

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Мухомед Шавагатович

Должность: Ректор

Дата подписания: 04.10.2023 09:48:12

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f17163a2118c11011c51964304ca

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени академика М.Д. Миллионщикова



« 21 » 06 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

*«Перспективные направления переработки углеводородов в
нефтехимии»*

Направление подготовки

18.03.01 - «Химическая технология»

Направленность (профиль)

«Химическая технология органических веществ»

Квалификация

Бакалавр

Год начала подготовки

2023

Грозный – 2023

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Перспективные направления переработки углеводородов в нефтехимии» является углубленное изучение современных технологий по переработке углеводородов различного сырья (нефтяного, ненефтяного, природных газов и др), направленных на получение ценных нефтехимических продуктов и экологически чистых компонентов моторных топлив, и рассмотрение перспектив их дальнейшего развития с учетом экологических требований.

Задачами преподавания дисциплины является ознакомление студентов с российскими и международными методами и стандартами в области производства и потребления ценных нефтехимических продуктов и высококачественных добавок к моторным топливам.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Для изучения курса требуются знания по дисциплинам: общая и неорганическая химия, физика, математика, органическая химия, физическая и коллоидная химия, поверхностные явления в нефтяных дисперсных системах, химия нефти, современные методы приготовления и анализа товарных продуктов НХС, процессы и аппараты химической технологии, общая химическая технология, система управления химико-технологическими процессами, информационные технологии в нефтехимической отрасли, моделирование химико-технологических процессов нефтехимии, химические реактора нефтехимии, основы научных исследований, химическая технология производства полиолефинов, основы производства катализаторов органического синтеза, теория химико-технологических процессов органического синтеза, химическая переработка углеводородных газов.

Одновременно с дисциплиной «Перспективные направления переработки углеводородов в нефтехимии» читаются дисциплины «Технология производства эластомеров и высокомолекулярных соединений», «Проектирование предприятий нефтехимической отрасли» и проводится УИРС.

Кроме того, данный курс, помимо самостоятельного значения, является заключительной дисциплиной теоретического изучения дисциплин профессионального цикла.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Перспективные направления переработки углеводородов в нефтехимии

ПК-3 ПК-3.2 ПК-3.4

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
Общепрофессиональные		
ПК-3. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса. Свойства сырья и готовой продукции	ПК-3.2 Обеспечивает оперативное управление технологическим объектом. ПК-3.4 проводит работу по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов	знать: - строение органических соединений, принципы квалификации и номенклатуру органических соединений, природу химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств нефтехимических материалов; - свойства химических элементов, свойства основных классов органических соединений и их влияние на химмотологические свойства нефтепродуктов; уметь: - применять методы теоретического и экспериментального исследования физико-химических свойств нефти, природных газов, нефтяного и др. видов сырья и нефтяных фракций, нефтепродуктов, нефтехимических продуктов; владеть: - способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы		Всего часов/ зач.ед.		Семестры	
		ОФО	ОЗФО	ОФО	ОЗФО
				8	9
Контактная работа (всего)		48/1,33	36/1	48/1,33	36/1
В том числе:					
Лекции		24/0,67	18/0,5	24/0,67	18/0,5
Практические занятия		12/0,33	9/0,25	12/0,33	9/0,25
Лабораторные работы		12/0,33	9/0,25	12/0,33	9/0,25
Самостоятельная работа (всего)		96/2,67	108/3	96/2,67	108/3
В том числе:					
Подготовка к лабораторным работам		32/0,89	36/1	32/0,89	36/1
Подготовка к практическим занятиям		32/0,89	36/1	32/0,89	36/1
Подготовка к экзамену		32/0,89	36/1	32/0,89	36/1
Вид отчетности		экз	экз	экз	экз
Общая трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в часах	144	144	144	144
	ВСЕГО в зач. единицах	4	4	4	4

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Лекц. зан. Часы ОФО/ ОЗФО	Практ. зан. Часы ОФО/ ОЗФО	Лаб. зан. Часы ОФО/ ОЗФО	Всего часов ОФО/ ОЗФО
1.	Нефтехимическая промышленность России, анализ текущего состояния и перспективы развития. Особенности современной нефтегазохимии.	2/0	-	-	2/0
2.	Современные тенденции сырьевого энергетического баланса нефтехимии. Различные виды легкого углеводородного сырья: природный и	2/1	-	-	2/1

	попутный нефтяной газы, газовые конденсаты и др.				
3.	Перспективные направления развития отечественной нефтегазохимии с созданием новых процессов переработки природных и попутных нефтяных и газовых конденсатов в различные ценные нефтехимические продукты: низшие олефины C ₂ -C ₄ , ароматические соединения и др. Метановая химия - основные пути переработки природного газа. Схема переработки природного газа.	2/1	2/0	-	4/1
4.	Синтез различных классов углеводородов через синтез-газ по методу Фишера –Тропша. Методы получения синтез-газа (паровая конверсия метана, парциальное окисление метана, автотермический риформинг). Альтернативные методы окисления метана в синтез-газ. Аппаратурное оформление синтеза Фишера –Тропша.	2/2	-	-	2/2
5	GTL – процессы получения синтетических жидких углеводородов (СЖУ), диметилового эфира (ДМЭ) и моторных топлив, Сырье для производства ДМЭ. Схема получения ДМЭ из различных видов сырья. Основные технологии синтеза ДМЭ. Катализаторы получения ДМЭ из синтез-газа и метанола. ДМЭ – как перспективное сырье для нефтехимии.	2/2	-	-	2/2
6.	Синтез метанола и процессы его переработки в ценные химические продукты. Конверсия синтез-газа через метанол в олефины и бензин. Структура современного потребления метанола. Варианты переработки метанола в химические продукты и компоненты моторных топлив. Процесс MTG (methanol to gasoline)	4/2	-	-	4/2
7.	Окисление метанола в формальдегид. Карбонилирование метанола в уксусную кислоту. Превращение метанола в олефины (МТО) и метанола в пропилен (МТР). Схемы процесса МТО.	2/2	2/0	2/1	6/3

8.	Конверсия диметилового эфира с получением олефиновых углеводородов и бензина. Перспективные современные катализаторы для переработки природного, попутного газа, газоконденсатов с получением смеси углеводородов для нефтехимического синтеза.	2/2	2/2	-	4/4
9.	Получение этилена из метана окислительной димеризацией и другие процессы, направленные на переработку различных дешевых видов углеводородного и органического сырья с получением низших олефинов, алкилароматических и кислородсодержащих соединений, высоколиквидных моторных топлив и других ценных продуктов.	2/2	2/2	2/2	6/6
10.	Разработка ИНХС РАН процесса алкилирования бензола этиленом на цеолитсодержащих катализаторах	2/2	2/2	4/3	8/7
11.	Новые конкурентоспособные технологии получения мономеров: бутадиена 1,3, изопрена – сырья для производства синтетических каучуков; получение стирола дегидрированием этилбензола с использованием микроволн.	2/2	2/3	4/3	8/8
	ИТОГО	24/18	12/9	12/9	48/36

5.2. Лекционные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Нефтехимическая промышленность России, анализ текущего состояния и перспективы развития. Особенности современной нефтехимии.	Введение. Цели и задачи дисциплины. Современное состояние и актуальные проблемы нефтехимической промышленности. Особенности современного состояния нефтехимической промышленности России и мира. Отечественная нефтехимия характеризуется низким техническим уровнем производства, малыми единичными мощностями, высокой энерго- и ресурсоёмкостью. Доля

