


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»

Химический факультет

Институт непрерывного образования

СОГЛАСОВАНО  
И.о. директора ИНО

 Е.П. Кислова  
(подпись) (инициалы, фамилия)


«    »                      20    г.

СОГЛАСОВАНО\*

Декан химического факультета

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по международной  
деятельности и дополнительному  
образованию

 Р.М. Ахметханов  
(подпись) (инициалы, фамилия)

«    »                      20    г.

 Т.Б. Великжанина  
(подпись) (инициалы, фамилия)

М.П. «    »                      20    г.



**ПРОГРАММА  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ**

**Нефтехимические технологии в производстве современных материалов**

(наименование программы)

**Инженер-технолог**

(наименование присваиваемой квалификации (при наличии))

Уфа 2021

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

### **1.1. Цель реализации программы**

Программа имеет целью формирование у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для выполнения нового вида профессиональной деятельности в области химической технологии нефтехимических производств, нефтедобычи и производства современных материалов, приобретения новой квалификации «инженер-технолог» на базе высшего образования.

Базовыми для освоения программы «Нефтехимические технологии в производстве современных материалов» являются ООП по направлениям подготовки 04.03.01 – Химия, 04.03.02 – Химия, физика и механика материалов и 18.03.01 - Химическая технология, специальностям 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия и 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий

Курс «Нефтехимические технологии в производстве современных материалов» должен обеспечить понимание слушателем многоуровневого и многокритериального характера задач создания новых технологий, предоставить ему знания и навыки, необходимые для грамотного отыскания точек приложения новых научных результатов, а также экспертизы технологических решений на основе универсальных критериев, вытекающих из фундаментальных законов природы. С этой целью значительное место в курсе отведено методологическим вопросам науки о химико-технологических процессах (ХТП): обоснованию и применению критериев термодинамического совершенства ХТП; физико-химическим принципам классических технологических операций и их базовым математическим моделям; методологии анализа и синтеза технологических систем сложной иерархической структуры. Выделены те общие проблемы химической технологии нефтехимических производств, нефтедобычи и производства современных материалов, прогресс в решении которых в наибольшей степени определяется текущим уровнем фундаментальных и прикладных исследований.

Программа составлена в соответствии с профессиональным стандартом «СПЕЦИАЛИСТ ПО химической переработки нефти и газа» № 926, утверждённым приказом МИНИСТЕРСТВО ТРУДА И СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ № 35271 н от 21.11.2014

### **1.2. ХАРАКТЕРИСТИКА НОВОГО ВИДА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, НОВОЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

**Инженер-технолог (технолог)**

**Должностные обязанности.** Разрабатывает, применяя средства автоматизации проектирования, и внедряет прогрессивные технологические процессы, виды оборудования и технологической оснастки, средства автоматизации и механизации, оптимальные режимы производства на выпускаемую предприятием продукцию и все виды различных по сложности работ, обеспечивая производство конкурентоспособной продукции и сокращение материальных и трудовых затрат на ее изготовление. Устанавливает порядок выполнения работ и пооперационный маршрут обработки деталей и сборки изделий. Составляет планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, рассчитывает производственные мощности и загрузку оборудования. Участвует в разработке технически обоснованных норм времени (выработки), линейных и сетевых графиков, в отработке конструкций изделий на технологичность, рассчитывает нормативы материальных затрат (нормы расхода сырья, полуфабрикатов, материалов, инструментов, технологического топлива, энергии), экономическую эффективность проектируемых технологических процессов. Разрабатывает технологические нормативы, инструкции, схемы сборки, маршрутные

карты, карты технического уровня и качества продукции и другую технологическую документацию, вносит изменения в техническую документацию в связи с корректировкой технологических процессов и режимов производства. Согласовывает разработанную документацию с подразделениями предприятия. Разрабатывает технические задания на проектирование специальной оснастки, инструмента и приспособлений, предусмотренных технологией, технические задания на производство нестандартного оборудования, средств автоматизации и механизации. Принимает участие в разработке управляющих программ (для оборудования с ЧПУ), в отладке разработанных программ, корректировке их в процессе доработки, составлении инструкций по работе с программами. Проводит патентные исследования и определяет показатели технического уровня проектируемых объектов техники и технологии. Участвует в проведении экспериментальных работ по освоению новых технологических процессов и внедрению их в производство, в составлении заявок на изобретения и промышленные образцы, а также в разработке программ совершенствования организации труда, внедрения новой техники, организационно-технических мероприятий по своевременному освоению производственных мощностей, совершенствованию технологии и контролирует их выполнение. Осуществляет контроль за соблюдением технологической дисциплины в цехах и правильной эксплуатацией технологического оборудования. Изучает передовой отечественный и зарубежный опыт в области технологии производства, разрабатывает и принимает участие в реализации мероприятий по повышению эффективности производства, направленных на сокращение расхода материалов, снижение трудоемкости, повышение производительности труда. Анализирует причины брака и выпуска продукции низкого качества и пониженных сортов, принимает участие в разработке мероприятий по их предупреждению и устранению, а также в рассмотрении поступающих рекламаций на выпускаемую предприятием продукцию. Разрабатывает методы технического контроля и испытания продукции. Участвует в составлении патентных и лицензионных паспортов, заявок на изобретения и промышленные образцы. Рассматривает рационализаторские предложения по совершенствованию технологии производства и дает заключения о целесообразности их использования.

**Должен знать:** постановления, распоряжения, приказы, методические и нормативные материалы по технологической подготовке производства; конструкцию изделий или состав продукта, на которые проектируется технологический процесс; технологию производства продукции предприятия, перспективы технического развития предприятия; системы и методы проектирования технологических процессов и режимов производства; основное технологическое оборудование и принципы его работы; технические характеристики и экономические показатели лучших отечественных и зарубежных технологий, аналогичных проектируемым; типовые технологические процессы и режимы производства; технические требования, предъявляемые к сырью, материалам, готовой продукции; стандарты и технические условия; нормативы расхода сырья, материалов, топлива, энергии; виды брака и способы его предупреждения; основы систем автоматизированного проектирования; порядок и методы проведения патентных исследований; основы изобретательства; методы анализа технического уровня объектов техники и технологии; современные средства вычислительной техники, коммуникаций и связи; основные требования организации труда при проектировании технологических процессов; руководящие материалы по разработке и оформлению технической документации; опыт передовых отечественных и зарубежных предприятий в области прогрессивной технологии производства аналогичной продукции; основы экономики; организацию производства; основы трудового законодательства; правила и нормы охраны труда.

а) **Область профессиональной деятельности** выпускников, освоивших программу профессиональной переподготовки, включает создание, внедрение и эксплуатацию энерго- и ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий в процессах нефтедобычи, производствах продуктов нефтехимического синтеза, современных полимерных материалов, продуктов переработки нефти, газа и твердого топлива, микробиологического синтеза, разработку методов обращения с промышленными и бытовыми отходами и сырьевыми ресурсами

б) **Объектами профессиональной деятельности** выпускников, освоивших программу профессиональной переподготовки, являются процессы и аппараты химической технологии, нефтехимии и нефтедобычи; промышленные установки, включая системы автоматизированного управления; системы автоматизированного проектирования; автоматизированные системы научных исследований;

сооружения очистки сточных вод и газовых выбросов, переработки отходов, утилизации теплоэнергетических потоков и вторичных материалов; методы и средства оценки состояния окружающей среды и защиты ее от антропогенного воздействия; действующие многоассортиментные производства химической и смежных отраслей промышленности.

в) **Виды и задачи профессиональной деятельности**, к которым готовятся выпускники, освоившие программу профессиональной переподготовки:

-производственно-технологическая;

-организационно-управленческая

Выпускник, освоивший программу профессиональной переподготовки, в соответствии с видами профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа, должен

быть готов решать следующие профессиональные задачи:

производственно-технологическая деятельность:

организация входного контроля сырья и материалов с позиций энерго- и ресурсосбережения при их переработке;

контроль качества выпускаемой продукции и ресурсо-, энергопотребления технологических процессов с использованием стандартных методов;

организация обслуживания и управления технологическими процессами;

участие в эксплуатации автоматизированных систем управления технологическими процессами;

участие в осуществлении мероприятий по охране окружающей среды на основе требований

промышленной безопасности и других нормативных документов, регламентирующих качество природных сред;

организационно-управленческая деятельность:

составление технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы и оборудование), а также установленной отчетности по утвержденным формам;

организация работы малого коллектива в условиях действующего производства;

подготовка исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе комплексного анализа экономической эффективности, энерго- и ресурсосбережения,

участие в проведении организационно-плановых расчетов по созданию (реорганизации) производственных процессов;

участие в реализации новых технологических процессов;

разработка оперативных планов работы производственных подразделений, оценка результатов их деятельности и анализ затрат;

### 1.3. Требование к результатам освоения программы

***а) слушатель в результате освоения программы должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями:***

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1);

***слушатель в результате освоения программы должен обладать следующими профессиональными компетенциями,*** соответствующими видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа:

***производственно-технологическая деятельность:***

- способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1);

- способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду (ПК-2);

- способностью использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред (ПК-3);

- способностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий (ПК-4);

- готовностью обосновывать конкретные технические решения при разработке технологических процессов; выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду (ПК-5);

- способностью следить за выполнением правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда на предприятиях (ПК-6);

- готовностью осваивать и эксплуатировать новое оборудование, принимать участие в наладивании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования (ПК-7);

***организационно-управленческая деятельность:***

- способностью анализировать технологический процесс как объект управления (ПК-8);

- способностью проводить стоимостную оценку основных производственных ресурсов (ПК-9);

- способностью организовывать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения в области организации труда и осуществлении природоохранных мероприятий (ПК-10);

способностью систематизировать и обобщать информацию по формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-11);

***б) области знаний, умений и навыков, которые формируют указанные компетенции и более детально раскрываются в дисциплинарном содержании программы.***

• умение формулировать особенности химических технологий, общие принципы эксплуатации технологических установок, основные направления совершенствования технологий;

• умение разрабатывать технологические нормативы, инструкции, схемы сборки, маршрутные карты, карты технического уровня и качества продукции и другую технологическую документацию, вносит изменения в техническую документацию в связи с корректировкой технологических процессов и режимов производства.

• владеть методами кинетического анализа и моделирования химических реакторов;

• владеть методами выбора и расчета реакционных аппаратов и определения их основных размеров;

- иметь навыки проектирования основных аппаратов химических производств.
- иметь навыки применять средства автоматизации проектирования, и внедрять прогрессивные технологические процессы, виды оборудования и технологической оснастки, средства автоматизации и механизации, оптимальные режимы производства на выпускаемую предприятием продукцию и все виды различных по сложности работ, обеспечивая производство конкурентоспособной продукции и сокращение материальных и трудовых затрат на ее изготовление.

#### 1.4. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимому для освоения программы

Лица желающие освоить дополнительную профессиональную программ, должны иметь высшее профессиональное образование по направлениям подготовки 04.03.01 – Химия, 04.03.02 – Химия, физика и механика материалов и 18.03.01 - Химическая технология, специальностям 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия и 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий

#### 1.5. Трудоемкость обучения

Нормативная трудоемкость обучения по данной программе – 504 часа, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

#### 1.6. Форма обучения

**Форма обучения** – дистанционная, с частичным отрывом от работы.

Форма обучения устанавливается при наборе группы слушателей и фиксируется в договорах с заказчиками на оказание образовательных услуг.

#### 1.7 Режим занятий

При любой форме обучения учебная нагрузка устанавливается не более 54 часов в неделю.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.1. Учебный план

Наименование дисциплин	Общая трудоемкость, час	Всего о ауд. Час.	Аудиторные занятия, час			СРС, час	Текущий контроль*(шт.)			Промежуточная аттестация	
			лекции	Лабораторные работы	Практ. Занятия, семинары		РК РГФ, Реф.	КР	КП	Зачет	Экзаме н
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Нефтехимические технологии в переработке альтернативных видов сырья	36	20	8		12	16	2			+	
Общая	36	20	8	6	6	16	2				+

химическая технология											
Методы оптимизации и организации энерго и ресурсосберегающих химико-технологических систем	36	20	8		12	16	2			+	
Коллоидная химия	36	20	8	6	6	16	1	1			+
Высокомолекулярные соединения	36	20	8	6	6	16	1	1			+
Вторичная переработка полимеров и создание экологически чистых полимерных материалов	36	20	8		12	16	1			+	
Реологический метод исследований	72	40	16		24	32		1			+
Основные процессы и аппараты нефтехимических производств	36	20	8		12	16	2				+
Материаловедение и технология конструкционных материалов	72	40	16		24	32	1	1			+
Современные полимерные материалы	36	20	8		12	16	2			+	
Химия и технология топлив и масел	36	20	8		12	16	2				+
Производственная химико-технологическая практика	36	36			36						
<i>итого</i>	504	296	104	18	174	208					

*\*КП - Курсовой проект, КР – Курсовая работа, РК – контрольная работа, РГР – расчетно-графическая работа, Реф.- Реферат.*

## **2.2. Дисциплинарное содержание программы ДИСЦИПЛИНА «Нефтехимические технологии в переработке альтернативных видов сырья»**

### ***Тема 1. Введение***

Роль и масштабы использования нефтехимических процессов в различных сферах материального производства. Сырьевая и энергетическая база нефтехимических производств. Тенденции развития техносферы и возрастающее значение проблем ресурсо- и энергосбережения, обеспечения безопасности нефтехимических производств, защиты окружающей среды.

### ***Тема 2. Основные технологические процессы производства базового сырья для нефтехимических процессов.***

Процессы переработки нефти. Атмосферно-вакуумная перегонка нефти. Висбрекинг. Термический крекинг. Пиролиз нефтяного сырья. Коксование. Каталитический крекинг. Каталитический риформинг. Гидрокрекинг. Алкилирование. Изомеризация алканов.

Процессы переработки угля и газа. Газификация угля: автотермические процессы; газификация в «кипящем слое»; гидрогенизация угля. Переработка природных газов. Переработка газового конденсата. Химические основы производства водорода: каталитическая конверсия углеводородов с водяным паром; каталитическая конверсия оксида углерода; общие сведения о технологии получения водорода.

### ***Тема 3 Процессы переработки нефтяного сырья***

Термический крекинг нефтяных фракций. Назначение процесса, сырьё. Химические основы процесса. Реакции основных групп углеводородов. Механизм термического крекинга парафинов. Теория Райса на примере крекинга н-бутана. Теоретический состав продуктов крекинга н-бутана. Аппаратурное оформление, технологическая схема термического крекинга, основные продукты и их свойства. Коксование нефтяных остатков. Назначение процесса, сырьё. Типы установок коксования нефтяных остатков. Схема установки непрерывного контактного коксования. Основы пиролиза: назначение процесса, сырьё, целевые продукты, основные параметры процесса.

Каталитический крекинг нефтяных фракций. Назначение процесса, сырьё. Реакции основных групп углеводородов. Первичные и вторичные реакции, их влияние на состав продуктов крекинга. Ионный механизм каталитического крекинга. Катализаторы. Блок реактор-регенератор с движущимся шариковым катализатором. Блок реактор-регенератор с «кипящим слоем» катализатора, преимущества «кипящего слоя» перед шариковым катализатором. Принципиальная схема каталитического крекинга с «кипящим слоем». Основные продукты крекинга, выход бензина автомобильного, авиационного.

Назначение, сырьё каталитического риформинга. Целевые продукты, их характеристика. Химизм и термодинамика процесса. Катализаторы риформинга и механизм их каталитического действия.

Основы управления процессом. Промышленные установки каталитического риформинга

### ***Тема 5 Получение дивинила по Лебедеву.***

Основные и побочные реакции, протекающие при получении дивинила из этанола по Лебедеву. Решение основной задачи химической технологии на основе анализа лимитирующей стадии процесса. Принципиальная технологическая схема промышленной установки получения дивинила по Лебедеву. Области применения дивинила. Условия его хранения и транспортировки.

### ***Тема 6 Процессы гидрирования и дегидрирования.***

Дегидрирование н-бутана. Основная и побочные реакции. Формулировка основной задачи химической технологии. Анализ особенностей термодинамики реакции на качественном и количественном уровне. Кинетика процесса. Выбор реактора, приемы подвода тепла в зону реакции. Принципиальная схема промышленной установки.



