

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГАОУ ВО «МГТУ»)

Кафедра химии

**Методические указания
к самостоятельной работе студентов**

по дисциплине **ФТД.01 Переработка углеводородного сырья**

для направления подготовки (специальности)

21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства

Направленность/специализация

Физические процессы нефтегазового производства

Квалификация выпускника, уровень подготовки специалист

Форма обучения: очная

Мурманск
2021

Составитель - Берестова Г. И., доцент кафедры химии, к.т.н.

МУ к СР рассмотрены и одобрены на заседании кафедры химии

_____ г. протокол № _____

Зав. кафедрой химии,
кандидат химических наук, профессор

Дякина Т.А.

Рецензент – Коновалова И.Н., профессор кафедры химии, к.т.н.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие организационно-методические указания.....3
2. Тематический план.....4
3. Список рекомендуемой литературы.....4
4. Содержание и методические указания к изучению тем дисциплины.....5

1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания разработаны в соответствии с ФГОС ВО для направления подготовки 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, утвержденным приказом № 981 от 12.08.2020 г. и УП, утвержденным Ученым советом МГТУ (Протокол № 12 от 26.03.2021), а также рабочей программой по химии нефти и газа, утвержденной на заседании кафедры химии МГТУ **2021 г., протокол №**.

В соответствии с Государственным образовательным стандартом базового высшего профессионального образования по направлению 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства обязательный минимум содержания дисциплины «Переработка углеводородного сырья» для самостоятельной работы составляет 66 часов для очной формы обучения: «Углеводородное сырье. Термические процессы переработки углеводородного сырья. Висбрекинг нефтяных остатков. Каталитические процессы в нефтепереработке. Каталитический крекинг. Гидрокрекинг. Производство высокооктановых бензиновых фракций. Риформинг. Изомеризация. Пиролиз углеводородов. Коксование. Переработка углеводородных газов. Производство ароматических углеводородов. Производство нефтяных битумов. Нефтепродукты».

В результате освоения программы дисциплины «Переработка углеводородного сырья» специалист 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.

Процесс изучения дисциплины «Переработка углеводородного сырья» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО для направления подготовки 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства:

№ 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

Целью дисциплины «Переработка углеводородного сырья» является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и рабочим учебным планом направления 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, что предполагает освоение обучающимися теоретических знаний в области переработки углеводородного сырья.

Задачи дисциплины: дать необходимые теоретические знания, практические умения и навыки по основам переработки углеводородного сырья, позволяющие успешно использовать их в профессиональной деятельности.

2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование тем и содержание самостоятельной работы	Кол-во часов
1.	Углеводородное сырье.	10
2.	Термические процессы переработки углеводородного сырья. Висбрекинг нефтяных остатков.	10
3.	Каталитические процессы в нефтепереработке. Каталитический крекинг. Гидрокрекинг. Производство высокооктановых бензиновых фракций. Риформинг. Изомеризация.	10
4.	Пиролиз углеводородов. Коксование.	10
5.	Переработка углеводородных газов.	10
6.	Производство ароматических углеводородов. Производство нефтяных битумов.	5
7.	Нефтепродукты. Классификация. Методы анализа, очистки. Депарафинизация топлив и масел с целью снижения температуры застывания очищаемых нефтепродуктов.	11

Всего:

66 ч.

3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

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. Потехин, В. М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки : учеб. для бакалавров и магистров, обучающихся по направлению "Химическая технология" / В. М. Потехин, В. В. Потехин. - Изд. 3-е, испр. и доп. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2014. - 886 с. (1 экз).

Дополнительная литература:

1. Лутошкин, Г. С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды : учебник для вузов / Г. С. Лутошкин. - Изд. 3-е, стер. - Перепечатка со 2-го изд. 1979 г. - Москва : Альянс, 2005. - 318, [1] с. (39 экз.)
2. Владимиров, А. И. Основные процессы и аппараты нефтегазопереработки : учеб. пособие для вузов / А. И. Владимиров, В. А. Щелкунов, С. А. Круглов. - Москва : Недра, 2002. - 227 с. (3 экз.)
3. Технология, экономика и автоматизация процессов переработки нефти и газа : учеб.

пособие / С. А. Ахметов [и др.] ; под ред. С. А. Ахметова. - Москва : Химия, 2005. - 735 с. (2 экз.)

4. Патин, С. А. Нефтяные разливы и их воздействие на морскую среду и биоресурсы / С. А. Патин; Федер. агентство по рыболовству, ФГУП "Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии" (ВНИРО). - Москва : Изд-во ВНИРО, 2008. - 507 с. (2 экз.)

4. СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Углеводородное сырье

Углеводородное сырье - это природный газ, попутный (нефтяной) газ, нефть. Состав газообразного сырья зависит от его природы, происхождения и способа получения. Природные газы состоят преимущественно из метана с незначительным содержанием других низших алканов, оксидов углерода и азота. В попутных газах содержится значительное количество алканов от этана до пентана и выше, при относительно низком содержании метана. Газы газоконденсатных месторождений по составу занимают промежуточное место. Во всех углеводородных газах природного происхождения содержатся в различных количествах азот, оксид углерода (IV), сероводород, аргон и гелий.

Природный и попутный газ имеют различный углеводородный состав, но могут содержать капельную влагу, сероводород, азот, углекислый газ и другие газы. Влага, образуя с углеводородами газогидраты, снижает пропускную способность трубопроводов, сероводород и диоксид углерода вызывают интенсивную коррозию оборудования, труб и арматуры. Тем самым задачей промышленной подготовки газа является его очистка от механических примесей, тяжелых углеводородов, паров воды, сероводорода и диоксида углерода.

Природный и попутный газы являются главным источником низших парафинов (C1–C5), из которых в качестве сырья для органического синтеза больше всего используют метан, n- и изобутан. Значительно меньше применяют изопентан, этан и особенно пропан. Для этого газообразное сырье предварительно разделяют на индивидуальные компоненты или пригодные для дальнейшей переработки фракции. Суть предварительной переработки газа заключается в отделении фракций C2 от метана, кислых (сероводород) и инертных (азот) газов, а также воды и механических примесей. Процессы выделения ценных фракций из попутного газа основаны на двух принципах.

Первый реализуется на установках низкотемпературной конденсации (НТК), где газы разделяются по температурам сжижения. Например, метан при атмосферном давлении переходит в жидкое состояние при $-161,6$ °С, этан – при $-88,6$ °С. Пропан сжижается при -42 °С, бутан – при $-0,5$ °С. То есть если газовую смесь охладить, из нее начнет конденсироваться жидкость, содержащая пропан, бутан и более тяжелые компоненты, а в газообразном состоянии останутся метан и этан. Жидкая продукция установок НТК носит название широкая фракция легких углеводородов (ШФЛУ), так как представляет собой смесь веществ с числом атомов углерода два и больше (фракция C2+), а газообразная часть (метан и часть этана) называется сухой отбензиненный газ (СОГ) – он направляется в газотранспортную систему ОАО «Газпром». Второй принцип реализуется на установках низкотемпературной абсорбции (НТА) и заключается в различии растворимости газов в жидкостях. Колонны НТА могут быть наполнены, например, циркулирующим жидким пропаном, а через него пузырьками проходит исходный газ – барботируется, или, по-простому, «пробулькивает». При этом целевые компоненты растворяются в жидком пропане, а метан и этан – компоненты сухого газа – проходят без поглощения. Таким образом, после серии циклов жидкий пропан обогащается «жирными» компонентами, после чего в качестве ШФЛУ используется как товарная продукция.

Одним из важнейших этапов на пути превращения углеводородного сырья в продукты нефтехимии является газофракционирование – разделение широкой фракции легких углеводородов или аналогичных смесей на составляющие компоненты – индивидуальные углеводороды.

Нефть и нефтепродукты представляют собой достаточно сложные смеси углеводородов и гетеропроизводных, и в зависимости от месторождения нефть имеет различный качественный и количественный состав. Элементный состав нефтей колеблется в очень незначительных пределах: углерод 84–87 %, водород 12–14 %, сера 0,1–5 %, кислород и азот (в сумме) до 1,0 %. В зависимости от того, углеводороды какого класса преобладают в составе нефти, они подразделяются на парафиновые, парафино-нафтеновые, нафтеновые, парафино-нафтено-ароматические, нафтено-ароматические, ароматические. Наиболее распространены нефти так называемого смешанного основания, в которых нельзя выделить определенный класс углеводородов. В неуглеводородную часть нефти входят различные кислородные (фенолы, нафтеновые кислоты, гетероциклы), азотистые (производные пиридина и хинолина, амины) и сернистые (тиофен, тиоспирты и тиоэфиры) соединения. Минеральные примеси в нефти составляют различные соли, перешедшие в нее из пластовых вод, механические примеси песка и глины и эмульгированная вода. В нефтях в весьма малых количествах содержатся такие элементы, как ванадий, никель, железо, титан, германий и др.

Необходимо обратить внимание на классификации нефтей: химические, технологические, а также на важные показатели качества нефти: фракционный и химический состав; физико-химические свойства: плотность, молекулярная масса, вязкость, температуры кристаллизации, помутнения, застывания, вспышки, воспламенения.