		<p>нефтехимии в российской промышленности составляет лишь 2%, в то время как в Китае — 30%, США — 25%, Индии — 12%, Корее — 10%, Германии — 8%.</p> <p>Одним из наиболее перспективных направлений развития отечественной нефтегазохимии являются создание новых прямых процессов переработки природных и попутных нефтяных газов, и газовых конденсатов в различные ценные продукты: низшие олефины C_2-C_4, ароматические соединения, и другие ценные нефтехимические продукты.</p>
2.	<p>Современные тенденции сырьевого энергетического баланса нефтехимии. Различные виды легкого углеводородного сырья: природный и попутный нефтяной газы, газовые конденсаты и др.</p>	<p>Ограниченные запасы нефти и газа выдвинули новые важные проблемы перед нефтепереработкой и нефтехимией: Все больший вклад в общий сырьевой энергетический баланс нефтехимии вносят различные виды легкого углеводородного сырья: природный и попутные нефтяные газы, газовые конденсаты, что требует огромных затрат для создания и разработки новых эффективных технологий по их глубокой переработке в различные ценные продукты. Природный газ по запасам, экономичности добычи и возможности использования, экологическим свойствам является наиболее перспективным ресурсом, способным обеспечить потребности человечества в энергии и углеводородном сырье, по крайней мере, в течение текущего столетия. Природный газ и газохимия могут сыграть в мировой экономике и энергетике XXI века такую же роль, какую сыграли в XX веке нефть и нефтехимия</p>
3.	<p>Перспективные направления развития отечественной нефтегазохимии с созданием новых процессов переработки природных и попутных нефтяных и газовых конденсатов в различные ценные нефтехимические продукты: низшие олефины C_2-C_4, ароматические соединения и др. Метановая химия - основные пути переработки природного газа . Схема переработки природного газа.</p>	<p>В отличие от многих процессов нефтепереработки современные нефтегазохимические технологии – это более сложные, многостадийные энергоемкие процессы, требующие огромных энергетических и капитальных затрат. Для нефтегазохимии перспективными и важнейшими признаны технологии, связанные с переработкой природных и попутных нефтяных газов в синтез-газ, с конверсией синтез-газов через метанол в бензины и олефины, конверсией диметилового эфира в бензины и получением олефинов из диметилового эфира, получение метанола из синтез-газа в кипящем слое, мембранные технологии разделения и выделения водорода, получение синтез-газа с раздельным окислением – восстановлением, получение этилена из метана окислительной димеризацией и другие процессы, направленные на переработку различных дешевых видов углеводородного и органического сырья с получением низших олефинов, алкилароматических и кислородсодержащих соединений и других ценных продуктов. Переработка природных и попутных нефтяных газов может быть разделена на две группы: получение синтез-газа и прямые пути переработки метана, которые</p>

		нами будут представлены расширенной схемой переработки метана
4.	<p>Синтез различных классов углеводородов через синтез-газ по методу Фишера –Тропша. Методы получения синтез-газа (паровая конверсия метана, парциальное окисление метана, автотермический риформинг). Альтернативные методы окисления метана в синтез-газ. Аппаратурное оформление синтеза Фишера –Тропша.</p>	<p>Синтез-газ ($\text{CO} + \text{H}_2$) – это уникальное сырьё для нефтехимических синтезов.</p> <p>В настоящее время наиболее распространенными источниками для промышленного производства синтез-газа являются углеводороды нефти и природного газа.</p> <p>В последние годы большое внимание уделяется реализации проектов получения синтез-газа из каменных углей процессом подземной газификации, попутного нефтяного газа, а также конверсии бытовых отходов и биомассы (получение биомассы, газификация), особенно древесных отходов.</p> <p>Промышленно синтез газ- может быть получен с выходами от 55 до 95 % в зависимости от выбранного пути получения. В промышленности используется три метода получения синтез-газа: - каталитическая паровая конверсия метана ; - парциальное окисление метана (POX); - автотермический риформинг (ATR).</p> <p>Для получения синтез-газа используются схемы компании Haldor –Topsoe.</p> <p>В методе для окисления метана используются разные методы - кислородпроводящие мембраны; химический цикл металл-оксид-металл или (chemical looping Oxidation) и два сопряжённых реактора с кипящим слоем.</p> <p>Синтез Фишера-Тропша - это каталитический процесс гидрирования CO до углеводородов. В процессах переработки природного газа используют кобальт-содержащие катализаторы при температурах 190-230 °С (низкотемпературный синтез ФишераТропша, LTFT), при этом получают алифатические углеводороды (в том числе ненасыщенные), преимущественно линейного строения; в небольших количествах образуются спирты, карбоновые кислоты и альдегиды, а также CO_2.</p> <p>В высокотемпературном синтезе Фишера-Тропша с использованием железо-содержащих катализаторов помимо алифатических углеводородов образуется значительное количество ароматических и кислород-содержащих соединений. Высокотемпературный СФТ не используют для переработки природного газа, а только в процессах переработки угля</p>

5	<p>GTL – процессы получения синтетических жидких углеводородов (СЖУ), диметилового эфира (ДМЭ) и моторных топлив, Сырье для производства ДМЭ. Схема получения ДМЭ из различных видов сырья. Основные технологии синтеза ДМЭ. Катализаторы получения ДМЭ из синтез-газа и метанола. ДМЭ – как перспективное сырье для нефтехимии.</p>	<p>Технология GTL (газ в жидкость) является перспективными технологиями для получения синтетических жидких углеводородов и диметилового эфира, и для получения жидкого топлива из природного газа.</p> <p>Технологии GTL традиционно включают в себя три стадии: конверсию природного или попутного нефтяного газа в синтез-газ, представляющий собой смесь водорода и монооксида углерода; получение из синтез-газа углеводородов или оксигенатов; разделение и конечную переработку продуктов</p> <p>Синтез-газ можно получить из любого углеродсодержащего сырья, включая уголь, биомассу, твердые бытовые и промышленные отходы, нефтешламы. Тогда в от типа исходного сырья процесс получения жидких углеводородов называется как CTL (coal-to-liquids), BTL (biomass-to-liquids), либо имеет общее название XTL (anything-to-liquids).</p> <p>Процессы конверсии газа в жидкость Gas-to-Liquids, GTL), к которым в первую очередь относят синтетические жидкие углеводороды (СЖУ) и метанол разделяются на технологии конверсии метанола в бензин (methanol-to-gasoline, MTG), метанола в олефины (Methanol-to-Olefins, MTO), получение диметилового эфира (ДМЭ).</p> <p>В нефтегазохимическом синтезе диметиловый эфир выступает в качестве промежуточного продукта в процессах получения ценных химических соединений, и является перспективным сырьем для нефтехимии.</p> <p>На основе технология GTL (Gas –to-Liquid) из диметилового эфира получают следующие ценные нефтехимические продукты: легкие олефины (этилен, пропилен); формальдегид; уксусная кислота; ацетальдегид; метилацетат; винилацетат; диметилсульфат; диметоксиэтан; алкилированные ароматические углеводороды.</p> <p>Большая работа по разработке промышленных процессов конверсии метанола и ДМЭ в олефины ведется в России. Ведущим научным центром в этой области является Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН (ИНХС РАН). Коллективом этого института разработан процесс конверсии синтез-газа в ДМЭ в одну стадию с переработкой последнего в легкие олефины. Существует несколько технологий получения ДМЭ. Однако, основными современными технологиями получения ДМЭ являются процессы,</p>
---	--	--