Дегидрирование бутена – 1 до бутадиена – 1,3. Основная и побочные реакции. Особенности термодинамики на качественном и количественном уровне. Кинетика процесса. Выбор реактора, роль водяного пара в поддержании высокой активности катализатора. Регенерация катализатора.

Принципиальная схема промышленной установки.

Особенности дегидрирования циклогексана по сравнению с дегидрированием алифатических углеводородов. Использование этой реакции в лаборатории и в промышленности.

## **ДИСЦИПЛИНА «ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»**

### **Раздел 1. Общие вопросы химической технологии**

#### ***Тема 1.1. Введение***

Роль и масштабы использования химических процессов в различных сферах материального производства. Сырьевая и энергетическая база химических производств. Тенденции развития техносферы и возрастающее значение проблем ресурсо- и энергосбережения, обеспечения безопасности химических производств, защиты окружающей среды.

#### ***Тема 1.2. Вода в химической промышленности***

Основные направления использования воды в химической промышленности. Рациональное использование водных ресурсов в химической промышленности. Виды природных вод. Показатели качества воды. Жёсткость воды и методы её уменьшения. Ионообменная очистка воды. Промышленная водоподготовка.

#### ***Тема 1.3. Химико-технологические системы***

Химическое производство как сложная система. Основные этапы создания химико-технологических систем (ХТС); принципы и общая стратегия системного подхода. Структурная иерархия технологических систем: молекулярные процессы – макрокинетика – аппараты – производства – глобальные проблемы развития техносферы.

#### ***Тема 1.4. Основные показатели химико-технологического процесса***

Классификация процессов химической технологии. Фундаментальные критерии эффективности использования сырья и энергоресурсов в ХТП. Интегральные уравнения баланса материальных потоков в технологических системах. Показатели расхода различных видов сырья; относительный выход продукта. Критерии интенсивности ХТП. Интегральные уравнения баланса потоков энергии. Сопоставление масштабов изменения различных форм энергии в типовых процессах. Коэффициенты преобразования энергии. Термодинамическая неравноценность различных форм энергии; термодинамическая шкала качества тепловой энергии. Интегральное уравнение баланса энтропии; рост энтропии в технологическом процессе. Эксергия как мера потенциальной работоспособности системы. Уравнение баланса эксергии; связь между потерями эксергии и производством энтропии. Коэффициенты преобразования эксергии. Основные источники производства энтропии в технологических процессах; общее выражение скорости производства энтропии через потоки субстанций и их движущие силы. Основные направления повышения эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов. Комплексное использование сырья. Энерготехнологические схемы и их сущность.

### **Раздел 2. Химические реакторы.**

Основные типы химических реакторов; основные требования, предъявляемые к ним, примеры их использования в технологии важнейших химических продуктов. Реакторы с различными режимами движения: реактор периодического и непрерывного действия, реакторы идеального смешения и полного вытеснения. Реакторы с различным тепловым движением. Принципы построения многоуровневых математических моделей процессов в гетерогенных каталитических реакторах. Кинетические модели химических реакций. Диффузионно-кинетические режимы протекания реакции в пористой грануле

катализатора. Изменение наблюдаемого кинетического порядка реакции. Факторы, определяющие эффективность использования катализатора. Явление множественности стационарных режимов, области их притяжения и устойчивость (области "зажигания" и "гашения" реакции) на примере экзотермической каталитической реакции. Моделирование проточных реакторов с неподвижным слоем катализатора и реакторов идеального перемешивания. Способы сопряжения химического превращения с процессами разделения продуктов реакции.

Схемы производства. Операционная и технологическая схемы производства, открытая и циркуляционная схемы. Условные обозначения аппаратов и машин.

### **Раздел 3. Важнейшие производства**

#### ***Тема 3.1 Производство аммиака***

Значение азота в живой природе. Проблема фиксации атмосферного азота: дуговой, цианамидный способ, недостатки этих способов. Области применения аммиака. Получение и очистка азотоводородной смеси.

Термохимическое уравнение реакции синтеза аммиака. Основная задача химической технологии. Термодинамика на качественном уровне. Принцип Ле-Шателье. Термодинамика на количественном уровне. Изобара Вант-Гоффа. Влияние температуры, давления, чистоты азотоводородной смеси на равновесие. Кинетика. Формальное уравнение скорости и формальный порядок по реагентам. Истинная кинетика в присутствии катализатора, суммарный порядок по реагентам, анализ уравнения. Сопоставление требований термодинамики и кинетики, выбор условий проведения реакции.

Обоснование выбора реакционного устройства. Тип реактора: адиабатический – изотермический; реактор вытеснения – смешения; реактор периодического – непрерывного действия.

Схема установки, её описание.

#### ***Тема 3.2 Производство азотной кислоты***

Виды азотной кислоты, её применение. Физические и химические свойства.

Первая стадия процесса получения азотной кислоты: окисление аммиака. Разные направления протекания реакции, термохимия. Термодинамика. Кинетика. Формальное уравнение скорости реакции, суммарный порядок по реагентам. Истинная кинетика в присутствии катализатора, суммарный порядок по реагентам. Анализ истинного кинетического уравнения.

Реактор окисления. Катализаторы. Тип реактора: адиабатический – изотермический; вытеснения – смешения; периодический – непрерывный.

Вторая стадия: окисление окиси азота до двуокиси. Термодинамика качественно. Способы смещения равновесия. Термодинамика окисления окиси азота до двуокиси на количественном уровне. Кинетика, механизм. Анализ кинетического уравнения.

Третья стадия: абсорбция двуокиси азота водой. Схема получения разбавленной азотной кислоты. Способы получения концентрированной азотной кислоты.

#### ***Тема 3.3 Производство серной кислоты***

Физические и химические свойства серной кислоты. Товарные сорта серной кислоты. Области применения серной кислоты.

Виды сырья для производства серной кислоты, их преимущества и недостатки.

Нитрозный способ получения серной кислоты. Уравнения реакций. Аппаратурное оформление.

Обжиг серного колчедана. Уравнения реакции по стадиям. Термохимия. Кинетика. Способы интенсификации обжига. Типы печей обжига, их преимущества и недостатки.

Окисление двуокиси серы. Термохимическое уравнение реакции. Термодинамика качественно. Принцип Ле-Шателье. Термодинамика количественно. Кинетика формальная, суммарный порядок по реагентам. Истинная кинетика в присутствии катализатора, суммарный порядок по реагентам. Анализ истинного кинетического

уравнения. Тип реактора окисления: адиабатический – изотермический; вытеснения – смешения; непрерывный – периодический.

Абсорбция серного ангидрида 98,3%-ной серной кислотой. Схема производства.

### **Тема 3.4 Процессы гидролиза, гидратации, этерификации**

Общая характеристика реакций этерификации и гидролиза. Термохимия. Термодинамика. Влияние строения спирта и кислоты на константу равновесия. Кинетика и катализ. Влияние строения спирта и кислоты на константу скорости реакции. Применение сложных эфиров.

Реактора для проведения реакций этерификации периодического и непрерывного действия.

Принципиальная технологическая схема установки получения этилацетата этерификацией уксусной кислоты этанолом.

Сернокислотная гидратация этилена.

Прямая гидратация этилена. Сравнение методов прямой и сернокислотной гидратации. Промышленное применение обоих методов.

### **Тема 3.5 Получение фенола и ацетона кумольным способом»**

Области применения фенола и различные способы его получения. Преимущества окислительного способа получения фенола. Гидроперекисный способ как классический пример нефтехимического производства с комплексным использованием сырья. Радикально–цепной механизм окисления изопропилбензола в гидроперекись, особенности механизма окисления, продукты различных направлений. Автоокисление, инициированное окисление. Решение основной химико-технологической задачи при окислении изопропилбензола: а) кинетика;

б) технологические приемы, связанные с неустойчивостью гидроперекиси изопропилбензола (фракционирование, профиль температуры). Выбор реактора.

Ионный механизм расщепления гидроперекиси изопропилбензола в присутствии кислоты. Лимитирующая стадия. Анализ кинетики лимитирующей стадии. Технологические приёмы проведения стадии кислотного разложения гидроперекиси. Два варианта отвода тепла. Типы реакторов.

## **ДИСЦИПЛИНА «ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ»**

Раздел 2. Процессы и аппараты химической технологии

### **Тема 2.1. Гидростатика**

Гидравлика. Гидростатика. Понятие давления. Принцип статики. Вывод дифференциальных уравнений равновесия Эйлера на основе принципа статики. Основное уравнение гидростатики, физический смысл входящих в него величин.

Закон Паскаля. Принцип сообщающихся сосудов. Применение закона Паскаля и следствия из него: манометры, пьезометры, водомерные стёкла. Гидропрессы.

### **Тема 2.2. Гидродинамика**

Гидродинамика. Понятия расход и скорость движения жидкости, их размерность. Дифференциальные уравнения движения Эйлера, их вывод на основе принципа динамики. Вывод закона Бернулли на основе интегрирования дифференциальных уравнений движения Эйлера. Физический смысл входящих в уравнение Бернулли величин. Уравнение сплошности струи.

Режимы движения жидкости и критерий Рейнольдса. Ламинарное движение жидкости. Выражение скорости любого самопроизвольного процесса и его применение для расчета скорости движения отдельных слоев жидкости. Распределение скоростей по сечению потока при ламинарном движении. График распределения скоростей потока при ламинарном и турбулентном движении, средняя скорость потока.

Измерение скорости движения потока и расхода жидкости с помощью гидродинамических труб.

Типы сужающих устройств: мерная диафрагма, сопло, труба Вентури. Определение напора до и после сужающего устройства с помощью дифманометра. Определение скорости потока с помощью мерной диафрагмы.

### *Тема 2.3. Тепловые процессы*

Тепловые процессы. Теплообмен. Движущая сила теплообмена. Температурный градиент. Тепловые балансы. Основное уравнение теплопередачи. Физический смысл общего коэффициента теплопередачи. Коэффициент теплоотдачи. Теплопередача через плоскую металлическую стенку при постоянной температуре теплоносителей. Средний температурный напор при прямотоке и противотоке. Три элементарных способа распространения тепла: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение.

Аппаратура для теплообмена. Нагревающие и охлаждающие агенты, их теплофизические свойства. Теплообменники, их типы, устройство, преимущества и недостатки. Способы компенсации неравномерного расширения трубного и межтрубного пространства теплообменников.

### *Тема 2.4. Массообменные процессы*

Массообменные процессы, виды процессов массопередачи. Правило фаз. Фазовое равновесие. Линия равновесия. Материальный баланс. Рабочая линия. Направление массопередачи. Движущая сила массопередачи, средняя движущая сила массопередачи. Понятие теоретической тарелки, определение числа теоретических ступеней графическим методом.

Перегонка жидкостей. Простая перегонка, определение. Перегонка бинарной смеси на диаграмме: «температура - состав пара – состав – жидкости» и на диаграмме: «состав жидкости - состав пара». Равновесие между фазами. Недостатки простой перегонки. Перегонка под вакуумом, с водяным паром, с инертным газом, какие условия при этом изменяются.

Ректификация, её сущность. Сходства и различия с простой перегонкой. Принципиальная схема установки ректификации непрерывного действия. Материальный баланс колонны ректификации и вывод уравнения рабочей линии укрепляющей и исчерпывающей части колонны непрерывного действия. Построение рабочих линий на диаграмме «у-х» и нахождение числа теоретических тарелок колонны. Флегмовое число. Расчет минимального и рабочего флегмового числа.

Периодическая ректификация. Режимы работы колонны: а) при постоянном флегмовом числе; б) при постоянном составе дистиллята.

Устройство различных типов колонн: насадочных, тарельчатых (ситчатого, колпачкового и клапанного типа). Преимущества и недостатки различных типов колонн.

Основы ректификации многокомпонентных смесей.

Абсорбция. Равновесие при абсорбции. Материальный баланс процесса абсорбции. Скорость абсорбции. Связь коэффициента массопередачи с коэффициентами массоотдачи. Устройство различных типов абсорберов: поверхностные, пленочные, насадочные, тарельчатые, распыливающие.

Области применения различных методов разделения смесей веществ.

## **ДИСЦИПЛИНА «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»**

- 1) Классификация конструкционных материалов;
- 2) Свойства металлов и сплавов;
- 3) Основы теории кристаллизации металлов и сплавов;
- 4) Диаграммы состояния бинарных сплавов различных типов;
- 5) Компоненты и фазы диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов;
- 6) Термическая и химико-термическая обработка металлов и сплавов;
- 7) Классификация и маркировка конструкционных сталей;
- 8) Классификация чугунов и их производство;

- 9) Инструментальные стали и сплавы;
- 10) Легкие цветные металлы и их сплавы;
- 11) Тяжелые цветные металлы и их сплавы;
- 12) Пластмассы;
- 13) Древесные материалы;
- 14) Стекло и керамика.
- 15) Исторический обзор применения конструкционных материалов;
- 16) Эксплуатационные свойства конструкционных материалов;
- 17) Макроскопический анализ;
- 18) Стали и сплавы с особыми свойствами;
- 19) Термомеханическая обработка металлов и сплавов;
- 20) Медно-никелевые сплавы;
- 21) Изучение физических свойств древесины;
- 22) Пороки древесины;
- 23) Защита древесины от увлажнения, загнивания и воспламенения;
- 24) Экономическая эффективность применения пластмасс;
- 25) Ситаллы.

### **ДИСЦИПЛИНА «ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ»**

**1) Введение.** Предмет науки о высокомолекулярных соединениях. Место науки о полимерах в ряду других химических дисциплин. Краткая историческая справка. Основные понятия и определения. Принципы классификации полимеров. Важнейшие классы и представители природных и синтетических полимеров.

**2) Характеристики изолированных макромолекул.** Первичная химическая структура. Стереохимия макромолекул.

Средняя длина цепи (ср. степень полимеризации, ср. молекулярные массы, молекулярно-массовые распределения, способы определения ММ и ММР). Конформации макромолекул. Гибкость макромолекул. Модельные представления. Конформационная статистика. Количественные характеристики гибкости. Понятие о статистическом сегменте. Связь гибкости с химическим строением цепей.

**3) Растворы полимеров.** Особенности растворов полимеров. Термодинамика растворов полимеров. Уравнение состояния растворов.  $\Theta$ -условия. Конформации макромолекул в растворе. Степень набухания клубка. Концентрационные режимы растворов. Фазовые равновесия в растворах полимеров. Гидродинамика растворов полимеров. Практическое использование вискозиметрии.

**4) Полимерные тела.** Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Надмолекулярная структура аморфных и кристаллических полимеров. Ориентированное состояние аморфных и кристаллических полимеров. Физические состояния аморфных полимеров. Термомеханический метод исследования. Термодинамика стеклообразного и высокоэластического состояния. Вязко-текучее состояние полимеров. Пластификация полимеров. Релаксационные явления в деформационном поведении полимеров. Вынужденная эластичность.

#### **Синтез полимеров. Радикальная полимеризация и сополимеризация.**

– Цепной и ступенчатый механизмы образования макромолекул. Термодинамика полимеризации. Изменение энтальпии и энтропии в процессе цепной полимеризации. Полимеризационно-деполимеризационное равновесие. Предельные температуры полимеризации. Предельная концентрация мономера.

– Свободно-радикальная полимеризация. Элементарные стадии процесса. Склонность мономеров к радикальной полимеризации. Связь между активностью мономеров и их радикалов в полимеризации.

– Способы инициирования радикальной полимеризации (вещественное инициирование; фотоиницирование и т.д.). Вещественные инициаторы; выбор инициатора применительно к условиям полимеризации.

– Кинетика полимеризации. Основные допущения, лежащие в основе вывода уравнений скорости полимеризации. Вывод уравнения скорости радикальной полимеризации для малых степеней превращения. Полимеризация при глубоких степенях превращения. «Гель»-эффект.

– Кинетические соотношения для средней степени полимеризации. Учет реакций, осложняющих рост цепи (реакции передачи). Влияние различных факторов на среднюю длину цепи (температура, концентрация инициатора, природа растворителя и т.д.).

– Радикальная сополимеризация. Основные допущения, лежащие в основе вывода уравнения состава сополимера при малых степенях превращения.

– Диаграмма состава сополимера. Константы сополимеризации. Методы определения констант сополимеризации. Схема «Q-e».