Извлеченная из скважин сырая нефть содержит попутные газы (50–100 м³/т), пластовую воду (200–300 кг/т) и растворенные в воде минеральные соли (10–15 кг/т), которые отрицательно сказываются на транспортировке, хранении и последующей ее переработке. Поэтому подготовка нефти к переработке обязательно включает дегазацию, обезвоживание, обессоливание и стабилизацию.

(Химия нефти и газа: Учеб. Пособие для вузов/ А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др.; Под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Драбкина. - 3-е изд., доп. и испр. – СПб: Химия, 1995.- с. 29-37)

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Что относят к углеводородному сырью?
2. Что называют газофракционированием?
3. Какие классы углеводородов входят в состав нефти?
4. Перечислите основные физико-химические свойства нефти
5. Какие классификации нефти вы знаете?
6. Какие углеводороды входят в состав газов?
7. Перечислите наиболее важные показатели качества нефти.

2. Термические процессы переработки углеводородного сырья. Висбрекинг нефтяных остатков.

Важнейшими из вторичных процессов является термический и каталитический крекинг, риформинг, алкилирование, коксование и гидроочистка нефтепродуктов. Термокрекинг при повышенном давлении (2–4 МПа) предназначен для производства компонента автомобильных топлив из остаточных продуктов (например, мазутов), вторичных или тяжелых дистиллятных фракций, а также их смесей. В настоящее время процесс относят к разряду малоэффективных и неперспективных.

Крекингом называется вторичный процесс переработки нефтепродуктов, проводимый с целью повышения общего выхода бензина. Различают термический и каталитический крекинг. Термический крекинг проводится при температурах от 420 до 550 °С и давлениях до 5

МПа. В настоящее время термический крекинг используется для получения ограниченного числа продуктов: котельного топлива из гудрона (висбрекинг), высокоароматизированного сырья, сырья для технического углерода (сажи), α -олефинов для производства моющих веществ.

Висбрекинг - процесс легкого термокрекинга при невысоком давлении (до 2 МПа) и температурах до 500 °С. Предназначен для получения компонента котельных топлив из тяжелых нефтяных остатков (например, гудрона) или для получения дистиллятного продукта - сырья для производства специальных углеродных материалов (например, пека). Относится к разряду развиваемых сегодня процессов, так как позволяет решать ряд маркетинговых и сезонно-производственных проблем.

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Какой процесс называют термическим крекингом?
2. Что называют висбрекингом?
3. Каково назначение висбрекинга?
4. Каковы продукты висбрекинга?

3. Каталитические процессы в нефтепереработке. Каталитический крекинг. Гидрокрекинг. Производство высокооктановых бензиновых фракций. Риформинг. Изомеризация.

Для получения светлых нефтепродуктов, в том числе бензина, используется преимущественно каталитический крекинг. В качестве сырья используют вакуумные дистилляты, или даже мазуты и гудроны (после их соответствующей подготовки), а также газойлей вторичного происхождения. Целевым назначением процесса является получение высококачественного компонента автобензина с октановым числом 85–93 (ИМ). Характерной особенностью процесса каталитического крекинга является перераспределение (диспропорционирование) водорода. Это явление связано с тем, что в системе протекают одновременно как реакции дегидрирования с образованием алкенов, полимеризующихся на поверхности катализатора до кокса, так и реакции гидрирования и образования насыщенных соединений. Таким образом, в процессе крекинга одни молекулы обедняются водородом, а другие им насыщаются. Состав газов каталитического и термического крекинга различен. В газах каталитического крекинга преобладают углеводороды C3 и C4, но в то же время в них содержится больше водорода, чем в газах термического крекинга.

При каталитическом крекинге образуется значительное количество газа, богатого пропан-пропиленовой и бутан-бутиленовой фракциями (сырье для производства различных высокооктановых эфиров, алкилатов и других ценных компонентов моторного топлива). Установки каталитического крекинга являются также поставщиком сырья для химической промышленности: из газойлей крекинга получают сажевое сырье и нафталин, тяжелый газойль может служить сырьем для производства высококачественного «игольчатого» кокса. изомеризации.

Каталитический крекинг осуществляют на алюмосиликатных катализаторах – типичных катализаторах ионных реакций. В их присутствии реакции расщепления углеводородов идут не по свободно-радикальному механизму, как при термическом крекинге, а по ионному, через промежуточную стадию положительно заряженных карбокатионов.

Риформингом называется вторичный процесс переработки нефтепродуктов, проводимый с целью получения индивидуальных ароматических углеводородов, водорода или бензина с повышенным содержанием ароматических углеводородов.