		<p>основанные на конверсии синтез-газа двумя различными способами: традиционной технологии, состоящей из двух стадий и одностадийной, осуществляемой в одном реакторе с применением гибридных катализаторов.</p>
6	<p>Синтез метанола и процессы его переработки в ценные химические продукты. Конверсия синтез-газа через метанол в олефины и бензин. Структура современного потребления метанола. Варианты переработки метанола в химические продукты и компоненты моторных топлив. Процесс MTG (methanol to gasoline)</p>	<p>Синтез метанола – один из наиболее широко используемых процессов химической переработки природного газа и угля. Процесс синтеза метанола в области температур 230-280 о С проводят с использованием Cu-Zn-Al оксидных катализаторов.</p> <p>Для синтеза метанола требуется синтез-газ. Существенным отличием от синтеза Фишер-Тропша (СФ является то, что в реакционной смеси должен присутствовать углекислый газ, СО₂, который является реагентом в реакции синтеза.</p> <p>Вторым отличием синтеза метанола от синтеза Фишера-Тропша являются значительные термодинамические ограничения. Мировые мощности производства метанола сегодня составляют около 100 млн тонн в год. Метанол используется для производства многих ценных нефтехимических продуктов. Самые значительные секторы потребления составляют процессы окисления метанола в формальдегид (около 32 %), и карбонилирование метанола в уксусную кислоту (около 11 %). Значительную часть занимают секторы, связанные с топливным применением (35 %). Метанол также используют в качестве метилирующего реагента в производстве метилметакрилата, метиламинов и метилгалидов (хлорометана), а также в качестве компонента растворителей. Особого внимания требуют процессы метанол-в-олефины (МТО, МТР).</p> <p>С использованием цеолитных катализаторов метанол может быть переработан в смесь разветвленных и ароматических углеводородов (53 % разветвленных алканов, 12 % разветвленных алкенов, 7 % циклоалканов и 28 % ароматики) – бензин. Первым промышленным процессом переработки природного газа через метанол в бензин был процесс MTG (methanol to gasoline) компании Mobil Oil,</p>
7	<p>Окисление метанола в формальдегид. Карбонилирование метанола в уксусную кислоту. Превращение метанола в олефины (МТО) и метанола в пропилен (МТР). Схемы процесса МТО.</p>	<p>Переработка метанола в химические продукты является важным вариантом его применения. Окисление метанола в формальдегид остается основным путем его переработки. Формальдегид в основном применяется для производства фенолформальдегидных смол (25 %) и карбамидформальдегидных смол и концентратов (35 % в мире и 60 % в России).</p> <p>Карбонилирование метанола в уксусную кислоту (процессы Monsanto и Cativa) – проводят при давлениях 30-60 атм и</p>

		<p>температуре 150-200°C на иодид-карбонильных комплексных анионах родия (Monsanto) или иридия и рутения (Cativa).</p> <p>Процессы “метанол-в-олефины” (methanol-to-olefins, МТО) компании UOP/Hydro и “метанол-в-пропилен” (methanol-to-propylene, МТР) компании Lurgi выгодно отличаются высоким выходом легких олефинов – этилена и пропилена. Процесс МТО позволяет получать в основном пропилен и этилен, причем соотношение пропилен:этилен можно регулировать в процессе эксплуатации. Процесс МТР производит преимущественно пропилен чистоты, пригодной для процессов полимеризации</p>
8	<p>Конверсия диметилового эфира с получением олефиновых углеводородов и бензина. Перспективные современные катализаторы для переработки природного, попутного газа, газоконденсатов с получением смеси углеводородов для нефтехимического синтеза.</p>	<p>Рассматривается схема переработка природного газа, угля, растительного сырья с применением методов окисления, каталитического окисления риформинга (парового, углекислотного, автотермического) для получения синтез-газа с получением из него метанола (для получения олефинов ДМЭ, чистого водорода для топливных элементов), синтеза ДМЭ для производства моторных топлив и чистого водорода для топливных элементов.</p>
9	<p>Получение этилена из метана окислительной димеризацией и другие процессы, направленные на переработку различных дешевых видов углеводородного и органического сырья с получением низших олефинов, алкилароматических и кислородсодержащих соединений, высоколиквидных моторных топлив и других ценных продуктов.</p>	<p>В настоящее время активно развиваются технологии, из которых наиболее привлекательны методы, основанные на прямой окислительной конверсии углеводородов, прежде всего метана, в такие ценные соединения, как метанол, формальдегид, этилен. Сейчас активно ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию нового поколения процессов прямого окисления природных и попутных газов.</p> <p>Изучаются также пути прямой окислительной функционализации метана в другие, помимо метанола, получают продукты типа CH_3X, где X – атом или функциональная группа, например, в метилхлорид или метилбисульфат.</p> <p>В настоящее время перспективным считается 3-стадийный процесс получения олефинов из природного газа через промежуточный синтез метанола.</p> <p>Процесс превращения метанола в олефины с высоким выходом этилена и пропилена на силикоалюмофосфатном катализаторе SAPO-34 является совместной разработкой двух фирм — «UOP» (США) и «Norsk Hydro» (Норвегия). Выход этилена на пропущенный метанол составляет 48 %, пропилен — 33 %, бутиленов — 10 %.</p>

10	<p>Процесс алкилирования бензола этиленом на цеолитсодержащих катализаторах по разработкам ИНХС РАН</p>	<p>Среди отечественных технологий производства продукции нефтехимии, реализуемых в настоящее время, следует отметить проект получения этилбензола и нафтила, разработанные в ИНХС РАН. Технология алкилирования бензола этиленом на гетерогенных катализаторах внедрена в 2011 г. в ООО «Газпром нефтехим Салават». Установка по получению нафтила также планировалась к внедрению на предприятии ПАО «Газпром», Салаватском химическом заводе, до 2018 г. Необходимость такого производства связана с прогнозируемым ростом годовой потребности ракетно-космической промышленности России в высокоплотном топливе (нафтиле) к 2020 г. до 5 тыс. т.</p>
11	<p>Новые конкурентоспособные технологии получения мономеров: бутадиена 1,3, изопрена – сырья для производства синтетических каучуков; получение стирола дегидрированием этилбензола использованием микроволн.</p>	<p>Ведутся исследования по разработке принципиально новых, и модернизация действующих технологий производства основных мономеров для синтетических каучуков. Сегодня дефицит бутадиена-1,3 ощущается особенно остро, и предпринимаются попытки для получения бутадиена синтетическими методами.</p> <p>В настоящее время разрабатывается новый одностадийный способ получения бутадиена из концентрированных форм формальдегида и пропилена.</p> <p>Изоамилены для получения изопрена производят дегидратацией третичного амилового спирта. Преимуществами новой технологии производства изопрена из изопентана является: отсутствие побочных продуктов, т.е. увеличение выхода изопрена на 15-20 %, снижение расхода водяного пара, Разработан новый метод синтеза изопрена с использованием источников безводного формальдегида в качестве исходного реагента, одним из которых является 1,3,5-триоксан – циклический тример формальдегида, который в кислой среде легко распадается до свободного формальдегида уже при комнатной температуре.</p> <p>Дегидрированием этилбензола получают 90 % мирового производства стирола. Перспективным способом интенсификации процесса дегидрирования этилбензола является создание такой технологии с использованием микроволнового воздействия (МВИ), которое позволяет увеличить выход стирола на 7-10% за счет повышения конверсии этилбензола.</p>