### **Синтез полимеров. Ионная и ионно-координационная полимеризация.**

– 1. Ионная полимеризация, ее виды в зависимости от природы мономера и типа применяемого катализатора.

– 2. Катионная полимеризация. Катализаторы и сокатализаторы. Схема процесса катионной полимеризации (на примере синтеза полиизобутилена). Кинетика процесса.

– 3. Анионная полимеризация, применяемые в реакции катализаторы. Основные стадии и кинетика процесса. Понятие о “живых цепях”.

– 4. Синтез стереорегулярных полимеров. Стереорегулярные изо- и синдиотактические полимеры. Принципы синтеза стереорегулярных полимеров. Стереоспецифические эффекты в радикальной и ионной полимеризации.

– 5. Анионно-координационная полимеризация на катализаторах Циглера-Натта.

– 6. Способы проведения реакции полимеризации и сополимеризации. Полимеризация в массе. Полимеризация в растворе (различные варианты метода). Полимеризация в эмульсии и в суспензии. Выбор инициатора и катализатора в зависимости от типа полученной эмульсии.

– 7. Сравнение чистоты полимеров, полученных в эмульсионной, суспензионной полимеризации, полимеризации в растворе, с продуктами полимеризации в массе мономера. Оценка экологической надежности методов. Влияние температуры на молекулярные массы продуктов полимеризации.

### **Поликонденсация.**

1. Реакция поликонденсации, ее основные особенности, отличие от реакции полимеризации.

– 2. Строение мономеров, способных вступать в реакцию поликонденсации. Функциональность мономеров и их способность образовывать линейные и сетчатые полимеры. Примеры.

– 3. Кинетика поликонденсации. Равновесная и неравновесная поликонденсация, гомо- и гетерополиконденсация. Примеры.

– 4. Способы проведения линейной поликонденсации в массе мономеров ( в расплаве), в растворе, в границе раздела фаз. Особенности поликонденсации в границе фаз: скорость процесса, обрыв цепи, величины получаемых в реакции молекулярных масс полимеров.

– 5. Синтез блок- и привитых сополимеров. Использование поликонденсации и “живых цепей” полимеров для синтеза этого класса сополимеров. Понятие о термоэластопластах.

### **Химические реакции и химические превращения полимеров.**

1 Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул: полимераналогичные превращения и внутримолекулярные перегруппировки.

– 2. Особенности протекания реакций полимераналогичных превращений с учетом роли локального окружения групп в цепи, изменения реакционной способности групп по мере протекания процесса. Отличие полимераналогичных превращений от реакций соответствующих функциональных групп в низкомолекулярных соединениях.

– 3. Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации. Реакции деструкции и сшивания полимерных цепей.

– 4. Физическая деструкция под влиянием тепла, света, механического воздействия на полимер. Способы защиты от физической деструкции при формовании и эксплуатации полимеров и изделий из них.

– 5. Химическая гидролитическая деструкция гетероцепных полимеров. Примеры. Реакции ацидолиза, аминолиза, гликолиза, как реакции гидролитического типа и их роль в получении поликонденсационных полимеров.

– 6. Химическая окислительная деструкция, механизм реакций окисления полимеров различного химического строения. Антиоксиданты.

## **ДИСЦИПЛИНА «КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ»**

### **1. Молекулярные взаимодействия и особые свойства поверхностей раздела фаз.**

1. Условие существования устойчивой границы раздела фаз в однокомпонентной системе. Свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение, силовая и энергетическая трактовки, единицы измерения. Опыт Дюпре. Причины появления свободной поверхностной энергии на границе раздела фаз. Особенности термодинамического состояния вещества в поверхностном слое. Понятие о поверхности разрыва и разделяющей поверхности. Метод избыточных термодинамических функций ( $\sigma$ ,  $\epsilon$ ,  $\eta$ ) поверхностного слоя по Гиббсу. Обобщенное уравнение первого и второго законов термодинамики для поверхности раздела фаз.

2. Влияние температуры на избытки термодинамических функций поверхностного слоя неассоциированных жидкостей. Критическая температура по Менделееву.

3. Связь поверхностной энергии с межмолекулярными взаимодействиями в объеме конденсированной фазы (энергией сцепления молекул, теплотой сублимации, работой когезии). Правило Стефана. Внутреннее давление по Ребиндеру, его связь с поверхностным натяжением и физическими характеристиками вещества (модулем упругости, идеальной прочностью и т.д.). Константа Гамакера, ее связь с работой когезии и поверхностным натяжением. Вклад дисперсионной недисперсионной составляющих межмолекулярных взаимодействий в поверхностное натяжение. Правило Фуокса.

Особенности границы раздела фаз твердых тел. Специфика проявления свободной поверхностной энергии твердых тел.

4. Особенности поверхности раздела конденсированных фаз в двух компонентных системах. Связь межфазного поверхностного натяжения с межмолекулярными взаимодействиями в объеме фаз. Работа адгезии. Понятие об энергии смешения компонентов. Сложная константа Гамакера, ее связь с межфазным поверхностным натяжением. Межфазное поверхностное натяжение по Фуоксу, Джерифалко и Гуду. Эмпирическое правило Антонова. Работа адгезии на границе раздела фаз при воплощении правила Антонова.

5. Влияние кривизны поверхности на равновесие в однокомпонентных системах. Закон Лапласа. Капиллярное давление. Капиллярное поднятие жидкости. Уравнение Жюрена. Капиллярное течение в пористых средах, практические приложения (вытеснение нефти и др.). Зависимость давления пара от кривизны поверхности жидкости. Закон Томсона (Кельвина). Капиллярная конденсация. Изотермическая перегонка вещества. Зависимость растворимости от кривизны поверхности дисперсных частиц. Закон Гиббса – Оствальда – Фрейндлиха.

6. Смачивание. Краевой угол. Закон Юнга (силовой и энергетический выводы); Соотношение между работами адгезии и когезии при смачивании. Теплота смачивания. Избирательное смачивание как метод характеристики поверхности твердых тел (лиофильных и лиофобных). Термодинамические условия полного смачивания (растекание). Влияние шероховатости и загрязнения поверхности на смачивание. Гистерезис смачивания.

7. Методы измерения поверхностного натяжения на легко подвижных границах фаз. Статические и полустатические методы: инструментальное оформление, условия эксперимента, расчетные формулы. Понятие о динамических методах. Методы оценки поверхностной энергии твердых тел (использование уравнений Стефана и Оствальда – Фрейндлиха, методы нейтральной капли, «нулевой ползучести и расщепления»).

## **II. Адсорбция на поверхности раздела фаз. Влияние адсорбционных слоев на свойства дисперсных систем.**

1. Адсорбция как самопроизвольное концентрирование на поверхности раздела фаз веществ, снижающих межфазное натяжение. Термодинамика процесса адсорбции. Понятие эквимолекулярной поверхности. Избыточная и полная адсорбция. Уравнение адсорбции Гиббса.

2. Поверхностно-активные (ПАВ), -неактивные (ПНВ) и –инактивные вещества (примеры). Относительность понятия «поверхностная активность» (зависимость от природы контактирующих фаз). Поверхностно-активные металлы.

3. Зависимость поверхностного натяжения растворов от концентрации ПАВ. Поверхностная активность ПАВ. Расчет изотермы адсорбции и поверхностной активности по изотерме поверхностного натяжения. Определение молекулярных констант ПАВ. Уравнение Шишковского. Уравнение Ленгмюра, его связь с уравнением Гиббса, Шишковского.

4. Изменение поверхностной активности ПАВ в гомологическом ряду ПАВ. Термодинамическое обоснование правила Траубе-Дюкло. Работа адсорбции. Условие выполнения и обращения правила Траубе-Дюкло.

5. Строение монослоев растворимых ПАВ. Двухмерное состояние вещества в поверхностном слое, ориентация молекул в разреженных и насыщенных слоях. Уравнения состояния монослоя ПАВ (идеального двухмерного газа по Фольмеру).

6. Поверхностные пленки нерастворимых ПАВ. Поверхностное (двухмерное) давление, методы его измерения. Изотермы поверхностного давления. Основные типы пленок: газообразные, жидкие, твердые. Условия перехода пленки от одного состояния к другому. Уравнение состояния двухмерных адсорбционных слоев по Фрумкину.

7. Органические ПАВ. Классификация ПАВ по молекулярному строению (анионо- и катионо-активные, амфолитные, неионогенные). Высокомолекулярные ПАВ (примеры, отличия от низкомолекулярных ПАВ). Классификация ПАВ по механизму их действия (смачиватели, диспергаторы, моющие вещества). Области применения ПАВ. Проблема биоразлагаемости ПАВ.

8. Адсорбция ПАВ на границе раздела конденсированных фаз (на границе раздела жидкость-жидкость и твердое тело-жидкость). Правило уравнения полярностей Ребиндера. Изотермы адсорбции. Модифицирующее действие ПАВ: гидрофилизация и гидрофобизация поверхностей. Управление смачиванием в процессах флотации.

## **III. Образование дисперсных систем. Лиофильные и гидрофобные дисперсные системы.**

1. Термодинамические основы образования единичной частицы дисперсной системы путем диспергирования макрофазы в условиях изменения агрегатного состояния или химического состава дисперсной фазы.



2. Понятие лиофильных дисперсных систем. Термодинамика образования лиофильных коллоидных систем. Критерий самопроизвольного диспергирования Ребиндера-Щукина. Условия образования лиофильных систем.

3. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Основные методы определения ККМ. Эмпирические закономерности изменения ККМ и минимального значения поверхностного натяжения на границе раздела ПАВ-воздух в гомологических рядах ПАВ.

4. Строение прямых и обратных мицелл при различных концентрациях ПАВ. Мицеллы Гартли-Ребиндера. Смешанные мицеллы.

5. Термодинамика мицеллообразования: тепловые эффекты, диаграмма фазовых состояний, температурная зависимость ККМ; точка Крафта. Точка помутнения.

6. Солюбилизация в растворах ПАВ. Относительная солюбилизация, зависимость от температуры и концентрации. Солюбилизация в неводных средах.

Практическое применение мицеллярных систем (в химии, нефтедобыче, биологии, моющее действие).

7. Понятие лиофобных зольей. Термодинамика и кинетика гомогенного зародышеобразования по Гиббсу-Фольмеру. Работа образования частиц дисперсной фазы в процессах кристаллизации из растворов, конденсации пересыщенного пара, кипения и из расплава. Диффузионный и кинетический режим процесса роста частиц дисперсной фазы. Гетерогенное образование новой фазы. Соотношение между работами гетерогенного и гомогенного зародышеобразования в зависимости от угла  $\theta$ .

8. Дисперсионные методы получения дисперсных систем (зольей, эмульсий, пен, аэрозолей). Роль ПАВ в получении дисперсных систем. ПАВ – эмульгаторы. Гидрофильно-лиофильный баланс ПАВ и его связь со стабилизацией эмульсий. Правило Банкрофта.

Связь работы диспергирования с поверхностной энергией твердых тел. Использование эффекта Ребиндера для уменьшения работы диспергирования.

9. Диспергирование твердых тел как физико-химический процесс образования новой поверхности. Теория Гриффитса: условие самопроизвольного распространения трещин. Распределение жидкой прослойки вдоль границ зерен (условие Гиббса-Смитта). Эффект Ребиндера: изменение прочности и пластичности, как следствие снижения поверхностной энергии твердых тел.

Термодинамические условия проявления эффекта Ребиндера. Влияние химической природы твердых тел и жидкостей на возможность его проявления. Адсорбционное пластифицирование твердого тела. Электрокапиллярный эффект. Эффект Иоффе.

10. Конденсационные способы получения дисперсных систем. Химические и физико-химические способы конденсации. Условия, необходимые для получения зольей, в процессе химических реакций (примеры). Теория мицеллообразования лиофобных зольей. Методы получения монодисперсных зольей. Пути управления степенью дисперсности. Пептизация.

#### **IV. Электроповерхностные явления в дисперсных системах.**

1. Двойной электрический слой (ДЭС). Причины образования ДЭС. Термодинамическое равновесие поверхности раздела фаз с учетом электрической энергии.

2. Модели строения ДЭС (теории Гельмгольца, Гуи, Чапмена, Штерна). Общий и электрокинетический потенциалы. Изменение потенциала в зависимости от расстояния от поверхности для сильно и слабо заряженных поверхностей; влияние концентрации и заряда ионов электролита.

3. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос; потенциалы течения и оседания; теория Гельмгольца-Смолуховского. Факторы, влияющие на интенсивность электрокинетических явлений. Электрокинетический потенциал, граница скольжения. Методы определения электрокинетического потенциала.

Практическое приложение электрокинетических явлений. Электрокапиллярные явления. Понятие об электроповерхностных явлениях (капиллярном осмосе, диффузиофорезе).

4. Влияние концентрации и природы электролита на величину и знак заряда коллоидной частицы, общий и электрокинетический потенциал ДЭС. Перезарядка зольей под действием электролитов. Изоэлектрическая точка. Ионный обмен. Уравнение Никольского. Лиотропные ряды. Влияние различных факторов на общий и электрокинетический потенциал (разбавление и концентрирование зольей, диализ, рН, температура).
5. Основы ионного обмена. Равновесие Донна. Ионообменные смолы. Процессы ионного обмена в природе и технике (примеры).

#### **V. Устойчивость дисперсных систем.**

1. Понятие об агрегативной и седиментационной устойчивости дисперсных систем. Процессы, ведущие к потере агрегативной устойчивости: изотермическая перегонка, коалесценция, коагуляция. Роль теплового движения в седиментационной и агрегативной устойчивости. Коагуляционно-пептизационное равновесие.
2. Факторы агрегативной устойчивости дисперсных систем. Термодинамическая устойчивость тонких пленок. Расклинивающее давление по Дерягину. Молекулярная составляющая расклинивающего давления, учет молекулярной природы контактирующих фаз и формы частиц (тонкие пленки и сферические частицы). Электростатическая составляющая расклинивающего давления, ее связь со строением диффузной части ДЭС. Расклинивающее давление для сильно и слабо заряженной поверхности. Природа устойчивости дисперсных систем, стабилизированными диффузными слоями по теории ДЛФО.
3. Факторы стабилизации дисперсных систем. Эффективная упругость пленок с адсорбционными слоями ПАВ. Эффекты Гиббса и Марангони-Гиббса. Структурная и адсорбционная составляющие расклинивающего давления по Дерягину. Гидродинамическое сопротивление сферы вытеканию, вязкое составляющее расклинивающего давления. Структурно-механический барьер (СМБ) по Ребиндеру. Условия, определяющие высокую эффективность СМБ. Защитные коллоиды. Реологические свойства адсорбционных слоев ПАВ. Энтропийный фактор. Смешанные факторы.
4. Основы теории устойчивости и коагуляции ДЛФО. Особенности коагуляции зольей электролитами, их объяснения с точки зрения теории ДЛФО. Порог коагуляции и критическое значение электрокинетического потенциала с точки зрения теории ДЛФО. Зависимость порога коагуляции от размера и заряда коагулирующего иона. Коагуляция сильно и слабо заряженных зольей (Концентрационная и нейтрализационная коагуляция). Обоснование правила Шульце-Гарди и критерия Эйлера-Корфа в теории ДЛФО. Явление «неправильных» рядов при коагуляции, его объяснение в теории ДЛФО. Особенность коагуляции зольей смесью электролитов (антагонизм и синергизм действия).
5. Зависимость скорости коагуляции от концентрации электролитов. Кинетика быстрой коагуляции по Смолуховскому. Основные положения теории медленной коагуляции (Фукса). Экспериментальные определения константы скорости коагуляции. Орто- и перикинетическая коагуляция. Флокуляция, гетерокоагуляция, адагуляция (определения, параметры). Применение коагулянтов и флокулянтов для очистки воды.
6. Обратимость процесса коагуляции. Виды пептизации (примеры). Правило осадка Оствальда. Коллоидная защита. Защитные числа.
7. Аэрозоли. Классификация аэрозолей по агрегатному состоянию частиц дисперсной фазы. Методы получения аэрозолей. Молекулярно-кинетические свойства аэрозолей. Особенность электрических свойств аэрозолей, причины возникновения электрического заряда на поверхности частиц. Факторы устойчивости аэрозолей.