Изомеризация бензиновых фракций - это процесс соединения линейных углеводородов в соединения с разветвленной цепью, которые имеют более высокое октановое число. Процесс каталитической изомеризации предназначен для получения высокооктановых компонентов бензина, а также сырья для нефтехимической промышленности. Сырьем являются н-бутан, легкие прямогонные фракции НК - 62°С, рафинаты каталитического риформинга, н-

пентан и н-гексан или их смеси, выделенные при фракционировании газов. Процесс проводят в среде водородсодержащего газа. Основными катализаторами являются: катализатор Фриделя-Крафтса, сульфид вольфрама, бифункциональные, цеолитсодержащие с благородными металлами и комплексные. Наиболее распространены в настоящее время бифункциональные катализаторы, содержащие платину или палладий на кислотном носителе (оксид алюминия, цеолит). Выход целевого продукта - изомеризата с октановым числом 88 - 92 (исследовательский метод) составляет 93—97% (масс.); побочным продуктом процесса является сухой газ, используемый как топливный.

Установка изомеризации состоит из двух блоков - ректификации и изомеризации. В блоке ректификации сырье предварительно разделяется на пентановые и гексановые фракции, направляемые на изомеризацию, после которой проводится стабилизация полученного продукта и выделение из него товарных изопентана и изогексана. В блоке изомеризации получают изомеризаты.

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Какой процесс называют каталитическим крекингом?
2. Что называют гидрокрекингом?
3. В чем заключается различие в продуктах термического и каталитического крекинга?
4. Каково назначение риформинга?
5. Как осуществляется изомеризация?
6. Каков механизм каталитического крекинга?

4. Пиролиз углеводородов. Коксование.

Одним из главных процессов в нефтехимии является пиролиз - способ получения ненасыщенных и ароматических углеводородов из нефтяного сырья. Данный процесс происходит при температурах 700 – 1000 °С в присутствии катализаторов. Процесс позволяет обеспечить химическую промышленность различным углеводородным сырьем.

Коксование - процесс переработки (пиролиз) жидкого и твердого топлива нагреванием без доступа кислорода. При разложении топлива образуются твердый продукт — кокс и летучие продукты.

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Какой процесс называется пиролизом?
2. Каковы условия и продукты пиролиза?
3. Что называют коксованием?

5. Переработка углеводородных газов.

Переработка нефтяных газов сводится к выделению из них бензина, получению сжиженных газов и индивидуальных углеводородов. На ГПЗ осуществляют: 1) сжатие газа до давления, необходимого для переработки сырого газа и для транспорта отбензиненного газа по магистральным газопроводам до потребителей; 2) извлечение из сырого газа нестабильного бензина; 3) разделение нестабильного бензина, получающегося на заводе и поступающего извне (например, с нефтестабилизационных установок), на стабильный бензин и индивидуальные углеводороды: пропан, изобутан и н-бутан.

Сырой газ поступает на завод под сравнительно небольшим давлением (0,3-0,4 МПа). Все газопроводы, идущие к заводу, соединены в один узел, называемый пунктом приема газа, в котором замеряют количество газа, поступающего по каждому трубопроводу. Затем газ одним потоком направляется на очистку. Для очистки газа от механических примесей устанавливают сепараторы различных конструкций, работа которых основана на том, что при умень-

шении скорости движения газа, изменении направления потока или возникновения центробежной силы из газа выпадают песок, пыль, капли влаги, масла и конденсата.

В газах некоторых месторождений содержится значительное количество сернистых соединений, главным образом сероводорода, который является корродирующим веществом. Он весьма токсичен. Газ очищают от сернистых соединений на специальных установках, на которых используется способность некоторых химических соединений, в частности моноэтаноламина, поглощать сероводород при низких температурах и снижении давления.

6. Производство ароматических углеводородов. Производство нефтяных битумов.

Главным источником ароматических углеводородов являются нефть и каменный уголь. В основе промышленного получения ароматических углеводородов лежат реакции дегидрирования циклоалканов и дегидроциклизации алканов - каталитический риформинг нефти. Катализатором обычно является платина, нанесенная на окись алюминия высокой степени чистоты. В нефтеперерабатывающей промышленности ароматические углеводороды - бензол, толуол, изомеры С₈, триметилбензолы и другие выделяются из продуктов каталитического риформинга бензиновых фракций, а также пиролиза газообразных и жидких углеводородов.