5.3. Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
7.	Окисление метанола в формальдегид. Карбонилирование метанола в уксусную кислоту. Превращение метанола в олефины (МТО) и метанола в пропилен (МТР). Схемы процесса МТО.	Провести лабораторную работу по окислению метанола с получением формальдегида. Хроматографический анализ формальдегида и уксусной кислоты
9.	Получение этилена из метана окислительной димеризацией и другие процессы, направленные на переработку различных дешевых видов углеводородного и органического сырья с получением низших олефинов, алкилароматических и кислородсодержащих соединений, высоколиквидных моторных топлив и других ценных продуктов.	Получение этилена. Хроматографический анализ. Хроматографический и технический анализ высоколиквидных моторных топлив и других ценных продуктов.
10.	Процесс алкилирования бензола этиленом на цеолитсодержащих катализаторах по разработкам ИНХС РАН	Лабораторная работа по получению этилбензола алкилированием бензола этиленом. - описание установки и методики работы на ней; - отбор продуктов реакции на анализ; - анализы жидких продуктов (плотность, определение содержания непредельных и ароматических углеводородов и т. д.); - составление материального баланса процесса; - определение основных показателей процесса ; - выходы ароматических и алкилароматических углеводородов, Хроматографический и технический анализ бензола, этилена, этилбензола.
11	Новые конкурентоспособные технологии получения мономеров: бутадиена 1,3, изопрена – сырья для производства	Проведение лабораторных работ по дегидрированию этилбензола в стирол, получение изопрена из изобутилена и формальдегида: - описание установок и методик работы на них; - отбор продуктов реакции на анализ;

синтетических каучуков; получение стирола дегидрированием этилбензола использованием микроволн.	- проведение хроматографического анализа реакционной массы; - расчет конверсии и селективности реакции, материального баланса процесса. - хроматографический и технический анализ полученных продуктов реакции.
---	--

5.4. Практические (семинарские) занятия

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	3.Перспективные направления развития отечественной нефтегазохимии с созданием новых процессов переработки природных и попутных нефтяных и газовых конденсатов в различные ценные нефтехимические продукты: низшие олефины C ₂ -C ₄ , ароматические соединения и др. Метановая химия - основные пути переработки природного газа . Схема переработки природного газа.	Составление схем переработки природного газа в нефтехимические продукты..
2.	7.Окисление метанола в формальдегид. Карбонилирование метанола в уксусную кислоту. Превращение метанола в олефины (МТО) и метанола в пропилен (МТР). Схемы процесса МТО.	Расчет материального баланса процесса окисления метанола в формальдегид. Составление схемы процесса превращения метанола в олефины (МТО) и пропилена (МТР).
3.	8.Конверсия диметилового эфира с получением олефиновых углеводородов и бензина. Перспективные современные катализаторы для переработки природного, попутного газа, газоконденсатов с получением смеси углеводородов для нефтехимического синтеза.	Расчет материального баланса процесса конверсии диметилового эфира с получением олефиновых углеводородов и бензина.
4.	9.Получение этилена из метана окислительной димеризацией и другие процессы, направленные на переработку различных дешевых видов углеводородного и органического сырья с получением низших олефинов, алкилароматических и кислородсодержащих соединений, высоколиквидных моторных топлив и других ценных продуктов.	Расчет материальных балансов процесса окислительной димеризации метана, и других процессов получения низших олефинов и алкилароматических и кислородсодержащих соединений из различных дешевых видов углеводородного сырья

5.	10.Процесс алкилирования бензола этиленом на цеолитсодержащих катализаторах по разработкам ИНХС РАН	Расчет материального баланса и показателей процесса алкилирования бензола этиленом на цеолитсодержащих катализаторах
	11.Новые конкурентоспособные технологии получения мономеров: бутадиена 1,3, изопрена – сырья для производства синтетических каучуков; получение стирола дегидрированием этилбензола с использованием микроволн.	Расчет материальных балансов и показателей процессов получения бутадиена 1,3, изопрена, стирола.

6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

Вопросы для самостоятельного изучения

Таблица 6

№№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1.	Особенности и возможности развития нефтехимического комплекса в России
2.	Основные источники сырья для нефтехимического синтеза и требования к нему. Различные виды легкого углеводородного сырья. Альтернативные виды сырья современной нефтехимии.
3.	Метановая химия – как основа переработки природного газа
4.	Получение синтез-газа по методу Фишера-Тропша. История становления этого процесса.
5.	Методы получения синтез-газа (паровая конверсия, парциальное окисление метана, автотермический риформинг).
6.	Аппаратурное оформление синтеза Фишера-Тропша.
7.	Технологические схемы получения ДМЭ из природного газа.
8.	Катализаторы получения ДМЭ
9.	Реакционные устройства получения ДМЭ.
10.	Варианты переработки метанола в химические продукты и компоненты моторных топлив.
11.	Перспективные современные катализаторы для переработки легкого углеводородного сырья (природного, попутного газов, газоконденсатов и др.)
12.	Технологическая схема алкилирования бензола этиленом на цеолитсодержащих катализаторах по методу ИНХС РАН.
13.	Конструкция реакторов алкилирования бензола этиленом на цеолитсодержащих катализаторах по методу

Темы рефератов

1. Перспективные направления развития отечественной нефтегазохимии с созданием новых процессов переработки природных и попутных газов, нефтяных и газовых конденсатов.
2. Катализаторы для переработки природного и попутного газа в ценные нефтехимические продукты.
3. Обзор возможных вариантов промышленной переработки природного газа.
4. Методы получения синтез-газа. (Паровая конверсия метана (SMR). Парциальное окисление метана (POX). Автотермический риформинг (ATR). Альтернативные пути окисления метана в синтез-газ.
5. Аппараты синтеза Фишера-Тропша.
6. Переработка продуктов синтеза Фишера-Тропша.
7. Структура современного потребления метанола.
8. Варианты переработки метанола в компоненты моторных топлив
9. Варианты переработки метанола в химические продукты и материалы.
10. Процессы переработки без получения синтез-газа
11. Характеристика и особенности GTL-процессов.
12. Международный опыт производства синтетических жидких топлив по технологии GTL и перспективы его развития.
13. Характеристика процессов МТО- превращения метанола в олефины и процесса МТР- превращения метанола пропилен.
14. Перспективные процессы переработки метанола в органические продукты.
15. Получение ДМЭ и продукты на его основе.
16. Вклад Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН (ИНХС РАН) и др. научных организаций в разработку процесса конверсии синтез-газа в ДМЭ. Страны и фирмы, занимающиеся синтезом ДМЭ.
17. Разновидности реакторов процесса синтеза ДМЭ.
18. Процессы получения этилена и пропилена из природного газа через промежуточный синтез хлористого метила и последующий его каталитический пиролиз.
19. Одностадийная технология получения этилена из природного газа.
20. Новые конкурентоспособные технологии получения мономеров.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

1. Хасин А. А. Основные пути переработки природного газа в компоненты топлив и ценные химические продукты. Учебное пособие для магистрантов и аспирантов Научно-образовательного центра «Энергоэффективный катализ» (НОЦ ЭК) Новосибирск, 2015. – 100 с.
2. М.М. Караваев. Технология синтетического метанола, М.: Химия, 1984.
3. Шелдон Р.А. Химические продукты на основе синтез-газа. М.: Химия, 1987.
4. Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: Учебное пособие для вузов. 2-е изд. – М.: Химия. 2001. – 568 с.: ил.
5. Мейерс Р.А. Основные процессы нефтепереработки. Справочник: пер. с англ. 3-4-го изд. / [Р.А. Мейерс и др.]; под. ред. О.Ф. Глаголевой, О.П. Лыкова. – СПб.: ЦОП «Профессия». 2011- 944 с.