- Способы и особенности разрушения аэрозолей. Практическое использование аэрозолей. Роль аэрозолей в загрязнении окружающей среды.
8. Эмульсии. Классификация, определение типа эмульсии и степени дисперсности капель дисперсной фазы. Эмульгаторы, принцип выбора ПАВ для стабилизации прямых и обратных эмульсий. Правило Банкрофта. Роль ГЛБ молекулы ПАВ в стабилизации эмульсии. Твердые эмульгаторы. Обращение фаз в эмульсиях. Факторы стабилизации эмульсий. Методы получения и разрушения эмульсий. Практическое применение эмульсий.
  9. Пены. Строение пен, их классификация. Кратность пен. Пенообразователи первого и второго ряда. Зависимость устойчивости пены от концентрации пенообразователя. Влияние электролитов на пенообразующую способность ПАВ. Пенные пленки. Факторы устойчивости пен. Понятие о черных пленках. Способы получения и разрушения пен. Практическое применение пен.

## **ДИСЦИПЛИНА «МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

### **Введение**

Макрокинетика. Время химической реакции и смешения, Диффузионная и кинетическая области протекания химических реакций. Примеры быстрых жидкофазных химических реакций.

Кинетический расчет реакторов.

Классификация реакторов химической технологии. Реактора идеального вытеснения и идеального смешения. Производительность реактора. Расчет необходимого объема реактора смешения и вытеснения. Сравнение реактора идеального вытеснения и идеального смешения.

Специфика протекания быстрых химических реакций.

Проблемы проведения быстрых химических реакций. Макрокинетический подход к изучению быстрых полимеризационных процессов. Закономерности протекания быстрых химических реакций. Существование нескольких макроскопических режимов протекания быстрых химических реакций. Связь геометрических размеров реактора с кинетическими и гидродинамическими параметрами. Влияние линейной скорости движения потока на молекулярные характеристики и выход полимера.

### **Интенсификация турбулентного перемешивания.**

Турбулентное смешение однофазной реакционной смеси. Влияние способа ввода реагентов. Влияние геометрии канала. Автомодельный режим течения реакционной смеси. Турбулентное смешение двухфазной реакционной смеси.

---

### **Интенсификация теплообмена.**

Регулирование теплового режим при протекании быстрых жидкофазных реакций. Реактор периодического действия. Непрерывный реактор идеального смешения. Непрерывный реактор идеального вытеснения. Регулирование теплового режима при протекании быстрых химических реакций в турбулентных потоках.

### **Создание непрерывных энерго- и ресурсосберегающих технологий на базе малогабаритных трубчатых турбулентных аппаратов**

Четыре модификации трубчатых турбулентных аппаратов. Специфика работы. Области использования трубчатых турбулентных аппаратов при синтезе низкомолекулярных продуктов. Области использования трубчатых турбулентных аппаратов при синтезе полимеров. Закономерности регулирования молекулярных характеристик при синтезе полимеров в турбулентных потоках.

## **ДИСЦИПЛИНА «ВТОРИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРОВ И СОЗДАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ»**

Области применения полимерных материалов (ПМ), объёмы их производства. Классификация твёрдых отходов полимеров.

Сроки эксплуатации изделий из полимеров. Упаковка - наиболее короткоживущее изделие из полимеров. Объёмы полимерных материалов, ежегодно выводимых из употребления. Состояние на сегодняшний день и темпу увеличения объёмов полимерных отходов в целом и упаковки в частности

Направления утилизации твердых отходов полимеров.

Охрана окружающей среды: экономический, энергетический и экологический аспекты. Технический прогресс и экологические катастрофы, нарушения экологического равновесия в результате человеческой деятельности. Актуальность проблемы вторичного использования полимеров.

**Источники полимерных отходов** Три основных источника полимерных отходов. Технологические отходы: устранимые и неустраиваемые. Места их формирования. Характеристики этих отходов. Пути устранения. Отходы производственного потребления. Места их формирования. Характеристики этих отходов. Отличие от отходов полимеров, формируемых в первой группе. Отходы общественного потребления - смешанные отходы. Места их формирования. Характеристики этих отходов. Преимущественный состав полимерных отходов общественного потребления. Виды изделий из полимеров, входящих в смешанные полимерные отходы. Соотношение объёмов трех основных источников полимерных отходов.

**Способы предварительной обработки полимерных отходов** *Общая схема процесса предварительной обработки полимерных отходов.* Стадия измельчения.

Основные задачи, решаемые на этой стадии. Классификация частиц раздробленной массы по размерам. Твердость, чувствительность к теплу и эластичность - важные для достижения нужного размера характеристики. Классификация принципов измельчения. Способы, рекомендуемые для измельчения хрупких пластиков, пленок, эластомеров.

Фракционирование. Цель этой стадии предварительной обработки полимерных отходов. Ситовое фракционирование. Стационарные и подвижные экраны. Фракционирование в потоке - поперечное и встречное фракционирование. Гидро- и аэроциклоны. Их схематическое устройство. Валковое фракционирование. Возможности этого способа разделения полимерных отходов по размеру и форме.

Промывка. Основные стадии этого этапа: вымачивание, зачистка, разделение. Важность этой стадии предварительной подготовки.

Сушка. Ее основное назначение. Допустимое содержание остаточной влаги в высушиваемых полимерах. Механическая и термическая сушка. Технологические устройства, на которых они осуществляются.

Агломерация и грануляция - заключительные стадии подготовки вторичного полимерного сырья для переработки. Цель агломерационного процесса. Агломераторы. Недостатки получаемого агломерата. Стадии процесса грануляции: пластификация, гомогенизация, стабилизация, фильтрация расплава. Техническое оформление этих стадий. Горячее и холодное формирование гранул. Гранулят - товарный продукт для производства изделий из вторичных полимеров.

**Разделение смесей полимеров на индивидуальные компоненты.**

Индивидуальные полимерные отходы - более предпочтительный продукт для вторичной переработки. Использование кодирования полимерных материалов для облегчения их разделения.

Сортировка отходов полимеров. Свойства полимерных материалов, используемые при их разделении: плотность, смачиваемость, электрические свойства, растворимость, низкотемпературные, магнитные, спектроскопические свойства. Особенности сортировки крупных изделий и измельченных материалов. Сортировка по плотности с использованием сепарирующих сред. Сепарирующие аппараты центробежного типа.

Гидроциклоны. Сепарирующие центрифуги. Селективное растворение. Преимущества и

недостатки этого способа. Сортировка с использованием электростатических свойств пластмасс. Использование инфракрасной и рентгеновской спектроскопии для идентификации полимеров. Сортировка методом глубокого охлаждения. Возможности этого способа. Магнитная сепарация. Подъемный и сортирующий магнитный сепаратор. Сепаратор на основе вихревых токов.

**Особенности отходов ПМ *Физические и химические изменения в полимерах, происходящие при их синтезе, переработке и эксплуатации.*** Старение полимеров. Процессы термической, термоокислительной и др. деструкции. Химические изменения в полимерах: разрыв макромолекулярных цепей и снижение молекулярной массы; образование кислородсодержащих групп (карбонилы, гидропероксиды и др.); сшивание макромолекул (образование гель-фракции). Деформация изделий из полимеров и самопроизвольное выделение из них низкомолекулярных добавок - физические процессы старения. Изменения механических свойств полимеров в результате старения. Индивидуальные особенности отдельных полимеров.

**Стабилизаторы.** Механизм стабилизации полимеров.

Особенности вторичных полимеров по сравнению с их исходными аналогами. Учет этих особенностей при повторной переработке.

**Вторичная переработка полимеров (рециклинг)** Недеструктивная утилизация: механическая переработка и химическая модификация.

Перспективные технологические процессы для подготовки и механической переработки вторичных полимерных материалов. Упругодеформационное (экструзионное) измельчение полимерных материалов. Твердофазное смешение и совмещение полимеров. Использование дезинтеграторов. Механохимические способы в процессах рециклинга ПМ.

Химическая модификация как способ недеструктивной утилизации отходов ПМ. Примеры вторичных Пм, полученных путём химического модифицирования.

**Сырьевой рециклинг (деструктивная утилизация).**

Типы переработки отходов ПМ под действием химических реагентов. Процессы гидролиза, гликолиза, алкоголиза и т.д. отходов поликонденсационных полимеров.

Термические методы сырьевого рециклинга: пиролиз, гидрокрекинг и газификация, теоретические основы, оптимальные условия, характеристика продуктов, преимущества, недостатки.

Плазмохимическая утилизация отходов.

## **ДИСЦИПЛИНА «Химия и технология топлив и масел»**

*Современное состояние и актуальные проблемы нефтепереработки.* Краткая характеристика и классификация НПЗ. Основные принципы проектирования НПЗ. Основные принципы углубления переработки нефти и поточные схемы НПЗ топливного профиля. Современные проблемы технологии переработки нефтяных остатков в моторные топлива. Проблемы экологизации в нефтепереработке. Основные тенденции и современные проблемы производства высококачественных моторных топлив.

*Глубина переработки нефти – обобщающий показатель эффективности использования нефтяного сырья.* Методы расширения производства светлых нефтепродуктов при первичной переработке нефти. Деструктивные процессы глубокой переработки нефти. Комбинированные установки глубокой переработки нефти на НПЗ России и государств СНГ. Технологические схемы глубокой переработки нефти на зарубежных НПЗ.

*Облагораживание топливных продуктов, полученных в процессах глубокой переработки нефти.* Гидроочистка бензинов термических процессов. Алкилирование бензолсодержащих фракций бензинов. Гидрирование бензолсодержащих фракций бензинов. Селективный гидрокрекинг прямогонных и вторичных бензинов. Технологии для улучшения экологических характеристик дизельных топлив. Производство водорода.

*Переработка нефtezаводских углеводородных газов.* Получение высокооктановых компонентов из олефиносодержащих газов. Получение МТБЭ.

*Получение товарных топлив и масел.* Расчет рецептуры. Приготовление контрольного образца. Приготовление промышленной партии топлива. Присадки к топливам и маслам.

*Крупнейшие мировые нефтегазовые и химические компании.* Нефтехимические производства в составе нефтегазовых компаний. Взаимодействие химических и нефтегазовых компаний. Особенности нефтехимической промышленности стран АТР. Нефтехимические комплексы развитых стран. Современное состояние нефтехимической отрасли в России.

## **ДИСЦИПЛИНА «РЕОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЙ»**

### ***1. Основные понятия и методы исследований, принятые в реологии.***

Основные понятия и определения реологии.

Реология идеальных тел. Реологические модели и реологические линии идеальных тел.

Реология неньютоновских жидкостей. Понятие

эффективной вязкости. Классификация неньютоновских жидкостей.

Реологические модели и линии неньютоновских жидкостей. Экспериментальное определение реологических параметров жидкостей (реометрия). Капиллярные и ротационные вискозиметры.

Специальные методы определения реологических параметров жидкостей.

### ***2. Нефть как структурированная дисперсная система.***

Углеводородные и нефтяные дисперсные системы в процессах добычи нефти. Общие сведения о составе и свойствах.

Нефть и нефтепродукты как структурированные дисперсные системы.

Основные структурообразующие компоненты нефти.

### ***3. Аппаратура и методика исследований реологических и фильтрационных свойств пластовых нефтей и реологических свойств нефтепродуктов.***

Общие требования к измерительной аппаратуре для исследований реологических и фильтрационных параметров пластовых нефтей и реологических свойств нефтепродуктов.

Аппаратура и методика проведения исследований обработки их результатов.

### ***4. Реологические свойства пластовых нефтей и нефтепродуктов.***

Реологические параметры нефтей и нефтепродуктов. Реологические линии и реологические модели пластовых нефтей. Аномалии вязкости

пластовых нефтей и некоторых нефтепродуктов. Расчет реологических параметров пластовой нефти и некоторых нефтепродуктов. Факторы, определяющие аномалии вязкости пластовой нефти.

### ***5. Особенности фильтрации аномально-вязких нефтей***

Особенности фильтрации аномально-вязких пластовых нефтей. Модели фильтрации.

Факторы, определяющие аномалии подвижности нефти в пласте. Тиксотропные свойства пластовых нефтей и нефтепродуктов. Тиксотропия коагуляционных структур.

Гистерезисные явления при фильтрации аномально-вязкой нефти

## **ДИСЦИПЛИНА «СОВРЕМЕННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»**

### ***Тема 1. «Современные представления о современных полимерных материалах»***

Общие представления о современных полимерных материалах их классификация.

Место современных полимерных материалов среди традиционных материалов, их назначение и роль. Преимущества и недостатки современных полимерных материалов

### ***Тема 2. «Важнейшие методы оценки физико-механических показателей полимеров и материалов на их основе»***

Методы оценки физико-механических показателей полимеров и полимерных материалов.

Отечественные и международные стандарты оценки качества полимеров и полимерных материалов. ГОСТ, DIN, ISO 9000. Важнейшие показатели оценки физико-механических показателей полимеров и полимерных материалов.

### ***Тема 3. «Связующие для полимерных композиционных материалов»***

Связующие для полимерных композиционных материалов. Эластомеры. Термопласты. Термоэластопласты. Полимерные связующие, реактопласты. Фенолальдегидные смолы. Алкидные смолы. Связующие для термостойких полимерных материалов. Методы синтеза полимерных связующих. Основные физико-механические свойства.

### ***Тема 4. «Наполнители современных полимерных материалов»***

Наполнители для композиционных материалов. Минеральные волокна, применяемые в качестве упрочняющих наполнителей. Стекланные, кремнеземные, кварцевые волокна. Базальтовые волокна. Поликристаллические и монокристаллические волокна из карбида кремния, кварца, окиси магния, алюминия, титана. Борные волокна. Борные волокна на металлической, углеродной, кварцевой подложке. Углеродные и графитированные волокна. Полимерные (органические) волокна. Природные и синтетические органические волокна. Полимерные волокна повышенной прочности, жесткости и теплостойкости.

### ***Тема 5. «Важнейшие классы современных полимерных материалов»***

Кабельные пластикаты. Полимерные древеснонаполненные материалы. Углеродные композиты. Биоразлагаемые полимеры и полимерные материалы. Полимерные материалы пищевого и медицинского назначения. Полимерные лакокрасочные материалы. Синтетические полимерные волокна. Электропроводящие полимерные композиционные материалы. Полимерные ионообменные материалы. Полимерные композиционные материалы в строительстве.

### ***Тема 6. Классификация физиологически активных полимеров.***

Общая классификация физиологически активных полимеров и полимерных систем. Формы с нехимически введенными биологически активными веществами, содержащие полимерные компоненты (таблетированные формы, липосомы, модифицированные полимерами, наночастицы, полимерные лекарственные пленки, трансдермальные системы). Биологически активные полимеры. Понятие собственной физиологической активности полимеров. Полимеры с собственной физиологической активностью и полимеры «прививочного» типа. Полимеры с неспецифической активностью. Кровезаменители противошокового (гемодинамического) и кровезаменители дезинтоксикационного действия. Требования к молекулярным характеристикам полимеров-кровезаменителей. Поликатионы. Механизмы проявления физиологической активности поликатионами. Ионены. Полианионы и механизмы их физиологического действия. Примеры конкретных структур физиологически активных полианионов. Требования к молекулярным характеристикам полиэлектролитов. Полимеры с различными функциональными группами. Поли-N-оксиды третичных аминов.

### ***Тема 7. Молекулярное конструирование полимерных производных физиологически активных веществ. Полимеры «прививочного типа» и механизм их действия.***

Истинные ФАП и ФАП прививочного типа. Принципы целенаправленного конструирования ФАП посредством соединения низко- или высокомолекулярных ФАВ с полимерным носителем – ФАП прививочного типа. Механизмы действия физиологически активных полимеров «прививочного типа». Рабочая модель физиологически активного полимера «прививочного» типа. Группы ФАП в соответствии с местом проявления ими физиологического действия. Механизмы проникновения ФАП в клетки. Неспецифический (адсорбционный) и специфический (рецепторно-медируемый) эндоцитоз. Основания к выбору физиологически-активных веществ для включения в ФАП.

Полимеры-носители, основные требования. Гомоцепные и гетероцепные полимеры-носители. Факторы выбора полимера-носителя. Уровни селективности действия ФАП.