Нефтяные битумы - жидкие, полутвердые или твердые нефтепродукты, состоящие из асфальтенов, смол и масел: асфальтены придают твердость и высокую температуру размягчения; смолы повышают цементирующие свойства и эластичность; масла являются разжижающей средой, в которой растворяются смолы, набухают асфальтены. Сырьем для получения битумов являются гудрон, мазут тяжелых нефтей, асфальты деасфальтизации, крекинг-остатки. Для производства нефтяных битумов используют три способа:

1. Концентрированием нефтяных остатков путём перегонки их в вакууме получают остаточные битумы. Для получения остаточных битумов может быть использовано только сырьё с большим содержанием асфальто-смолистых веществ, которые в достаточном количестве присутствуют в тяжёлых высокосмолистых сернистых нефтях. В процессах вакуумной перегонки и деасфальтизации получают остаточные и осаждённые битумы. Главное назначение этих процессов - извлечение дистиллятных фракций для выработки моторных топлив - в случае первого, подготовка сырья для производства базовых масел (начальный этап) - в случае второго. В то же время побочные продукты этих процессов - гудрон перегонки и асфальт деасфальтизации - соответствуют требованиям по сырью в производстве битумов или их используют в качестве сырья в производстве окисленных битумов.

2. Окислением кислородом воздуха различных нефтяных остатков и их композиций при температуре 180 - 300 °С (окисленные битумы). Окисление воздухом позволяет существенно увеличить содержание асфальто-смолистых веществ, наиболее желательного компонента в составе битумов. Для производства окисленных битумов предложено классифицировать нефти по содержанию (% мас.) в них асфальтенов (А), смол (С) и твёрдых парафинов (П).

Основным процессом производства битумов является окисление - продувка гудронов воздухом. Окисленные битумы получают в аппаратах периодического и непрерывного действия. Последние более экономичные и простые в обслуживании. Принцип получения окисленных битумов основан на реакциях уплотнения при повышенных температурах в присутствии воздуха, приводящих к увеличению концентрации асфальтенов, способствующих повышению температуры размягчения битумов, и смол, улучшающих адгезионные и эластичные свойства товарного продукта. Аппараты, используемые в производстве битумов - трубчатые реактора или окислительные колонны.

3. Смешением различных окисленных и остаточных битумов, а также нефтяных остатков и дистиллятов между собой получают компаундированные битумы. Остаточные битумы - мягкие легкоплавкие продукты, окисленные - эластичные и термостабильные. Битумы, получаемые окислением крекинг-остатков, содержат большое количество карбенов и карбоидов,

которые нарушают однородность битумов и ухудшают их цементирующие свойства. Остаточные битумы вырабатывают из мазутов с высокой концентрацией асфальтосмолистых веществ вакуумной перегонкой как остаток этой перегонки. Напомним, что мазут является остатком от атмосферной перегонки нефти.

7. Нефтепродукты. Классификация. Методы анализа, очистки. Депарафинизация топлив и масел с целью снижения температуры застывания очищаемых нефтепродуктов. Состав и эксплуатационные свойства основных видов топлив и масел.

Получаемые в различных процессах переработки нефти фракции в большинстве случаев не являются готовыми товарными продуктами. Они содержат всевозможные примеси, присутствие которых делает эти фракции некондиционными. Для удаления нежелательных примесей нефтепродукты подвергают очистке. При изучении данного раздела необходимо обратить внимание на адсорбционные и каталитические методы очистки, методы очистки с применением избирательных растворителей, депарафинизацию топлив и масел с целью снижения температуры застывания очищаемых нефтепродуктов.

Следует обратить внимание на классификацию и свойства бензинов: детонационная стойкость, октановое число, фракционный состав, химическая стабильность, содержание серы.

(Химия нефти и газа: Учеб. Пособие для вузов/ А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др.; Под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Дробкина. - 3-е изд., доп. и испр. – СПб: Химия, 1995.- с. 410 – 438)

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Что называется октановым числом бензина?
2. Что называется цетановым числом?
3. Какие виды нефтепродуктов получают из нефти?
4. Что характеризует индекс вязкости смазочного масла?

РЕЦЕНЗИЯ
на методические указания
к самостоятельной работе студентов
по дисциплине “ Переработка углеводородного сырья “
для направления подготовки
21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства

Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Переработка углеводородного сырья» для направления подготовки 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства соответствуют требованиям ФГОС ВО к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки специалиста данной специальности.

Методические указания к самостоятельной работе студентов содержат общие организационно-методические указания, тематический план, список рекомендуемой литературы, вопросы и задания для самопроверки по каждой теме дисциплины.

Рекомендую к использованию Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Переработка углеводородного сырья» для направления подготовки 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства.

Профессор кафедры химии

И.Н. Коновалова