работа с концентрированными растворами кислот и щелочей, которые могут вызывать тяжелые, плохо заживающие химические ожоги. Такую же опасность представляют некоторые растворы, например, хромовая смесь, в состав которой входит концентрированная серная кислота.
19. Если концентрированная кислота прольется на пол, ее тут же следует засыпать песком, собрать его и вынести из помещения, облитое место обработать раствором соды.
20. Концентрированные растворы кислот запрещается выливать в раковину. Отработанные кислоты разбавляют, нейтрализуют содой, нейтральные растворы можно затем сливать в канализацию.
21. Во избежание разбрызгивания растворы кислот и щелочей наливают, располагая склянку непосредственно над сосудом. При наливаннии растворов пользуются воронкой. При случайном разливе растворов на стол их необходимо сразу убрать.
22. При отборе проб растворов кислот и щелочей их следует набирать в пипетку с помощью груши.
23. При попадании кислот на руки, лицо, одежду их смывают проточной водой в течение 15 мин, затем пораженное место обрабатывают 2%-ным раствором гидрокарбоната натрия (питьевая сода). При попадании растворов щелочей пораженное место также промывают большим количеством воды, а затем обрабатывают 2% раствором борной или уксусной кислоты.
24. В случае попадания кислоты в глаза после промывания водой в течение 10-15 мин продолжают промывание 2% раствором гидрокарбоната натрия.

3. Критерии и шкала оценивания

<i>Оценка</i>	<i>Критерии оценки</i>
Отлично	Правильность выполнения задания на лабораторную работу в соответствии с вариантом; высокая степень усвоения теоретического материала по теме лабораторной работы. Способность продемонстрировать преподавателю навыки работы в инструментальной программной среде, а также применить их к решению типовых задач, отличных от варианта задания. Высокое качество подготовки отчета по лабораторной работе. Правильность и полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
Хорошо	Демонстрирует достаточно высокий/выше среднего уровень выполнения задания на лабораторную работу в соответствии с вариантом и хорошую степень усвоения теоретического материала по теме лабораторной работы. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
Удовлетворительно	Демонстрирует средний уровень выполнения задания на лабораторную работу в соответствии с вариантом. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
Неудовлетворительно	Демонстрирует низкий/ниже среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены.

4. Зависимость баллов в БРС университета за КР от оценки в традиционной шкале «отлично-хорошо-удовлетворительно-неудовлетворительно» можно представить в таблице

Выполнение одной ЛР – 5 баллов, не в срок – 2 балла (выполнение фиксируется преподавателем)

Оценка	отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
Баллы в БРС	8	7	5	0

5. Примерный перечень вопросов, задаваемых при защите лабораторных работ по дисциплине «Переработка углеводородного сырья»

№ ЛР	Вопрос	Формируемые компетенции
1.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что называют карбамидной депарафинизацией?? 2. С какой целью проводят очистку нефтяных фракций от н-алканов? 3. Какие углеводороды называют н-алканами? 4. Напишите структурную формулу н-гексана. 	ОПК-15
2.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое плотность вещества, как ее определяют? 2. Как зависит плотность от температуры? 3. В каких пределах находится плотность бензинов? 4. Каким показателем оценивается наличие органических кислот в топливе? 5. Что такое фракционный состав топлива и как он определяется? 6. Какое свойство топлива характеризует фракционный состав? 7. Какие свойства топлив характеризует температура 10%, 50% и 90% отгона? 8. Каковы технические требования ГОСТа к фракционному составу бензина? 9. Перечислите марки бензинов. 10. Перечислите основные эксплуатационные требования к автомобильным бензинам. 11. Что называется октановым числом? Какими методами определяют октановое число бензина? 	ОПК-15
3.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что называется динамической и кинематической вязкостью, каковы их единицы измерения? 2. Как влияет вязкость на эксплуатационные свойства ДТ? 3. Что называется температурами помутнения и застывания топлива? 4. При какой температуре наружного воздуха может применяться ДТ? 5. Перечислите марки ДТ. 6. Какие требования предъявляются к ДТ? 7. Как оценивается способность ДТ к самовоспламенению? 8. Расскажите о способах повышения цетанового числа. 9. Какие свойства дизельных топлив влияют на образование отложений в двигателе? 	ОПК-15
6.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что называется динамической и кинематической вязкостью? 2. Какими показателями оцениваются вязкостно-температурные свойства масел? 	ОПК-15

	<ul style="list-style-type: none"> 3. Как влияет вязкость на эксплуатационные свойства масел? 4. Что называется индексом вязкости? 5. Как влияют механические примеси и вода на свойства масел? 6. Какие показатели характеризуют качество моторного масла? 	
6.	<ul style="list-style-type: none"> 1. Как получают пластичные смазки? 2. Перечислите эксплуатационные свойства пластичных смазок. 3. Что такое температура каплепадения? 4. Что понимают под пенетрацией? 5. Как классифицируются пластичные смазки? 	ОПК-15