6. Перспективные технологии для нефтепереработки и нефтехимии С.Н. Хаджиев, В.М. Капустин, А.Л. Максимов, Е.А. Чернышева, Х.М. Кадиев, И.М. Герзелиев, Н.В. Колесниченко // Нефтепереработка и нефтехимия 2014. - № 9. - С. 3-10. www.npnh.ru.

7. Хаджиев С.Н. Наногетерогенный катализ — новый сектор нанотехнологий в химии и нефтехимии // Нефтехимия. — 2011. — Т. 51, № 1. — С. 3-16.

8. Хаджиев С.Н., Крылова А.Ю. Синтез Фишера-Тропша в трехфазной системе в присутствии наногетерогенных катализаторов // Нефтехимия. — 2011. — Т. 51, № 2. — С. 84-96.

9. Маркова Н.А., Колесниченко Н.В., Ионин Д.А., Букина З.М., Кулумбегов Р.В., Хаджиев С.Н. Переработка попутных нефтяных газов в моторные топлива // Экологический вестник России. — 2012. — № 1. — С. 28-30.

10. Колесниченко Н.В., Яшина О.В., Маркова Н.А., Бирюкова Е.Н., Горяинова Т.И., Кулумбегов Р.В., Хаджиев С.Н., Китаев Л.Е., Ющенко В.В. Конверсия диметилового эфира в олефины C₂-C₄ на цеолитных катализаторах // Нефтехимия. — 2009. — Т. 49, № 1. — С. 45-49.

11. Сайфуллина С.Ф., Карпенко К.П. Проблемы и перспективы развития российской нефтехимии // Научный журнал вестник экономики. 2021. - Выпуск №2

12. Хачатурян К.С., Абдулкадыров А.С., Ефимова Д.В. Экономика отраслей и регионов. Российская нефтехимия: текущее состояние и перспективы развития. // Инновации и инвестиции, 2018. - выпуск №8г.

7. Оценочные средства

Оценочные средства дисциплины включают в себя:

- вопросы к первой рубежной аттестации;
- вопросы ко второй рубежной аттестации;
- вопросы к экзамену;
- образцы билетов.

7.1. Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Тенденции современной нефтехимии
2. Особенности и возможности развития современной нефтехимии.
3. Проблемы нефтехимического комплекса в России.
4. Современное состояние нефтехимического комплекса.
5. Перспективы и решения задач нефтехимического комплекса.
6. Виды нефтехимического сырья и требования к сырью.
7. Различные виды легкого углеводородного сырья для нефтехимии.
8. Современные тенденции сырьевого энергетического баланса нефтехимии.
9. Перспективные направления развития отечественной нефтегазохимии.
10. Схема переработки природного газа с получением ценных нефтехимических продуктов: низших олефинов C₃-C₄ и ароматические соединения.
11. Метановая химия – основные пути переработки природного газа.
12. Получение синтез-газа по методу Фишера-Тропша.

13. История становления процесса Фишера-Тропша.
14. Методы получения синтез-газа: паровая конверсия метана, парциальное окисление метана, авто термический риформинг.
15. Традиционная схема получения синтез-газа с паровой конверсией метана (упрощенная схема процесса получения синтез-газа по технологии компании Haldor-Topsøe).
16. Очистка и кондиционирование природного газа
17. Предриформинг природного газа с водяным паром, катализаторы, технология, схема процесса.
18. Паровая конверсия метана (SMR). Технология, реактор и оборудование процесса.
19. Парциальное окисление метана (ПОХ).
20. Автотермический риформинг (ATR). Технологическая схема процесса компании Haldor-Topsøe. Преимущество процесса автотермического риформинга перед SMR.
21. Предпочтительность процесса ATR для переработки природного газа в жидкие углеводороды по методу Фишера-Тропша.
22. Альтернативные пути окисления метана в синтез-газ.
23. Синтез углеводородов по методу Фишера-Тропша.
24. Упрощенная блок схема производства GTL из природного газа по методу Фишера-Тропша.
25. Аппараты процесса синтеза Фишера-Тропша.
26. Переработка продуктов синтеза Фишера-Тропша.
27. Утилизация побочного продукта синтеза Фишера-Тропша – воды.
28. Синтез метанола и процессы его переработки в ценные химические продукты.
29. Синтез метанола. Технологическая схема синтеза метанола компании Haldor Topsøe.
30. Структура современного потребления метанола.
31. Варианты переработки метанола в химические продукты и компоненты моторных топлив.
32. Варианты переработки метанола в компоненты моторных топлив.
33. Вариант окисления метанола в формальдегид.
34. Вариант карбонилирования метанола в уксусную кислоту (процессы Monsanto и Cativa).
35. Процессы превращения метанола в олефины (МТО) и метанола в пропилен (МТР).
36. Технологическая схема процесса МТО.

7.2. Вопросы ко второй рубежной аттестации

1. Диметиловый эфир как альтернатива нефти. Использование ДМЭ в качестве альтернативных топлив.
2. Сырье для производства ДМЭ. Схема получения диметилового эфира из различных видов сырья
3. Схема переработки природного газа с получением ДМЭ.
4. История применения ДМЭ в качестве альтернативного моторного топлива и сырья для нефтехимии.
5. Области применения ДМЭ. Привести схему.
6. ДМЭ как перспективное сырье для нефтехимического синтеза.

7. Вклад Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН (ИНХС РАН) в разработку процесса конверсии синтез-газа в ДМЭ в одну ступень.
8. Страны и фирмы, занимающиеся производством ДМЭ.
9. Основные современные технологии синтеза ДМЭ.
10. Интегрированная схема получения диметилового эфира из различных видов сырья: I – прямой конверсией синтез-газа; II – двухстадийным синтезом через метанол.
11. Блок -схема синтеза диметилового эфира из природного газа через стадии синтеза и дегидратации метанола.
12. Блок – схема одностадийного синтеза диметилового эфира из природного газа.
13. Катализаторы получения ДМЭ из синтез-газа и метанола.
14. Конструкции реакторов, применяемых в производстве ДМЭ.
15. Конверсия диметилового эфира с получением олефиновых углеводородов и бензина.
16. Перспективные современные катализаторы для переработки природного и попутного газа, газоконденсатов с получением смеси углеводородов для нефтехимического синтеза.
17. Перспективный 3-стадийный процесс получения олефинов из природного газа через промежуточный синтез метанола (паровая конверсия метана, синтез метанола и превращение метанола в олефины).
18. Синтез легких олефинов из хлористого метила (получение хлористого метила оксихлорированием метана и превращение хлористого метила в олефины).
19. Сравнение процессов получения легких олефинов (окислительная конденсация, парциальное окисление, оксихлорирование, МТГ–метанол в бензин, процесс Фишера-Тропша).
20. Получение этилена и пропилена из хлористого этила.
21. Получение хлористого метила оксихлорированием метана.
22. Показатели процесса оксихлорирования метана в реакторах различного типа.
23. Процесс получения низших олефинов из природного газа. Принципиальная схема сбалансированного по хлору процесса получения низших олефинов из ПГ
24. Ситуация с производством этилена в стране.
25. Пути получения этилена и пропилена из метана (окислительная димеризация)
26. Современные подходы к созданию промышленной технологии превращения природного газа (его основного компонента — метана) в этилен (- каталитический пиролиз метанола/диметилового эфира, полученного через синтез-газ; - получение этилена из хлористого метила, полученного из метана)
27. Цепочка превращения природного газа в этилен через метанол (паровая конверсия природного газа, синтез метанола, превращение метанола в олефины).
28. МТО – процесс и МХТО-процесс. Преимущества МХТО-процесса
29. Схема получения олефина из природного газа.
30. Процесс получения олефинов процессом, сбалансированным по хлору.
31. Схема процесса получения этилена и пропилена из природного газа через промежуточный синтез и пиролиз хлористого метила.
32. Сравнительная характеристика технологических процессов получения олефинов из природного газа. Преимущества применения метода получения этилена через хлористый метил.