Проблема биодеструктируемости полимеров биогенных и синтетических полимеров в живом организме. Пути распределения физиологически активных полимеров в организме и пути выведения полимеров из организма. Ферментолиз полимеров. Механизмы биодеструкции полимеров. Контролируемая биодеструкция полимеров. Стратегия синтеза ФАП. Путь создания полимерной цепи ФАП посредством (со)полимеризации или (со)поликонденсации соответствующих мономеров. Путь химической модификации готовых полимерных молекул. Преимущества синтеза ФАП сополимеризацией. Пути и проблемы синтеза ФАП химической модификацией готовых полимеров-носителей. Тактика синтеза ФАП. Выбор способов образования связей полимера-носителя со «вставкой» и «вставки» с ФАВ. Проблема выбора реакционной среды. Основные требования к реакциям модификации. Методы очистки синтезированных ФАП. Контроль молекулярных характеристик.

Синтез ФАП. Стратегии синтеза ФАП- создание полимерной цепи посредством (со)полимеризации или (со)поликонденсации соответствующих мономеров и химическая модификация готовых полимерных молекул. Полимеризация функционализированных мономеров. Возможности сополимеризации при синтезе ФАП. Одностадийные и последовательные приемы модификации полимеров при синтезе ФАП. Тактика синтеза ФАП. Выбор реакций синтеза ФАП исходя из закономерностей макромолекулярных реакций. Выбор реакционной среды, способов очистки ФАП, способов контроля молекулярных характеристик.

### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

#### 3.1. Материально-технические условия реализации программы

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<i>аудитория</i>	<i>лекции</i>	<i>Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска</i>
<i>лаборатория</i>	<i>Лабораторные работы</i>	Сушильный шкаф тип WST 3010 (Германия), дистиллятор тип DEM (Польша), весы OWA Laber (Германия). Весы AVIV S\3-3, весы аналитические АДВ-200, муфельная печь TU СНОЛ 1 Р-120, дезинтегратор тип UD, гомогенизатор WPW-309, термостат UN-16, встряхиватель тип 257, мешалка MR-25, прочномер ПК-1, песчаная баня тип LPO-400, микроскоп МИЕМЕД-1 с измерительной приставкой,, прибор определения прочности порошкообразных катализаторов, сушильный шкаф тип КС-65, центрифуга тип WPW-340, колонка ректификации стеклянная в комплекте, гомогенизатор ГХП-МЗ объемного типа, установка окисления изопрропилбензола в жидкой фазе, весы квадратные ВЛК-500. Установка по исследованию каталитического пиролиза WO <sub>2</sub> . Вискозиметры, калориметр КФК-2мм, микроскоп МИКМЕД-1 с измерительной



		приставкой, водяные бани ЛВ-2 и ЛВ-4, центрифуга, диализатор, аналитические весы, набор химической посуды, калориметрическая установка, установка для электрофореза, седиментационная установка (Фигуровского), модульный динамический реометр реометр Haake Mars III
<b>Компьютерный класс</b>	<b>Практические и лабораторные занятия</b>	Компьютеры, имеющие информационно-вычислительные аналитические системы, которые включают в себя базы данных, методы обработки информации для принятия управленческих решений

### 3.2. Учебно-методическое обеспечение программы

#### Дисциплина «Общая химическая технология»

1. Базунова М. В. Химическая технология: учеб. пособие / М. В. Базунова; БашГУ - Уфа: РИЦ БашГУ, 2009- Ч. 1: Процессы и аппараты химической технологии - 96 с.
2. Закгейм А. Ю. Общая химическая технология : введение в моделирование химико-технологических процессов: учеб. пособие / А. Ю. Закгейм - М.: Университетская книга, 2010 - 304 с.
3. Кондауров Б. П. Общая химическая технология / Б. П. Кондауров, В. И. Александров, А. В. Артемов - М.: Академия, 2005 - 336 с.
4. Базунова М. В. Технология производства полимеров: учеб. пособие / М. В. Базунова; БашГУ - Уфа: РИЦ БашГУ, 2010 - 142 с.
5. Базунова М. В. Химическая технология: учеб. пособие / М. В. Базунова; Башкирский государственный университет - Уфа: РИЦ БашГУ, 2009- Ч. 2: Физико-химические закономерности в химической технологии - 90 с.
6. Ахметов, Сафа Ахметович. Практикум по инженерным расчетам физико-химических свойств углеводородных систем / С. А. Ахметов, Н. А. Гостенова ; УГНТУ .— Уфа : УГНТУ, 2006 .— 148 с.
7. Ахметов, Сафа Ахметович. Лекции по технологии глубокой переработки нефти в моторные топлива : учеб. пособия / С. А. Ахметов .— СПб. : Недра, 2007 .— 312 с.

#### Перечень методических указаний для самостоятельной работы студентов

- 1) Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Общая химическая технология, ч.1»: «Массообменные процессы: абсорбция»
- 2) Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Общая химическая технология»: «Вода в химической промышленности» (2005 г.).
- 3) Методические указания по курсу «Общая химическая технология»: «Основная задача химической технологии» (2005 г.)
- 4) Методические указания по курсу «Общая химическая технология»: «Сырьё в химической технологии» (2006 г.)
- 5) Методические указания по курсу «Общая химическая технология»: «Лабораторный практикум по общей химической технологии: содержание и порядок проведения.» (2006 г.)
- 6) Методические указания по курсу «Общая химическая технология, ч.1»: «Массообменные процессы: ректификация.» (2007 г.)
- 7) 8) Методические указания по курсу «Общая химическая технология, ч.1»: «Градуировка реометра» (2007 г.).
- 9) Методические указания по курсу «Общая химическая технология, ч.1»: «Тепловые процессы» (2007 г.).

12) Гидродинамика реальных жидкостей» (учебно-методическая разработка) Уфа: РИО БашГУ. 2007.

13) Нефть. Основы первичной нефтепереработки (учебно-методическая разработка) Уфа: РИЦ Башгу, 2009

#### **Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

1) EMILY (Electronic Membrane Information LibrarY) — Электронная библиотека по мембранам и мембранным технологиям, БО, аннотации материалов периодических изданий, конференций, технических сообщений, книг;

2) Facility for the Analysis of Chemical Thermodynamics (ФАСТ) — База термодинамических свойств и программы расчета равновесного состава многокомпонентных и многофазных систем. Бесплатный доступ к каталогу чистых веществ, базе данных термодинамических свойств чистых веществ, и к модулю простейших термодинамических расчетов;

3) WWW Patent searching и Free Patents Online Database — Поиск патентов;

4) Электронная библиотека технической литературы

Книги в библиотеке распределены по разделам:

Гидравлика, гидропривод, математика, робототехника, физика(холодильная техника), механика, электротехника, радиотехника, охрана труда, автоматика и телемеханика, вычислительная техника, машиностроение, химическая технология, химическая промышленность, строительство, архитектура, транспорт, конспекты лекций, ГОСТы.

5) [www.edu.ru/modules.php](http://www.edu.ru/modules.php)

Федеральный образовательный портал

Каталог образовательных интернет-ресурсов. Нормативные документы системы образования. Государственные образовательные стандарты. Вузы, техникумы. Дистанционное обучение.

б) Каталог научных ресурсов

Собрание ссылок на сайты содержащие книги и статьи по естественнонаучным дисциплинам. Разделы: математика и физика, цифровая обработка сигналов, радиотехника и электроника, биология, химия, астрономия, программирование. Основные разделы: Средства поиска научной информации в Internet; Научная литература в интернет; Нелинейная динамика; Нейронные системы; Численные методы.

7) DjVu БИБЛИОТЕКИ

Перечень библиотек DjVu по направлениям: естественно-научные, технические, прочие.

[Allbest.ru](http://Allbest.ru)

Перечень библиотек по различным направлениям.

8) Каталог "нефтегазовой информации" содержит ссылки на информационные нефтегазовые ресурсы в Интернете, связанных с Россией, СНГ и миром

9) Патенты

TECHNICAL TRANSLATION AGENCY: information about patent, patent office, patent attorney, for patent agent, inventor and translator.

Patents on the Internet

DELPHION - Delphion Intellectual Property Network to search, view and analyze patent collections worldwide

Европейское патентное ведомство

European Patent Office

Роспатент - Федеральный Институт Промышленной Собственности (РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ)

#### **Дисциплина «Высокомолекулярные соединения»**

1. Кулиш Е.И. Физико-химия полимеров. Электронное учебное пособие

2. Семчиков, Ю.Д. Электронный учебник. Высокомолекулярные соединения М. : Академия, 2010

3. Семчиков, Ю.Д., Жильцов С.Ф., Зайцев С.Д. Электронный учебник. Введение в химию

полимеров Спб: Лань, 2012, 224 с

**Дисциплина «Основные процессы и аппараты нефтехимических производств»**

1. Бабунова М. В. Технология производства полимеров: учеб. пособие / М. В. Бабунова; БашГУ - Уфа: РИЦ БашГУ, 2010 - 142 с.
2. Бабунова М. В. Химическая технология: учеб. пособие / М. В. Бабунова; Башкирский государственный университет - Уфа: РИЦ БашГУ, 2009-Ч. 2: Физико-химические закономерности в химической технологии - 90 с.
3. Ахметов, Сафа Ахметович. Практикум по инженерным расчетам физико-химических свойств углеводородных систем / С. А. Ахметов, Н. А. Гостенова ; УГНТУ .— Уфа : УГНТУ, 2006 .— 148 с.
4. Ахметов, Сафа Ахметович. Лекции по технологии глубокой переработки нефти в моторные топлива : учеб. пособия / С. А. Ахметов .— Спб. : Недра, 2007 .— 312 с.

**Дисциплина «Коллоидная химия»**

1. Шукин Е.Д. Коллоидная химия :учебник для ун-тов и химико-технолог.вузов /Е.Д.Шукин, А.В.Перцова, Е.А.Амелин – М.:Высшая школа, 2004 – 445 с.
2. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии ( Электронный ресурс ) учебник/Д.А.Фридрихсберг – СПб.: Лань, 2010 – 416 с.
3. ЗимонА.Д. Коллоидная химия: учеб.для вузов/А.Д.Зимон, Н.Ф.Лещенко;Московская государственная технологическая академия-М.:Агар,2001 -320 с.
4. Практикум по коллоидной химии (Электронный ресурс ): учебное пособие/ М.И.Гельфман;Н.В.Кирсанов; О.В.Ковалевич; О.В.Салищева –СПб.:Лань, 2005 -256 с.
5. Иванова С.Р. Коллоидная химия: Ч.1/С.Р.Иванова,Ф.Б.Шевляков – Уфа РИО БашГУ, 2005 – 120 с.
6. Гельфман М.И. Коллоидная химия (Электронный ресурс ) учебное пособие/М.И.Гельфман, О.В. Ковалевич, В.П. Юстратов – СПб.: Лань, 2010 -336 с.

**Дисциплина «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем»**

1. Закгейм А.Ю. Общая химическая технология : введение в моделирование химико-технологических процессов ( Электронный ресурс ): учеб.пособие/ Закгейм А.Ю. – М.:Логос, 2012 -304 с.
2. Захаров В.П. Макрокинетика быстропротекающих процессов в жидкой фазе. Курс лекций. Уфа: РИЦ БашГУ, 2008. – 56 с

**Дисциплина «Вторичная переработка полимеров и создание экологически чистых полимерных материалов»**

1. Вторичная переработка пластмасс = Handbook of plastics recycling / под ред. Ф. Ла Мантия; пер. с англ. под ред. Г. Е. Заикова .— Спб. : Профессия, 2007 .— 400 с.
2. О.М. Черп, В.Н.Винченко. Проблемы твердых бытовых отходов: комплексный подход. М.: Эколайн - Ecologia. 1996г.  
Вторичное использование полимерных материалов. Под ред. Е.Г. Любешкиной. М.: Химия, 1985.
3. Денисов Е.Т. Окисление и деструкция карбоцепных полимеров . Л.: Химия, 1990. 286 с.
4. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета химико-техно-логического и природоохранного оборудования : справочник / А.С. Тимонин. – Калуга : Изд-во Н. Бочкаревой, 2002. – Т. 2. – 1085 с.
5. Вторичное использование полимерных материалов / под ред. Е.Г. Любешкиной. – М., 1985. – 192 с.

6. В. А. Вольфсон. Вторичная переработка полимеров. // Высокомолек. соед. Т. 42, 2000. № 11. С. 2000.
7. Штарке Л. Использование промышленных и бытовых отходов пластмасс. Пер с нем./ под ред. В.А. Брагинского. Л., 1987. 176 с.
8. Овчинникова Г.П., Артеменко С.Е. Рециклинг вторичных полимеров: Учебное пособие. Саратов. 2000. 21 с.

#### **Дисциплина «Материаловедение и технология конструкционных материалов»**

- 1) Адашкин А.М., Зуев В.М. Материаловедение (металлообработка): Учеб. пособие.– 4-е изд.– М.: Академия, 2006.– 240 с.
- 2) Арзамасов В.Б., Черепяхин А.А. Материаловедение: Учебник для вузов.– М.: Экзамен, 2009.– 352 с.
- 3) Лабораторные работы по курсу «Материаловедение» / Сост. Ф.М. Ибрагимова, О.А. Исачкин.– Стерлитамак: Стерлитамак. гос. пед. академия, 2006.– 32 с.
- 4) Практические работы по курсу «Материаловедение» / Сост. И.М. Мунасыпов, Ф.М. Ибрагимова, О.А. Исачкин.– Стерлитамак: Стерлитамак. гос. пед. академия, 2006.– 40 с.
- 5) Фетисов Г.П., Карпман М.Г., Соколов В.С. и др. Материаловедение и технология металлов.– М.: Высшая школа, 2000.– 638 с

#### **Дисциплина «РЕОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ»**

1. Реология нефти и нефтепродуктов: Учебное пособие/ М.К.Рогачев, Н.К.Кондрашева – Уфа: УГНТУ, 2000. – 89 с.
2. Реология углеводородов: Учебно-методическое пособие/ М.К.Рогачев, А.Ю. Харин, С.Б. Харина – Уфа: УГНТУ, 2004. – 62 с.
3. Девликамов В.В., Хабибуллин З.А., Кабилов М.М. Аномальные нефти. – М.: Недра, 1975. –168 с.
4. Бибик Е.Е. Реология дисперсных систем. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1981. –172 с.

#### **Дисциплина «Современные полимерные материалы»**

1. Семчиков, Ю.Д. Электронный учебник. Высокомолекулярные соединения М. : Академия, 2010
2. Семчиков, Ю.Д., Жильцов С.Ф., Зайцев С.Д. Электронный учебник. Введение в химию полимеров Спб: Лань, 2012, 224 с
3. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: уч. пособие / М.Л. Кербер, В.М. Виноградов, Г.С. Головкин и др.; под ред. А.А. Берлина. – СПб: Профессия, 2008 – 560 с.
4. Батаев А.А., Батаев В.А. Композиционные материалы. Профессия, М, 2006, 400 с.
5. Батаев А.А., Батаев В.А. Композиционные материалы: строение, получение, применение. М.: Логос, 2006. – 400 с.
6. Руководство по разработке композиций на основе ПВХ. Под. Ред. Гроссмана Р.Ф. , М, НОТ, 2009, 614 с.
7. Уилки Ч. Поливинилхлорид / Ч. Уилки, Дж. Саммерс, Ч. Даниелс - СПб.: Профессия, 2007.- 728 с.
8. М.И. Штильман. Полимеры медико-биологического назначения. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006.
9. Полимеры в биологии и медицине/под ред. М.Дженкинса. М.научный мир.2011.

#### **Дисциплина «Химия и технология топлив и масел»**

1. Химия нефти /Ю.В. Поконова, А.А. Гайле, В.Г. Спиркин и др. – Л.: Химия, 1984.

2. Химия нефти и газа: Учебное пособие для вузов/А.И. Богомолов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др. Под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Дробикина – СПб: Химия, 1995. - 448 с.
3. Рябов В.Д. Химия нефти и газа. – М.: ИД «ФОРУМ», 2009. – 336 с.
4. Сафиева Р.З. Химия нефти и газа. Нефтяные дисперсные системы: состав и свойства (часть 1): Учебное пособие – М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004. – 109 с.
5. Эрих В.Н., Расина М.Г., Рудин М.Г. Химия и технология нефти и газа. - Л.: Химия, 1985. – 408 с.
6. Шишмина Л.В., Носова О.В. Химия нефти и газа. Лабораторный практикум. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 121 с.
7. Белянин Б.В., Эрих В.Н. Технический анализ нефтепродуктов и газа. – М.: Недра, 1962 (1970, 1986)
8. ГОСТ Р 51858-2002 «НЕФТЬ. Общие технические условия». М.: Издательство стандартов, 2002.