33. Технология и технологическая схема алкилирования бензола этиленом, разработанная ИНХС РАН.
34. Реактор процесса алкилирования бензола этиленом, разработанная ИНХС РАН.
35. Состояние с производством мономеров (бутадиена 1,3 и изопрена, стирола) в России.
36. Газохимический одностадийный метод получения бутадиена-1,3.
37. Получение изопрена из изопентана окислительным методом.
38. Синтез изопрена из 1,3,5-триоксана и триметилкарбинола в присутствии катионообменных смол
39. Получение стирола дегидрированием этилбензола с использованием энергии микроволнового излучения.

Образец билета к аттестации

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени академика М. Д. Миллионщикова

БИЛЕТ №1

Дисциплина Перспективные направления переработки углеводородов в нефтехимии

Институт нефти и газа Группа - НТС

1. Особенности и возможности развития современной нефтехимии. Проблемы нефтехимического комплекса в России.
2. Характеристика и особенности GTL-процессов. Синтез метанола и процессы его переработки в ценные химические продукты.
3. Технология и технологическая схема алкилирования бензола этиленом, разработанная ИНХС РАН.

УТВЕРЖДАЮ

« ___ » _____ 2021 г. Зав.кафедрой _____

7.3. Вопросы к экзамену

1. Тенденции, особенности и перспективы развития современной нефтехимии
2. Современное состояние и проблемы нефтехимического комплекса в России. Перспективы и решения задач отечественного нефтехимического комплекса.
3. Виды нефтехимического сырья и требования к сырью. Различные виды легкого углеводородного сырья для нефтехимии. Современные тенденции сырьевого энергетического баланса нефтехимии.
4. Схема переработки природного газа с получением ценных нефтехимических продуктов, низших олефинов C₃-C₄ и ароматических соединений.
5. Метановая химия – основные пути переработки природного газа.
6. Получение синтез-газа по методу Фишера-Тропша. История становления процесса Фишера-Тропша.

7. Методы получения синтез-газа: паровая конверсия метана, парциальное окисление метана, авто термический риформинг.
8. Схема получения синтез-газа с паровой конверсией метана (упрощенная схема процесса получения синтез-газа по технологии компании Haldor-Topsoe).
9. Предриформинг природного газа с водяным паром, катализаторы, технология, схема процесса.
10. Паровая конверсия метана (SMR). Технология, реактор и оборудование процесса.
11. Парциальное окисление метана (ПОХ).
12. Автотермический риформинг (ATR). Технологическая схема процесса компании Haldor-Topsoe. Преимущество процесса автотермического риформинга перед SMR.
13. Альтернативные пути окисления метана в синтез-газ.
14. Упрощенная блок схема производства GTL из природного газа по методу Фишера-Тропша.
15. Аппараты процесса синтеза Фишера-Тропша.
16. Переработка продуктов синтеза Фишера-Тропша.
17. Синтез метанола и процессы его переработки в ценные химические продукты. Технологическая схема синтеза метанола компании Haldor Topsoe.
18. Структура современного потребления метанола.
19. Варианты переработки метанола в химические продукты и компоненты моторных топлив.
20. Технология окисления метанола в формальдегид.
21. Технология карбонилирования метанола в уксусную кислоту (процессы Monsanto и Cativa).
22. Процессы превращения метанола в олефины (МТО) и метанола в пропилен (МТР). Технологическая схема процесса МТО.
23. Диметиловый эфир как альтернатива нефти. Использование ДМЭ в качестве альтернативных топлив.
24. Сырье для производства ДМЭ. Схема получения диметилового эфира из различных видов сырья.
25. История применения ДМЭ в качестве альтернативного моторного топлива и сырья для нефтехимии. Схема переработки природного газа с получением ДМЭ.
26. Области применения ДМЭ. ДМЭ как перспективное сырье для нефтехимического синтеза. Привести схему.
27. Вклад Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН (ИНХС РАН). в разработку процесса конверсии синтез-газа в ДМЭ в одну ступень. Страны и фирмы, занимающиеся производством ДМЭ.
28. Основные современные технологии синтеза ДМЭ. Интегрированная схема получения диметилового эфира из различных видов сырья: I – прямой конверсией синтез-газа; II – двухстадийным синтезом через метанол.
29. Блок -схема синтеза диметилового эфира из природного газа через стадии синтеза и дегидратации метанола. Блок – схема одностадийного синтеза диметилового эфира из природного газа.
30. Катализаторы получения ДМЭ из синтез-газа и метанола.
31. Конструкции реакторов, применяемых в производстве ДМЭ.

32. Конверсия диметилового эфира с получением олефиновых углеводородов и бензина.
33. Перспективный 3-стадийный процесс получения олефинов из природного газа через промежуточный синтез метанола (паровая конверсия метана, синтез метанола и превращение метанола в олефины).
34. Синтез легких олефинов из хлористого метила (получение хлористого метила оксихлорированием метана и превращение хлористого метила в олефины).
35. Получение этилена и пропилена из хлористого этила.
36. Получение хлористого метила оксихлорированием метана. Показатели процесса оксихлорирования метана в реакторах различного типа.
37. Процесс получения низших олефинов из природного газа. Принципиальная схема сбалансированного по хлору процесса получения низших олефинов из ПГ
38. Ситуация с производством этилена в стране. Пути получения этилена и пропилена из метана (окислительная димеризация)
39. МТО – процесс и МХТО-процесс. Преимущества МХТО-процесса
40. Схема получения олефина из природного газа. Процесс получения олефинов процессом, сбалансированным по хлору.
41. Схема процесса получения этилена и пропилена из природного газа через промежуточный синтез и пиролиз хлористого метила.
42. Сравнительная характеристика технологических процессов получения олефинов из природного газа. Преимущества применения метода получения этилена через хлористый метил.
43. Технология и технологическая схема алкилирования бензола этиленом, разработанная ИНХС РАН. Реактор процесса алкилирования бензола этиленом, разработанная ИНХС РАН.
44. Состояние с производством мономеров (бутадиена 1,3 и изопрена, стирола) в России. Газохимический одностадийный метод получения бутадиена-1,3.
45. Получение изопрена из изопентана окислительным методом. Синтез изопрена из 1,3,5-триоксана и триметилкарбинола в присутствии катионообменных смол.
46. Получение стирола дегидрированием этилбензола с использованием энергии микроволнового излучения.

Образец билета к экзамену

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени академика М. Д. Миллионщикова

БИЛЕТ №1

Дисциплина Перспективные направления переработки углеводородов в нефтехимии

Институт нефти и газа Группа - НТС

1. Тенденции, особенности и перспективы развития современной нефтехимии
2. Получение синтез-газа по методу Фишера-Тропша. История становления процесса Фишера-Тропша.

3.Технология и технологическая схема алкилирования бензола этиленом, разработанная ИНХС РАН.Реактор процесса алкилирования бензола этиленом, разработанная ИНХС РАН.