### **Дисциплина «Нефтехимические технологии в переработке альтернативных видов сырья»**

1. Базунова, М.В. Альтернативные источники сырья и энергии [Электронный ресурс]: учеб. пособие / М.В. Базунова; Башкирский государственный университет. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — <URL:[https://elib.bashedu.ru/dl/read/Bazunova\\_Alternativ.istochnik\\_sirya\\_i\\_energii\\_Uch.poc\\_2015.PDF](https://elib.bashedu.ru/dl/read/Bazunova_Alternativ.istochnik_sirya_i_energii_Uch.poc_2015.PDF)>.
2. Закгейм А. Ю. Общая химическая технология : введение в моделирование химико-технологических процессов: учеб. пособие / А. Ю. Закгейм - М.: Университетская книга, 2010 - 304 с.
3. Кондауров Б. П. Общая химическая технология / Б. П. Кондауров, В. И. Александров, А. В. Артемов - М.: Академия, 2005 - 336 с.
4. Базунова М. В. Технология производства полимеров: учеб. пособие / М. В. Базунова; БашГУ - Уфа: РИЦ БашГУ, 2010 - 142 с.
5. Базунова М. В. Химическая технология: учеб. пособие / М. В. Базунова; Башкирский государственный университет - Уфа: РИЦ БашГУ, 2009-Ч. 2: Физико-химические закономерности в химической технологии - 90 с.
6. Ахметов, Сафа Ахметович. Практикум по инженерным расчетам физико-химических свойств углеводородных систем / С. А. Ахметов, Н. А. Гостенова ; УГНТУ .— Уфа : УГНТУ, 2006 .— 148 с.
7. Ахметов, Сафа Ахметович. Лекции по технологии глубокой переработки нефти в моторные топлива : учеб. пособия / С. А. Ахметов .— СПб. : Недра, 2007 .— 312 с.
8. В.С. Тимофеев, Л.А. Серафимов. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Высшая школа, 2003. 536с.
9. Р.С. Соколов. Химическая технология, т. 1 и 2, М.: Владос, 2003.
10. Соколов Р.С. Практические работы по химической технологии. М.: Владос, 2004.
11. Кирпичников П.А., Аверко-Антонович Л.А., Аверко-Антонович Ю.О. Химия и технология синтетического каучука. Л. 1987. 424.
12. Исагулянец В.И. Химия нефти. Руководство к лабораторным работам. 1965. М. Авербух А.Я., Тумаркина Е.С., Мухлеров И.П. Практикум по общей технологии. М. 1973.
13. Н.Н. Смирнов, В.М. Барабаш, К.А. Карпов. Альбом типовой химической аппаратуры. С-Пб.: Химиздат, 2006, 80 с.
14. Химия нефти и газа : учеб. пособие для студ. заоч. дистанц. формы обучения / Министерство образования и науки Российской Федерации; Уфимский государственный нефтяной технический университет; сост. Ю. И. Пузин [и др.] .— Уфа : УГНТУ, 2004 .— 129 с.

#### **4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

##### **Дисциплина «Современные полимерные материалы»**

Средства (фонд оценочных средств) оценки текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины представляют собой комплект контролирующих материалов следующих видов:

Вопросы к коллоквиумам. Представляют собой задания по темам курса. Проверяются знания теоретического лекционного материала, тем, вынесенных на самостоятельную проработку, знания и понимание методик проведения экспериментальных исследований, умения применять теоретические знания для конкретных реакций и процессов. Самостоятельные работы проводятся на практических занятиях в течение 5-10 минут.

Вопросы к контрольным работам. Представляют перечень вопросов по основным разделам курса. Проверяется степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенных умений на репродуктивном и продуктивном уровне.

Экзаменационные билеты. Состоят из вопросов (2 вопроса) по всем разделам, изучаемым в данном курсе.

#### **Образец билета**

***Башкирский государственный***

***университет***

**Дисциплина «Современные полимерные материалы»**

**Экзаменационный билет N 1**

1. Общие представления о современных полимерных материалах их классификация. Место современных полимерных материалов среди традиционных материалов, их назначение и роль. Преимущества и недостатки современных полимерных материалов.
  2. Полимерные материалы пищевого и медицинского назначения
- Зав. кафедрой ВМС и ОХТ (Е.И. Кулиш)

#### **Дисциплина «Материаловедение и технология конструкционных материалов»**

##### **ТЕСТ 1**

##### **Тема: Классификация материалов и их свойства**

1. В объеме конструкционных материалов металлы занимают большую долю.
2. К физическим свойствам металлов относится их способность взаимодействовать с агрессивными средами.
3. Электропроводность и теплопроводность относятся к технологическим свойствам металлов.
4. Кристаллические материалы отличаются геометрически правильным расположением атомов, т.е. дальним порядком.
5. Кристаллизация металлов или сплавов представляет собой практически одновременно текущие процессы зарождения центров кристаллизации и роста кристаллов.
6. Вторичная кристаллизация происходит в твердом состоянии, при этом происходит перестройка кристаллической решетки за счет полиморфизма металлов.
7. Размерность кристаллов (величина зерен) в металлах или сплавах зависит от степени переохлаждения. Чем выше скорость охлаждения, тем мельче зерно.
8. Чем меньше величина зерен (размер кристаллов) в металлах или сплавах, тем ниже их твердость и прочность.
9. Кристаллизация сплавов отличается от кристаллизации чистых металлов тем, что сплавы имеют две критические температуры, а чистые металлы – одну.

10. Сплав образуется при соединении двух и более компонентов.
11. Фосфор и сера, являясь полезными примесями, в какой-то степени положительно влияют на механические свойства сталей.
12. С увеличением углерода в сталях прочность их существенно снижается.

Ответы

**Да** 1, 4, 5, 6, 7, 9, 10

**Нет** 2, 3, 8, 11, 12

## ТЕСТ 2

### Тема: Диаграммы состояния сплавов

1. Диаграммы состояния бинарных сплавов по I-IV типам отличаются степенью растворимости одного компонента в другом.
2. При образовании твердых растворов в бинарных сплавах растворимость в твердом состоянии одного компонента в другом может быть неограниченной и ограниченной.
3. При образовании химического соединения образуется решетка, отличная от решеток образующих элементов.
4. Твердый раствор углерода в  $\alpha$ -железе называется ферритом.
5. Феррит имеет высокую твердость и прочность.
6. Твердый раствор углерода в  $\gamma$ -железе называется аустенитом.
7. Аустенит существует в сплавах до  $t=20^\circ\text{C}$ .
8. По линии ликвидуса на диаграмме железоуглеродистых сплавов заканчивается первичная кристаллизация.
9. Ледебурит образуется как твердый раствор углерода в  $\alpha$ -железе.
10. В сталях максимально может находиться 0,83% углерода.
11. В чугунах углерода содержится более 2,14%.
12. С понижением температуры в сталях с содержанием углерода от 0,83% до 2,14% из аустенита выделяется избыточный углерод, образуя цементит, называемый вторичным.

Ответы

**Да** 1, 2, 3, 4, 6, 11, 12

**Нет** 5, 7, 8, 9, 10

### Вопросы к зачету:

- 1) Основные понятия о материалах. Классификация материалов.
- 2) Физические, химические, механические, технологические и эксплуатационные свойства металлов.
- 3) Кристаллическое строение металлов.
- 4) Реальное строение металлических кристаллов. Виды дефектов реальных кристаллов.
- 5) Фазы в металлических сплавах.
- 6) Диаграмма состояния сплавов для случая нерастворимости компонентов в твердом состоянии (I типа).
- 7) Диаграмма состояния сплавов для случая неограниченной растворимости компонентов в твердом состоянии (II типа).
- 8) Диаграмма состояния сплавов для случая ограниченной растворимости компонентов в твердом состоянии (III типа).
- 9) Диаграмма состояния сплавов для случая образования компонентами химического соединения (IV типа).
- 10) Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния.
- 11) Испытание материалов на растяжение. Предел прочности. Предел текучести.
- 12) Измерение твердости металлов по методу Бринелля.
- 13) Измерение твердости металлов по методу Роквелла.
- 14) Компоненты и фазы диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов.
- 15) Диаграмма состояния железоуглеродистых сплавов и ее практическое применение.

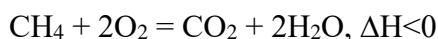
- 16) Макроструктурный анализ металлов.
- 17) Сущность термической обработки сталей, цель, виды ТО.
- 18) Технологические процессы при отжиге, нормализации, закалке и отпуске сталей.
- 19) Общая характеристика процессов при химико-термической обработке. Цементация и азотирование сталей.
- 20) Цианирование, нитроцементация.
- 21) Диффузионная металлизация, борирование.
- 22) Термомеханическая обработка.
- 23) Классификация сталей. Углеродистые конструкционные стали обыкновенного качества и качественные.
- 24) Классификация полимеров и пластмасс. Свойства пластмасс. Их преимущества и недостатки.
- 25) Термопласты. Их состав и свойства.
- 26) Реактопласты. Их состав и свойства.
- 27) Неорганическое стекло.
- 28) Строение древесины.
- 29) Свойства древесины.
- 30) Пороки древесины.
- 31) Исследование древесных материалов на влажность.
- 32) Определение усушки, разбухания, плотности и твердости древесины.
- 33) Изучение механических свойств древесины.
- 34) Керамические материалы.

### Дисциплина «Общая химическая технология»

#### Примеры задач

Составьте термохимическое уравнение горения метана  $\text{CH}_4$  и рассчитайте объем воздуха, необходимый для сжигания 1 моль метана, если известно, что при сгорании 5,6 л метана выделяется 220 кДж теплоты, содержание кислорода в воздухе равно 20%.

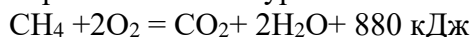
Решение:



Находим количество вещества метана объемом 5,6 л

Если при сгорании  $\text{CH}_4$  количеством вещества 0,25 моль выделяется 220 кДж теплоты, то при сгорании  $\text{CH}_4$  количеством вещества 1 моль выделяется 880 кДж теплоты.

Термохимическое уравнение:



Из уравнения реакции видно, что на сгорание  $\text{CH}_4$  количеством вещества 1 моль расходуется  $\text{O}_2$  количеством вещества 2 моль, на сгорание  $\text{CH}_4$  количеством вещества 0,25 моль расходуется  $x$  моль  $\text{O}_2$ , откуда  $x = 0,5$  моль.

Кислород количеством вещества 0,5 моль занимает объем 11,2 л.

В воздухе 20% кислорода, следовательно, объем воздуха будет равен

Ответ: 880 кДж, 56 л.

#### Тестовые задания

1. В гидравлике предел отношения  $\lim \left( \frac{\Delta F}{\Delta S} \right)$  при  $\Delta S \rightarrow 0$  называется

- а) гидростатическим давлением в точке;
- б) силой гидростатического давления;
- в) движущей силой гидромеханических процессов;
- г) силой тяжести.



2. В основном уравнении гидростатики  $z + \frac{P}{\gamma} = \text{const}$  символом  $z$  обозначается:

- а) динамическое давление,
- б) динамический напор,
- в) пьезометрическое давление,
- г) пьезометрический напор,
- д) нивелирный напор

3. Выход продукта – это...

- а) отношение реально полученного количества продукта к максимально возможному его количеству, которое могло бы быть получено при данных условиях осуществления химической реакции;
- б) доля исходного реагента, использованного на химическую реакцию;
- в) отношение количества исходного реагента, расходуемого на целевую реакцию, к общему количеству исходного реагента, пошедшего на все реакции (и целевую и побочные);
- г) количество продукта, полученное в единицу времени.

### Вопросы к экзамену по курсу «Общая химическая технология»

1. Предмет химической технологии. Классификация процессов химтехнологии.
2. Виды и ресурсы сырья. Комплексное использование сырья.
3. Значение воды в химической промышленности. Виды природных вод. Качество воды. Промышленная водоподготовка. Обратное водоснабжение.
4. Гидростатика. Понятие давления. Способы выражения давления. Приборы для измерения давления: пьезометры, манометры, вакуумметры.
5. Принцип статики. Вывод дифференциальных уравнений равновесия Эйлера. Анализ и интегрирование дифференциальных уравнений равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики, физический смысл входящих в уравнение величин.
6. Закон Паскаля, его вывод из основного уравнения гидростатики, формулировка. Следствие из закона Паскаля и приложения: уравнительные стекла, гидропрессы.
7. Гидродинамика. Понятия расход и скорость движения жидкости, их размерность. Дифференциальные уравнения движения Эйлера, их вывод на основе принципа динамики. Вывод закона Бернулли на основе интегрирования дифференциальных уравнений движения Эйлера. Уравнение Бернулли для реальных жидкостей.
8. Установившееся движение жидкости. Неразрывность потока, вывод дифференциальных уравнений неразрывности потока и интегрирование.
9. Режимы движения жидкости и критерий Рейнольдса. Ламинарное движение жидкости. Выражение скорости любого самопроизвольного процесса и его применение для расчета скорости движения отдельных слоев жидкости. Распределение скоростей по сечению потока при ламинарном движении. График распределения скоростей потока при ламинарном и турбулентном движении, средняя скорость потока.
10. Измерение скорости движения потока и расхода жидкости с помощью гидродинамических труб. Вывод уравнения для расчета максимальной и средней скорости потока. Преимущества и недостатки этого метода определения скорости потока.
11. Измерение расхода жидкости поплавковым ротаметром. Скорость, при которой устанавливается равновесие сил действующих на поплавок. Почему ротаметр называют прибором с постоянным перепадом давления?
12. Типы сужающих устройств: мерная диафрагма, сопло, труба Вентури. Их преимущества и недостатки. Определение скорости потока с помощью мерной диафрагмы. Вывод уравнения для расчета максимальной скорости потока, средняя скорость движения.

13. Гидромеханические процессы. Типы неоднородных систем. Перечислить основные методы разделения неоднородных систем. Осаждение. Отстаивание твердых частиц в жидкой среде. Аппаратура для отстаивания. Силы, действующие на твердую частицу, находящуюся в неподвижном состоянии и при движении. Вывод закона Стокса. Влияние диаметра твердой частицы на скорость осаждения.
14. Фильтрация. Движущая сила и сопротивление фильтрации. Уравнение скорости фильтрации при  $R_{фл} = \text{const}$ ,  $t^{\circ}\text{C} = \text{const}$ ,  $\mu = \text{const}$ . Частные случаи фильтрации: под атмосферным давлением; при повышенном давлении; под вакуумом. Интенсификация скорости фильтрации в частных случаях.
15. Разделение гетерогенных систем в поле центробежных сил. Центробежная сила и фактор разделения. Принцип действия центрифуги фильтрующего типа.
16. Тепловые процессы. Движущая сила и три элементарных способа распространения тепла. Тепловые балансы. Основное уравнение теплопередачи. Физический смысл общего коэффициента теплопередачи. Теплопередача через плоскую стенку при постоянной температуре обоих теплоносителей. Вывод уравнения, связывающего коэффициент «К» с коэффициентами « $\alpha_1$ », « $\alpha_2$ », « $\lambda$ ». Значение «К» в частных случаях теплопередачи, когда: а)  $\lambda \gg \alpha_1$ ;  $\lambda \gg \alpha_2$ ; б)  $\lambda \gg \alpha_1$ ;  $\lambda \gg \alpha_2$ ;  $\alpha_1 \gg \alpha_2$ .
17. Нагревающие агенты, их теплофизические свойства, преимущества и недостатки.
18. Охлаждающие агенты, их теплофизические свойства, преимущества и недостатки.
19. Теплообменники, их типы, устройство, преимущества и недостатки. Способы компенсации неравномерного расширения трубного и межтрубного пространства кожухотрубных теплообменников.
20. Массообменные процессы, их виды. Правило фаз Гиббса. Фазовое равновесие и линии равновесия. Материальный баланс и уравнение рабочей линии верхней и нижней части аппарата, работающего при противотоке фаз. Движущая сила массообменных процессов и направление переноса вещества из фазы в фазу.
21. Перегонка жидкостей, её сущность. Простая перегонка, определение. Равновесие между фазами. Перегонка бинарной смеси на диаграмме: температура - состав пара – состав - жидкости и на диаграмме: состав жидкости - состав пара. Недостатки простой перегонки. Перегонка под вакуумом, с водяным паром, с инертным газом, какие условия при этом изменяются.
22. Ректификация. Сходства и различия с простой перегонкой. Сущность ректификации. Принципиальная схема установки ректификации непрерывного действия. Основные потоки, терминология. Материальный баланс колонны ректификации и вывод уравнения рабочей линии укрепляющей и исчерпывающей части колонны непрерывного действия. Построение рабочих линий на диаграмме «у-х» и графический метод нахождения числа теоретических тарелок колонны. Флегмовое число. Расчет минимального и рабочего флегмового числа.
23. Колонна ректификации периодического действия. Режимы работы колонны: а) при постоянном флегмовом числе; б) при постоянном составе дистиллята.
24. Устройство различных типов колонн: насадочных, тарельчатых (ситчатого, колпачкового и клапанного типа). Преимущества и недостатки различных типов колонн.
25. Физико-химические закономерности в химической технологии. Основные показатели химико-технологического процесса: степень превращения, селективность, выход продукта на пропущенное, разложенное сырье. Связь между ними. Производительность и интенсивность. Формулировка основной задачи химической технологии.
26. Равновесие в технологических процессах. Рассмотрение влияния условий проведения реакции на равновесие на качественном уровне на основе принципа Ле-

Шателье. Рассмотрение влияния условий реакции на равновесие на количественном уровне. Константа равновесия. Изобара Вант-Гоффа.

27. Кинетика в химической технологии. Уравнение скорости реакции. Факторы, определяющие скорости гомогенно и гетерогенно протекающих реакций. Роль концентрации реагентов, температуры, давления, обновления поверхности контакта реагирующих фаз и других физико-химических факторов на течение химико-технологического процесса. Технологические приемы ускорения реакций.
28. Катализ. Типы контактных реакторов. Основные стадии гетерогенно-каталитических процессов. Основные эксплуатационные требования к катализаторам.
29. Химические реакторы. Классификация и характеристика промышленных реакторов и основные требования, предъявляемые к ним. Реакторы с различными режимами движения: реактор периодического и непрерывного действия, реакторы идеального смешения и полного вытеснения. Реакторы с различным тепловым режимом.
30. Схемы производства. Операционная и технологическая схемы производства, открытая и циркуляционная схемы. Условные обозначения аппаратов и машин.
31. Значение азота в живой природе. Проблемы фиксации атмосферного азота: дуговой метод, цианамидный метод. Получение азота и кислорода разделением воздуха. Получение и очистка азотоводородной смеси.
32. Теоретические основы синтеза аммиака. Термохимическое уравнение реакции синтеза аммиака. Основная задача химической технологии. Термодинамика на качественном уровне. Принцип Ле-Шателье. Термодинамика на количественном уровне. Изобара Вант-Гоффа. Влияние температуры, давления, чистоты азотоводородной смеси на равновесие. Кинетика, формальное уравнение скорости реакции в отсутствие катализатора, суммарный порядок по реагентам. Истинная кинетика в присутствии катализатора, порядок по реагентам. Выбор условий реакции исходя из требований термодинамики и кинетики и аппарата для проведения реакции. Схема производства. Выход аммиака от теоретически возможного: почему он отличается от 100% - ного.
33. Виды азотной кислоты, её применение. Физические и химические свойства. Способы получения концентрированной азотной кислоты.
34. Первая стадия процесса получения разбавленной азотной кислоты: окисление аммиака. Разные направления протекания реакции, термохимия. Термодинамика. Кинетика. Формальное уравнение скорости реакции, суммарный порядок по реагентам. Истинная кинетика в присутствии катализатора, суммарный порядок по реагентам. Анализ истинного кинетического уравнения. Реактор окисления. Катализаторы. Тип реактора: адиабатический – изотермический; вытеснения – смешения; периодический – непрерывный. Вторая стадия: окисление окиси азота до двуокиси. Термодинамика качественно. Способы смещения равновесия. Термодинамика окисления окиси азота до двуокиси на количественном уровне. Кинетика, механизм. Анализ кинетического уравнения. Почему при снижении температуры от +10°C до -130°C скорость реакции повышается, а при снижении температуры от -130°C до -150°C скорость реакции понижается? Третья стадия: абсорбция двуокиси азота водой. Почему при атмосферном давлении получается разбавленная HNO<sub>3</sub>? Схема получения разбавленной азотной кислоты. Почему схема открытая, без рециркуляции?
35. Физические и химические свойства серной кислоты. Почему товарные сорта серной кислоты содержат основного вещества 76,5%; 92,5%; 98,5%; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>? Области применения серной кислоты. Виды сырья для производства серной кислоты, их преимущества и недостатки.
36. Нитрозный способ получения серной кислоты. Уравнения реакций. Аппаратурное оформление.
37. Контактный способ получения серной кислоты. Обжиг серного колчедана. Уравнения реакции по стадиям. Термохимия. Кинетика. Способы интенсификации обжига. Типы печей обжига, их преимущества и недостатки. Окисление двуокиси серы.

Термохимическое уравнение реакции. Термодинамика качественно. Принцип Ле-Шателье. Термодинамика количественно. Кинетика формальная, суммарный порядок по реагентам. Истинная кинетика в присутствии катализатора, суммарный порядок по реагентам. Состав катализатора. Анализ истинного кинетического уравнения. Тип реактора окисления: адиабатический – изотермический; вытеснения – смешения; непрерывный – периодический. Абсорбция серного ангидрида 98,3%-ной серной кислотой. Почему в качестве абсорбента нельзя использовать менее концентрированную кислоту или воду? Схема производства.

38. Основные виды сырья для нефтехимического и органического синтеза. Химическая переработка топлива. Газификация топлива. Гидрирование (ожижение) твёрдого топлива. Коксование каменного угля.
39. Переработка нефти. Элементный и групповой химический состав нефтей. Фракционный состав нефтей. Подготовка нефти к переработке. Первичная переработка нефти. Установка ЭЛОУ-АВТ. Эксплуатационные свойства нефтепродуктов. Детонационная стойкость, октановое число.
40. Теоретические основы и технология термических процессов переработки нефтяного сырья. Термический крекинг нефтяных фракций. Назначение, сырьё. Химические основы процесса. Реакции основных групп углеводородов. Механизм термического крекинга парафинов. Теория Райса на примере крекинга n-бутана. Основные продукты термического крекинга. Основная аппаратура, технологическая схема.
41. Коксование нефтепродуктов. Типы установок коксования, назначение. Установка непрерывного контактного коксования.
42. Основы пиролиза: назначение процесса, сырьё, целевые продукты, основные параметры процесса.
43. Каталитический крекинг нефтяных фракций. Назначение. Реакции основных групп углеводородов, первичные и вторичные реакции. Ионный механизм каталитического крекинга. Катализаторы. Сырьё, основные продукты крекинга. Блок реактор-регенератор с движущимся шариковым катализатором и с «кипящим слоем» катализатора. Принципиальная схема каталитического крекинга с «кипящим слоем» катализатора. Выход бензина автомобильного, авиационного.

### ***Образец билета***

*Башкирский государственный университет*

Дисциплина «Общая химическая технология»

Экзаменационный билет N 1

1. Гидравлика. Гидростатика. Понятие давления, среднее давление. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера, вывод на основе принципа статики. Анализ и интегрирование дифференциальных уравнений равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики, физический смысл входящих в уравнение величин.
2. Нагревающие агенты, их теплофизические свойства, преимущества и недостатки, ограничения в их применении.

Зав. кафедрой ВМС и ОХТ

(Е.И. Кулиш)

### **Дисциплина «Основные процессы и аппараты нефтехимических производств»**

1. Процессы дегидрирования и гидрирования. Дегидрирование n-бутана. Основная и побочные реакции. Формулировка основной задачи химической технологии. Анализ особенностей термодинамики реакции на качественном и количественном уровне. Кинетика процесса. Выбор реактора, приемы подвода тепла в зону реакции. Необходимость применения реакционного устройства непрерывного действия и

использование техники «кипящего слоя» катализатора. Работа реакционно-регенерационного блока. Проблема разделения контактного газа, выходящего из реактора. Составление технологической схемы производства. Основные показатели процесса: выход на пропущенное и разложенное сырьё.

2. Дегидрирование н-бутилена до дивинила. Термохимическое уравнение. Термодинамика на качественном и количественном уровне. Кинетика. Основная и побочные реакции, способы подавления побочных реакций. Способы увеличения скорости основной реакции. Проблема разделения контактного газа, выходящего из реактора. Аппаратурное оформление процесса. Технологическая схема производства, основные показатели процесса: выход на пропущенное и разложенное сырьё.

3. Дегидрирование циклогексана. Особенности дегидрирования 6-членных цикланов, и их отличие от дегидрирования парафинов. Почему при проведении реакции в присутствии металлов Ni, Pt в продуктах реакции отсутствуют циклогексен и циклогексадиен: термодинамическое и кинетическое объяснение эффекта. Механизм дегидрирования на Pt. Применение дегидрогенизационного катализа шестичленных циклов в промышленности и в лабораторной практике.

4. Теоретические основы каталитического риформинга. Назначение, сырьё риформинга. Целевые продукты, их характеристика. Химизм и термодинамика процесса. Катализаторы риформинга и механизм их каталитического действия. Основы управления процессом. Промышленные установки каталитического риформинга

5. Получение дивинила из этилового спирта. Цепочка основных превращений. Побочные реакции. Лимитирующая стадия основной цепочки превращений. Дегидрирование спирта. Основная задача химтехнологии. Термодинамика качественного на основе принципа Ле-Шателье, количественного. Кинетика процесса, пути увеличения скорости превращения. Насколько необходимо очищать возвратный спирт от воды, диэтилового эфира и уксусного альдегида. Выбор реакционного устройства. Схема производства. Показатели процесса.

6. 19. Процессы окисления. Значение реакций окисления в основном органическом синтезе. Реакции полного и неполного окисления. Классификация реакций неполного окисления.

7. Получение фенола кумольным методом. Окисление кумола. Механизм реакции. Автоокисление, инициированное окисление. Кинетика процесса. Способы увеличения скорости реакции. Требования к чистоте кумола. Тип аппарата для проведения реакции окисления кумола. Кислотное расщепление гидроперекиси кумола, механизм, кинетика реакции. Реакционное устройство, способ отвода тепла из зоны реакции. Технологическая схема получения ацетона и фенола кумольным способом. Преимущества получения фенола кумольным методом по сравнению с сульфонатным методом. Способы получения фенола и их недостатки.

8. Процессы этерификации, гидролиза, гидратации, дегидратации.

9. Получение этанола процессами гидратации. Сернокислотная гидратация этилена. Основная и побочная реакции абсорбции этилена серной кислотой.

10. Термохимия основной реакции. Термодинамика качественно, количественно. Уменьшение образования среднего эфира серной кислоты. Кинетика, способы увеличения скорости реакции. Аппаратурное оформление абсорбции. Гидролиз кислого этилового эфира серной кислоты. Основная и побочная реакция. Термодинамика основной реакции качественно, количественно. Кинетика процесса, способы увеличения скорости реакции. Аппаратурное оформление.

11. Прямая гидратация этилена. Термохимия. Термодинамика качественно, количественно. Выразить мольные доли исходных реагентов и продукты реакции через одно неизвестное  $x_p$  и связать  $x_p$  с давлением в системе. Кинетика и механизм реакции. Способы увеличения скорости реакции аппаратурное оформление реакции. Принципиальная схема производства. Отличие в составе технического спирта и спирта

ректификата. Способы очистки технического спирта. Сравнение методов прямой и серноокислотной гидратации этилена.

12. 22. Синтезы из окиси углерода и водорода. Направления реакции, промышленное применение. Синтез метанола. Термохимия. Термодинамика качественно и количественно. Кинетика. Формальное уравнение скорости реакции, суммарный порядок по реагентам. Истинная кинетика в присутствии катализатора. Лимитирующая стадия процесса. Пути увеличения скорости реакции. Выбор реакционного устройства для проведения реакции. Схема производства. Выход метанола на разложенное сырье.

### **Вопросы к экзаменам по учебной дисциплине «Высокомолекулярные соединения»**

1. Предмет и задачи науки о высокомолекулярных соединениях. Основные понятия и определения.
2. Роль полимеров в живой природе, в технике, в хозяйстве и в быту.
3. Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами и цепным строением макромолекул.
4. Классификация полимеров по происхождению, химическому составу, строению звеньев, структуре макроцепей.
5. Роль усредненных характеристик при описании строения и свойств полимеров.
6. Три уровня структурной организации полимеров: химическое строение цепи; конфигурация и конформация цепи, надмолекулярное строение полимерных тел.
7. Средние молекулярные массы. Методы усреднения и оценки.
8. Молекулярно-массовое распределение полимера, его описание и характеристики.
9. Конфигурация макромолекул. Конфигурационные изомеры макромолекул виниловых полимеров и полидиенов.
10. Стереои́зомерия цепей и стереорегулярные полимеры.
11. Конформация и конформационная изомерия макромолекул. Гибкость макромолекул.
12. Модели, описывающие гибкость макромолекул. Персистентная модель. Свободно-сочлененная цепь; модели учитывающие постоянство валентных углов и барьеры внутреннего вращения.
13. Свободно-сочлененная цепь как идеализированная модель гибкой макромолекулы. Основные количественные характеристики.
14. Термодинамическая гибкость цепи; ее оценка по сегменту Куна и средне-квадратичному расстоянию между концами цепи. Связь гибкости с химическим строением цепи.
15. Кинетическая гибкость макромолекулы. Факторы ее определяющие: температура, величина и частота приложенных внешних сил. Кинетический сегмент.
16. Конформационная статистика макромолекул. Гауссовы клубки.
17. Методы оценки гибкости макромолекул.
18. Термодинамическое поведение макромолекул в растворе и его особенности по сравнению с поведением низкомолекулярных веществ. Уравнение состояния для растворов полимеров.  $\theta$  - Условия.
19. Термодинамика растворения полимеров. Энтальпия и энтропия растворения. Влияние различных факторов на растворимость полимеров (химическая природа полимера и растворителя, молекулярная масса, степень сшивки полимера и т.д.).
20. Динамические свойства растворов полимеров. Вязкость разбавленных растворов полимеров.
21. Вискозиметрический метод оценки молекулярной массы и средних размеров клубка.
22. Агрегатные и фазовые состояния полимеров. Методы оценки. Влияние строения полимера на его способность находиться в различных фазовых состояниях.
23. Надмолекулярная организация некристаллических (аморфных) полимеров.

24. Полимеры в кристаллическом состоянии. Необходимые условия существования. Степень кристалличности и ее зависимость от условий кристаллизации.
25. Надмолекулярная организация кристаллических полимеров.
26. Различие и сходство в структурной организации кристаллических и аморфных полимеров.
27. Термомеханический метод исследования полимеров. Температуры релаксационных переходов и их зависимость от молекулярной массы полимеров.
28. Термомеханические свойства аморфных полимеров. Три физических (релаксационных) состояния аморфных полимеров.
29. Свойства аморфных полимеров в стеклообразном состоянии. Механизм стеклования. Релаксационный характер процесса.
30. Аморфные полимерные стекла. Упругая и вынужденно-эластическая деформация полимерных стекол.
31. Пластификация полимеров. Механизмы пластификации. Правила объемных и мольных долей.
32. Высокоэластическое состояние аморфных полимеров. Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластических деформаций.
33. Релаксационная природа эластичности. Гистерезисные явления при развитии деформации эластомеров.
34. Релаксационные явления в термомеханическом поведении полимеров. Влияние частоты приложенного напряжения на переходы стеклообразное  $\leftrightarrow$  высокоэластическое состояние полимера. Принцип температурно-временной суперпозиции.
35. Вязко-текучее состояние полимеров. Механизм вязкого течения расплава (рептационная модель). Зависимость температуры текучести от молекулярной массы полимеров.
36. Использование вязко-текучего состояния полимеров в практике. Специфические эффекты, наблюдающиеся при течении расплавов полимеров.
37. Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров. Условия формирования, особенности свойств.
38. Механические свойства кристаллических и кристаллизующихся полимеров. Явление кристаллизации при растяжении. Напряжение рекристаллизации.
39. Полимеризация как способ синтеза полимеров. Термодинамика полимеризации. Полимеризационно-деполимеризационное равновесие.
40. Основные допущения, используемые при выводе кинетических уравнений полимеризации.
41. Радикальная полимеризация. Основные стадии радикальной полимеризации (иницирование, рост, обрыв и передача цепи).
42. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения.
43. Радикальная сополимеризация. Уравнение состава сополимеров для малых степеней превращения.
44. Понятие об относительной реакционной способности мономеров при радикальной сополимеризации. Константы сополимеризации и методы их определения.
45. Диаграммы состава сополимеров. Типы сополимеризации.
46. Причины отклонения от уравнения состава при сополимеризации.
47. Диффузионные эффекты в радикальной полимеризации. Кинетика глубокой радикальной полимеризации. «Гель-эффект».
48. Виды ионной полимеризации. Мономеры, способные к ионной полимеризации. Активные центры ионной полимеризации и общие способы инициирования.
49. Катионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в катионную полимеризацию. Иницирование, рост и ограничение цепей при катионной полимеризации.