УТВЕРЖДАЮ

« ___ » _____ 201 г. Зав.кафедрой _____

Критерии оценки знаний студента на экзамене

Оценка «отлично» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка «хорошо» - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

7.4. Текущий контроль

Образец текущего контроля

Тема: «Методы получения синтез-газа»

1. Основные методы получения синтез-газа.
2. Химизм превращения метана в этих методах.
3. Традиционная схема получения синтез-газа с паровой конверсией метана. Требования к сырью (природному газу), поступающему в процесс.
4. Очистка и кондиционирование природного газа, поступающему на переработку.
5. Для чего в схему получения синтез-газа вводят аппарат предриформинга. Условия осуществления предриформинга.
6. Катализаторы, используемые на стадии предриформинга.

7. Паровая конверсия метана (SMR). Химизм процесса. Разновидности реакторов, применяемых в процессе.
8. Компрессор синтез-газа, его роль в технологической схеме.
9. Паруиальное окисление метана (POX).
10. Автотермический риформинг (ATR). С какими реагентами в этом процессе реагирует метан.
11. Схема автотермического риформинга с независимым реактором компании Haldor Topsøe.
12. Химизм процесса автотермического риформинга.
13. Особенности работы реактора процесса автотермического риформинга.
14. Преимущество процесса автотермического риформинга перед паровой конверсией метана SMR.
15. Какие компании располагают технологиями (ATR).
16. Альтернативные пути окисления метана в синтез-газ.

Регламентом БРС предусмотрено 15 баллов за текущую работу студента.

Тесты по закреплению материала по дисциплине: «Перспективные процессы получения топлив»

Образец задания

Состав синтез-газа:

A. CO+H₂

B. CO+N₂

C. CO+ Cl₂

ANSWER: A.

Для получения синтез-газа применяют,

A. нефть

B. тяжелые нефтяные остатки

C. биомассу

D. природный газ

E. попутный газ

ANSWER: C, D, E.

Какие продукты можно получить из синтез -газа:

A. водород

B. метанол

C. олефины C₂-C₄

D. формальдегид

E. диметиловый эфир

F. моторные топлива

ANSWER: все перечисленное и еще многие другие ценные продукты (МТБЭ, дизельное топливо, авиационный керосин, диметиловый эфир, полиолефин, пропилен, этилен и т. д.)

Количество основных методов получения синтез-газа :

A. 1

B.3

C.5

D 2

ANSWER :B

Как называются методы получения синтез-газа :

A. паровая конверсия синтез-газа

B. жидкая конверсия синтез газа

C.парциальное окисление метана

D. деструктивное окисление метана

E.. парциальное окисление бутана.

F.Полное окисление бутана

G.автотермический риформинг

H. автокаталитический риформинг

ANSWER :A,C, G

Количество реакторов в упрощенной схеме процесса получения синтез-газа процесса синтеза метанола компании Haldor Topsoe:

A. 4

B. 5

C. 3

D. 1

ANSWER

A

Нужно ли очищать природный газ от примесей, в частности от серы

A. нужно

B. нет

C. нужно очищать от механических примесей, высших углеводородов и осушивать газ.

D. не нужно очищать от механических примесей, высших углеводородов и осушивать газ.

ANSWER

A, D.

Для чего нужен в схеме переработки природного газа реактор предриформинга:

A. для конверсии высших углеводородов

B. для конвертирования высших углеводородов CO, CO₂ и водород

C. нужен от очистки от механических примесей и высших углеводородов.

D. не нужен от очистки от механических примесей, высших углеводородов и осушки газа.

ANSWER

A, B.

В каком виде присутствует сера в природном газе

- A. в виде меркаптанов, RSH, тиофена, C₄H₄S, сероуглерода, CS₂, сероводорода и других соединений
- B. только в виде тиофена и сероводорода,
- C. только в виде меркаптанов, RSH, тиофена
- D. серосодержащие соединения отсутствуют.

ANSWER

A.

Каким процессом по методу отвода-подвода тепла является процесс паровой конверсии метана (SMR)

- A. экзотермический процесс
- B. сильно экзотермический процесс
- C. эндотермический процесс
- D. сильно эндотермический процесс.

ANSWER

B.

В каких реакторах проводят процесс паровой конверсии метана (SMR)

- A. трубчатых реакторах, помещенных внутри большой печи риформинга
- B. в полочных реакторах, помещенных внутри большой печи риформинга
- C. в сферических реакторах, установленных за большой печью риформинга
- D. трубчатых реакторах, установленных за большой печью риформинга

ANSWER

A.

Каким процессом по методу отвода-подвода тепла является процесс парциального окисления метана (POX) конверсии метана (SMR)

- A. экзотермический процесс
- B. сильно экзотермический процесс
- C. эндотермический процесс
- D. сильно эндотермический процесс.

ANSWER

B.

В какой части реактора риформинга протекают экзотермические реакции окисления в методе

- A. В верхней части реактора
- B. В средней части реактора
- C. В нижней части реактора

ANSWER

A.

Что представляет собой нижняя часть реактора

- A. неподвижный слой никель-содержащего катализатора
- B. подвижный слой никель-содержащего катализатора
- C. кипящий слой никель-содержащего катализатора

ANSWER

A.

Какие реакции протекают в неподвижном слое катализатора реактора автотермического риформинга (ATR) получения синтез-газа

- A. Эндотермический процесс паровой конверсии метана и слабо-экзотермический процесс паровой конверсии CO.
- B. Экзотермический процесс паровой конверсии метана и слабо-эндотермический процесс паровой конверсии CO.
- C. Эндотермический процесс паровой конверсии метана и сильно-экзотермический процесс паровой конверсии CO.
- D. Слабо эндотермический процесс паровой конверсии метана и слабо-экзотермический процесс паровой конверсии CO.

ANSWER

A.

Важное преимущество процесса автотермического риформинга (ATR) перед SMR.

- A. Возможность поддерживать низкое соотношение пар:газ (вплоть до 0,6).
- B. Возможность поддерживать высокое соотношение пар:газ (вплоть до 1,0).
- C. Нет необходимости поддерживать низкое соотношение пар:газ (вплоть до 0,6).

ANSWER

A.

Есть ли возможность управлять составом синтез-газа в процессе (ATR)

- A. Процесс **ATR** даёт возможность управлять составом синтез-газа и производить синтез-газ требуемого состава в диапазоне $H_2:CO$ от 2 до 2,5.
- B. В процессе **ATR** нет возможности управлять составом синтез-газа и производить синтез-газ требуемого состава в диапазоне $H_2:CO$ от 2 до 2,5.
- C. Процесс **ATR** даёт возможность управлять составом синтез-газа и производить синтез-газ требуемого состава в диапазоне $H_2:CO$ от 1 до 2,5.
- D. В процессе **ATR** нет необходимости управлять составом синтез-газа и нет необходимости производить синтез-газ требуемого состава в диапазоне $H_2:CO$ от 1,5 до 3,5.

ANSWER

A.

Применяется ли процесс ATR и для переработки природного газа в жидкие углеводороды по методу Фишера-Тропша.

- A. Применяется и является предпочтительным.
- B. Не применяется.
- C. Идут исследования
- D. Имеет промышленные применения для любого размера производства.

ANSWER

A.и D.

Какие компании в настоящее время располагают технологиями процесса ATR

- A. Располагают несколько компаний, из которых мировыми лидерами являются .Lurgi и Haldor Topsor
- B. Не применяют.. Мировыми лидерами являются .Lurgi и Haldor Topsor
- C. Располагают несколько компаний, из которых мировыми лидерами являются (Shell Pearl GTL, Катар и Air Products.
- D. Таких компаний нет.

Какой узел является важной составляющей стадии получения синтез-газа.

- A. узел подготовки воды и получения пара.
- B. узел получения пара и азота.
- C. Узел сероочистки и подготовки чистой воды.
- D. Узел очистки от механических примесей.

ANSWER

A.

На каких катализаторах осуществляют в настоящее время процессы превращения метанола в УВ олефинового и бензинового ряда.

- A. Цеолиты типа MF1 и силикоалюмофосфаты SAPO-34,
- B. Алюмосиликаты и широкопористый цеолит MOR,
- C. Пентасил ZSM-5
- D. Пентасил ZSM-5 и силикоалюмофосфаты SAPO-34

ANSWER

A.

Какими процессами алкилирования осуществляется выработка алкилбензина в отечественной промышленности:

- A.хлороводородной кислотой
- B.соляной кислотой
- C.серной кислотой и фтороводородом
- D.азотной кислотой

ANSWER:C

7.4. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

Таблица 7

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
ПК-3 ПК-3.2 ПК-3.4					
ПК-3. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса. Свойства сырья и готовой продукции.					
ПК-3.2 Обеспечивает оперативное управление технологическим объектом.					
ПК-3.4 проводит работу по совершенствованию действующих и освоению новых технологических процессов					
Знать: - строение органических соединений, принципы квалификации и номенклатуру органических соединений, природу химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств нефтехимических материалов; - свойства химических элементов, свойства основных классов органических соединений и их влияние на химмотологические свойства нефтепродуктов; - основные законы естественно-научных дисциплин	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	<i>задания для контрольной работы, тестовые задания, билеты рубежных аттестаций, темы рефератов</i>

<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять методы теоретического и экспериментального исследования физикохимических свойств нефти, нефтяных фракций и нефтепродуктов; - проводить технологический процесс в соответствии с заданными 	<p>Частичные умения</p>	<p>Неполные умения</p>	<p>Умения полные, допускаются небольшие ошибки</p>	<p>Сформированные умения</p>	
<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения; - способностью осуществлять оценку результатов анализа. 	<p>Частичное владение навыками</p>	<p>Несистематическое применение навыков</p>	<p>В систематическом применении навыков допускаются пробелы</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков</p>	

8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению:**

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- **для слабовидящих:** обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных

увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху:**

- **для глухих и слабослышащих:** обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- **для слепоглухих** допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:**

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

7.5 Критерии оценивая текущей, рубежной и промежуточной аттестации

Аттестац. период	Вид деятельности	Виды работ, подлежащие оценке	Максим. кол-во баллов
1	Текущий контроль	Практические работы	7
	Текущий контроль	Лабораторные работы	8
	Рубежная аттестация	Письменная контрольная работа по вопросам (3 вопроса) и устный коллоквиум	20
	Посещаемость	Максимальная (90-100%)	5
2	Текущий контроль	Практические работы	7
	Текущий контроль	Лабораторные работы	8
	Рубежная аттестация	Письменная контрольная работа по вопросам (3 вопроса) и устный коллоквиум	20

	Самостоятельная работа	Индивидуальное задание	15
	Посещаемость	Максимальная (90-100%)	10
3	ВСЕГО		100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. М.М. Караваев. Технология синтетического метанола, М.: Химия, 1984.
2. Дж. Ола, А. Гепперт, С. Пракаш. Метанол и энергетика будущего. М.: Бином, 2013.
3. Р.А. Шелдон. Химические продукты на основе синтез-газа. М.: Химия, 1987.
4. Ю.Б. Ян, Б.К. Нефедов. Синтезы на основе оксидов углерода. М.: Химия, 1987.
5. Хасин А.А. Основные пути переработки природного газа в компоненты топлив и ценные химические продукты. Учебное пособие для магистрантов и аспирантов Научно-образовательного центра «Энергоэффективный катализ» (НОЦ ЭК) Новосибирск, 2015. – 100 с.

б) дополнительная литература

1. С.Н. Хаджиев, В.М. Капустин, А.Л. Максимов, Е.А. Чернышева, Х.М. Кадиев, И.М. Герзелиев, Н.В. Колесниченко. Перспективные технологии для нефтепереработки и нефтехимии // Нефтепереработка и нефтехимия. - 2014. - № 9. www.npnh.ru
2. Вяткин Ю.Л., Лишинер И.И., Сеницын С.А., Кузьмин А.М. Перспективные направления химической переработки углеводородного сырья» // Neftegaz.RU. 2020. - №4.
3. Трегер Ю. Методы получения этилена из природного газа // The Chemical Journal. 2017. – Ноябрь. С.10-13.
4. Охатрина, В.С. Международный опыт производства синтетических жидких топлив по технологии GTL и перспективы его развития [Текст] / В.С.Охатрина // Проблемы современной экономики. -2012.-№1.-С.114-116.
5. Савенкова, И.В, Михайлова, Ю.Ю. Технология одностадийного синтеза диэтилэфира из природного газа [Текст] / И.В. Савенкова, Ю.Ю. Михайлова // Вестник Астраханского государственного технического университета. - 2008.-№6.-С.145-147.
6. Чанышев, Р.Р, Вильданов, Ф.Ш. Диметиловый эфир-альтернативный вид нефтегазохимического сырья и топлива / Р.Р.Чанышев, Ф.Ш.Вильданов // Башкирский химический журнал. -2014.-№4.-С.20-26.
7. Джихинто, Г.А, Дмитриев, С.С. Диметиловый эфир-экологически чистое топливо будущего [Текст] / Г.А.Джихинто / Астраханский государственный технический университет. -2007.-№3.-С.81-82.
8. Трегер, Ю.А, Розанов, В.Н. Получение низших олефинов из природного газа через синтез и пиролиз хлористого метила [Текст] / Ю.А.Трегер // ООО Научно-исследовательский инженерный центр «Синтез». -2010.- С.44-50

- . Энергетическая стратегия России на период до 2035 года, Москва.-2014.-263с.
- 9.Матковский, П.Е. Технологии получения и переработки синтез-газа [Текст] / П.Е.Матковский // Газохимия.-2011.-№3-4.-С.77-84.
- 10.Д. Н. Горбунов, М. В. Теренина, Ю. С. Кардашева, А. Л. Максимов, Э. А. Караханов. Оксо-процессы с участием этилена (обзор). // Нефтехимия. - 2017, том 57.- № 6. С. 759–762.
11. Гарифзянова Г.Г. Производство синтез-газа и продуктов на его основе. Учебное пособие Казань: КГТУ. 2007. - 80 с.

в) программное и коммуникационное обеспечение

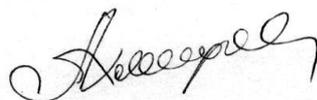
1. Электронный конспект лекций
2. Нефтепереработка и нефтехимия – <http://nph.ru/>
3. Электронно-библиотечная система консультант студента
4. Электронно-библиотечная система IPRbooks

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная лаборатория, оснащенная реактивами, приборами и аппаратами для проведения анализов.
2. Электронный учебно-методический комплекс дисциплины.
3. Класс с персональными компьютерами для проведения практических расчетов и их оформления.

Составитель:

Профессор кафедры
«Химическая технология нефти и газа»



/Ахмадова Х.Х./

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой «ХТНГ»



/Махмудова Л.Ш./

Зав. выпускающей кафедрой



/Махмудова Л.Ш./

Директор ДУМР



/Магомаева М.А./