50. Анионная полимеризация. Мономеры и катализаторы анионной полимеризации. Инициирование, рост и ограничение цепей при анионной полимеризации.
51. Кинетика ионной полимеризации. Сопоставление радикальной и ионной полимеризации.
52. Безобрывная полимеризация, ее отличительные особенности. «Живая» радикальная и ионная полимеризация.
53. Принципы синтеза стереорегулярных полимеров. Роль энергетических, стерических и полярных факторов при образовании стереорегулярных полимеров.
54. Стереоспецифическая ионная и ионно-координационная полимеризация. Катализаторы Циглера-Натта.
55. Стереоспецифические эффекты при радикальной полимеризации.
56. Способы осуществления процессов полимеризации. Полимеризация в массе, в растворе, в дисперсных системах.
57. Поликонденсация. Классификация и типы реакций поликонденсации. Основные различия поликонденсационных и полимеризационных процессов.
58. Равновесная и неравновесная (обратимая и необратимая) поликонденсация. Связь возможности получения высокомолекулярных полимеров и константы равновесия.
59. Влияние стехиометрии, монофункциональных примесей и побочных реакций на протекание поликонденсации.
60. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение при поликонденсации.
61. Способы проведения поликонденсации в расплаве, в растворе и на границе раздела фаз. Сравнительный анализ.
62. Химические свойства и превращения полимеров. Полимераналогичные и межмолекулярные превращения.
63. Особенности реакционной способности функциональных групп в макромолекулах полимеров (влияние локального окружения, конфигурации, конформации макромолекул и надмолекулярной структуры полимера).
64. Особенности кинетики химических реакций с участием макромолекул.
65. Использование химических реакций макромолекул для химического и структурно-химического модифицирования полимерных материалов и изделий.
66. Старение полимеров. Деградация, деполимеризация, деструкция макромолекул.
67. Общность и различие путей получения гомоцепных и гетерогенных полимеров.
68. Карбоцепные и гетероцепные полимеры.
69. Полимеры и сополимеры моноолефинов и их производных.
70. Полимеры и сополимеры диеновых углеводородов и их производных.
71. Гетероцепные полимеры. Полимеры, содержащие кислород в основной цепи (полиэфиры, полиацетали).
72. Карбоцепные полимеры. Методы получения карбоцепных полимеров.
73. Полимеры и сополимеры винилового ряда.
74. Простые полиэфиры. Полиацетали, полиформальдегид.
75. Методы регулирования радикальной и ионной полимеризации.
76. Влияние температуры на молекулярные массы продуктов полимеризации.

**ПРИМЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА**  
**БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Дисциплина **Высокомолекулярные соединения**  
**Экзаменационный билет № 1**

1. Предмет и задачи науки о высокомолекулярных соединениях. Основные понятия и определения.
2. Пластификация полимеров. Механизмы пластификации. Правила объемных и мольных долей.



3. Катионная полимеризация. Инициирование, рост и ограничение роста цепей при катионной полимеризации.

Зав. кафедрой ВМС и ОХТ

Кулиш Е.И.

### **Вопросы к экзаменационным билетам по коллоидной химии**

---

1. Основы термодинамики поверхностных явлений. Сгущение термодинамических функций в поверхностном слое.
2. Влияние температуры на термодинамические функции поверхностного слоя в чистых однокомпонентных жидкостях на границе с собственным паром.
3. Межфазное натяжение на поверхности раздела насыщенных растворов двух взаимно ограниченно растворимых жидкостей. Правило Антонова.
4. Свободная энергия твердых тел. Специфика проявления.
5. Внутреннее давление, его связь с поверхностным натяжением и другими макроскопическими характеристиками веществ.
6. Зависимость поверхностного натяжения от природы вещества, образующего поверхность.
7. Капиллярное давление. Закон Лапласа.
8. Зависимость давления насыщенного пара от кривизны поверхности раздела сосуществующих фаз. Закон Томсона-Кельвина.
9. Статические методы определения (измерения) поверхностного натяжения.
10. Полуэстатические методы измерения поверхностного натяжения.
11. Оценка поверхностной энергии твердых тел.
12. Что такое поверхностное натяжение? В каких единицах оно измеряется? Опыт Дюпре.
13. Влияние неоднородности и шероховатости твердых поверхностей на смачивание.
14. Определение равновесного краевого угла по углам натекания и оттекания.
15. Термодинамические условия смачивания и растекания на твердых и жидких поверхностях. Количественная характеристика смачивания.
16. Влияние природы (межмолекулярных взаимодействий) жидкости и твердого тела на смачивание.
17. Гидрофильные и гидрофобные поверхности. Избирательное смачивание.
18. Гистерезис смачивания.
19. Вывод адсорбционного уравнения Гиббса. Допущения, лежащие в основе вывода.
20. ПАВ и ПИВ на разных межфазных поверхностях. Правило уравнивания полярностей Ребиндера.
21. Представление о гидрофильно-олеофильном балансе молекул ПАВ.
22. Работа адсорбции. Правило Траубе-Дюкло, его теоретическое обоснование.
23. Условия применимости правила Траубе-Дюкло. Обращение правила Траубе-Дюкло.
24. Классификация ПАВ по молекулярному строению. Примеры ПАВ.
25. Классификация ПАВ по механизму действия (смачиватели, диспергаторы, стабилизаторы, моющие средства).
26. Поверхностная энергия ПАВ. Расчет поверхностной активности по изотерме поверхностного натяжения.
27. Расчет изотермы адсорбции по изотерме поверхностного натяжения. Определение молекулярных констант ПАВ.
28. Строение адсорбционных слоев ПАВ. Газообразные, жидкие и твердые пленки.
29. Двухмерное состояние вещества в поверхностном слое. Уравнение двухмерного состояния.
30. Экспериментальная проверка уравнения адсорбции Гиббса.
31. Расчет молекулярных констант ПАВ по уравнению двухмерного состояния вещества.

32. Уравнение Шишковского. Физический смысл констант уравнения Шишковского.
33. Связь уравнений Шишковского и Ленгмюра.
34. Особенности адсорбции ионов из раствора на твердой поверхности.
35. Лиофилизация и лиофобизация поверхностей, применение ПАВ для управления процессами смачивания.
36. Влияние адсорбционных слоев ПАВ на смачивание.
37. Коллоидно-химические основы флотации.
38. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы седиментации и протекания.
39. Современная теория строения ДЭС лиофобных зольей.
40. Измерение и расчет электрокинетического потенциала. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского.
41. Диффузная часть ДЭС для сильно и слабо заряженных поверхностей.
42. Влияние индифферентных электролитов на строение ДЭС и величину электрокинетического потенциала. Уравнение Никольского.
43. Влияние специфической адсорбции ионов индифферентных электролитов на электрокинетический и термодинамический потенциалы.
44. Влияние неиндифферентных электролитов на строение ДЭС. Перезарядка поверхности.
45. Факторы, влияющие на величину электрокинетического потенциала.
46. Практическое применение электрокинетических явлений.
47. Как изменяется электрокинетический потенциал отрицательно заряженных частиц йодида серебра при введении в золь растворов солей калия, бария и лантана ?
48. Определение размеров частиц в условиях седиментационно-диффузионного равновесия.
49. Диффузия в коллоидных системах. Уравнение Эйнштейна.
50. Теория броуновского движения по Эйнштейну-Смолуховскому. Экспериментальная проверка теории.
51. Седиментационный анализ суспензий.
52. Седиментационно-диффузионное равновесие Перрена-Больцмана.
53. Основы термодинамики дисперсных систем. Работа образования частицы дисперсной фазы при диспергировании и конденсации.
54. Основы термодинамической и кинетической теории образования новой фазы по Гиббсу-Фольмеру (гомогенное зародышеобразование).
55. Гетерогенное образование зародышей новой фазы. Роль смачивания в снижении работы образования зародышей новой фазы.
56. Очистка коллоидных систем. Диализ. Электродиализ. Ультрафильтрация.
57. Методы конденсационного образования дисперсных систем. Условия, необходимые для получения лиофобных зольей посредством химической реакции. Строение мицелл.
58. Пути управления степенью дисперсности коллоидных систем.
59. Критерии Ребиндера и Ребиндера-Щукина самопроизвольного диспергирования объемных фаз при образовании лиофильных зольей.
60. Дисперсные системы вблизи критической точки (критические эмульсии).
61. Диспергационные методы получения коллоидных систем. Адсорбционное влияние среды на механические свойства твердых тел – эффект Ребиндера. Понижители прочности.
62. Пептизация как метод получения коллоидных систем. Условия равновесия между процессами пептизации и агрегирования. Виды пептизации.
63. ККМ. Методы ее определения.
64. Факторы, влияющие на ККМ (длина радикала, природа полярной группы ПВХ, электролиты, температура и пр.).
65. Явление солюбилизации, его практическое применение.

66. Физико-химия моющего действия ПАВ.
67. Форма мицелл в растворах коллоидных ПАВ. Факторы, влияющие на форму и размеры мицелл.
68. Лиофильные дисперсные системы. Основы термодинамики мицеллообразования в растворах коллоидных ПАВ.
69. Что такое точка Крафта? Для всех ли коллоидных ПАВ она существует?
70. Особенности мицеллообразования коллоидных ПАВ в неполярных жидкостях.
71. Седиментационная и агрегативная устойчивость дисперсных систем. Факторы, влияющие на седиментационную устойчивость.
72. Процессы, ведущие к нарушению агрегативной устойчивости дисперсных систем.
73. Факторы агрегативной устойчивости дисперсных систем.
74. Эффекты Гиббса и Марангони-Гиббса как фактор стабилизации пен и эмульсий.
75. Структурно-механический барьер по Ребиндеру как мощный фактор стабилизации дисперсных систем.
76. Расклинивающее давление по Дерягину.
77. Электростатическая составляющая расклинивающего давления.
78. Межмолекулярные взаимодействия в дисперсных системах. Молекулярная составляющая расклинивающего давления.
79. Гидродинамический фактор стабилизации дисперсных систем.
80. Роль энтропийного фактора в седиментационной и агрегативной устойчивости дисперсных систем.
81. Теория устойчивости и коагуляции ДЛФО.
82. Особенности коагуляции золей электролитами. Их объяснение с точки зрения теории ДЛФО.
83. Порог коагуляции с точки зрения теории ДЛФО.
84. Нейтрализационная и концентрационная коагуляция Дерягина. Правило Шульце-Гарди и критерий Эйлера-Корфа. Их объяснение с точки зрения теории ДЛФО.
85. Явление неправильных рядов (законы устойчивости при перезарядке) при коагуляции золей.
86. Кинетика коагуляции. Быстрая и медленная коагуляция.
87. Зависимость скорости коагуляции от концентрации электролита.
88. Эмульсии. Строение, устойчивость, методы получения. Эмульгаторы.
89. Обращение фаз в эмульсиях. Правило Бан Крофта.
90. Аэрозоли. Особенности их строения и свойства. Методы разрушения аэрозолей.
91. Пены. Строение, устойчивость, методы получения.
92. Основы реологии. Простейшие реологические модели. Понятие о релаксации напряжения и упругом последствии.
93. Основы реологии. Вязкопластическое поведение. Уравнение Бингама.
94. Уравнение Эйнштейна. Причины аномалии вязкости дисперсных систем. Эффективная вязкость.
95. Анализ полной реологической кривой дисперсной системы с коагуляционными константами.
96. Природа упругости дисперсных систем с коагуляционной структурой. Ползучесть. Уравнение Шведова.
97. Роль тиксотропных структур в природе и технике.
98. Структурообразование в дисперсных системах. Типы дисперсных структур. Факторы, влияющие на прочность дисперсионных структур.
99. Природа контактов между элементами структуры дисперсных систем.
100. Тиксотропные свойства коагуляционных структур.
101. Особые свойства коллоидных растворов, отличающихся от истинных растворов.
102. Классификация дисперсных систем по агрегативному состоянию фазы и среды.
103. Классификация дисперсных систем по степени дисперсности.

104. Параметры, характеризующие степень раздробленности, и связь между ними.
105. Назовите основные признаки объектов коллоидной химии.
106. Признак, лежащий в основе деления дисперсных систем на лиофильные и лиофобные. Примеры лиофильных и лиофобных систем.

**Образец билета**  
**БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

---

Дисциплина *Коллоидная химия*

**Экзаменационный билет № 1**

1. Растворение углеводов в мицеллах мыл (солубилизация). Относительная солубилизация. Микроэмульсии. Значения явления солубилизации в биологических и технологических процессах.
2. Электрокапиллярные явления. Влияние природы ПАВ на электро-поверхностные явления.  
Зав. кафедрой ВМС и ОХТ Кулиш Е.И.

**Дисциплина «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем»**

**Образцы тестовых заданий**

В соответствии с классификацией реакторов химической технологии различают:

- а) реактор идеального вытеснения
- б) реактор идеального смешения
- в) реактор идеального процесса

Режим квазиидеального вытеснения в турбулентных потоках формируется при условии:

- а) радиус реактора меньше критической величины
- б) радиус реактора больше критической величины
- в) радиус реактора равен критической величине.

**Вопросы к экзамену по курсу «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем»**

1. Специфика протекания быстрых жидкофазных химических реакций. Новые закономерности.
2. Общие и отличительные особенности режима квазиидеального вытеснения в турбулентных потоках по сравнению с режимами идеального смешения и вытеснения.
3. Условия формирования режима квазиидеального вытеснения в случае протекания низкомолекулярных реакций и при синтезе полимеров. Преимущества протекания быстрых химических реакций в режиме квазиидеального вытеснения.
4. Пути регулирования теплового режима при протекании быстрых химических реакций в трубчатых турбулентных аппаратах.
5. Трубчатые турбулентные аппараты как новый тип реакторов химической технологии (новые закономерности работы). Модификации трубчатых турбулентных аппаратов.
6. Автомодельный режим течения жидких потоков по отношению к вязкости в трубчатых турбулентных аппаратах диффузор-конфузорной конструкции.
7. Характерные времена турбулентного, микро- и мезосмешения в трубчатых турбулентных аппаратах. Характеристики турбулентного смешения в трубчатых турбулентных аппаратах в автомодельном режиме.
8. Макроструктуры фронтов смешения и реакции в трубчатых турбулентных аппаратах цилиндрической конструкции.

9. Расчет диаметра капель дисперсной фазы в трубчатых турбулентных аппаратах диффузор-конфузорной конструкции.
10. Основные понятия макрокинетики. Условия необходимости учета макрокинетических законов при протекании химических реакций.
11. Пути регулирования теплового режима при протекании быстрых химических реакций в трубчатых турбулентных аппаратах за счет внешнего теплообмена.
12. Сделать вывод о лимитирующем механизме (масштаб смешения) гомогенизации реакционной смеси если линейная скорость движения потока  $V_k=10$  м/с, диаметр конфузорной части аппарата  $d_k=100$  мм, динамическая вязкость  $\mu=1000$  мПа·с, плотность  $\rho=865$  кг/м<sup>3</sup>, угол раскрытия диффузора  $\gamma=45^\circ$ .
13. Рассчитать значения коэффициента турбулентной диффузии, удельной кинетической турбулентности, диссипации удельной кинетической энергии турбулентности если скорость движения потока  $V_k=5$  м/с, диаметр конфузорной части аппарата  $d_k=50$  мм, угол раскрытия диффузора  $\gamma=45^\circ$ .
14. Рассчитать критический радиус, соответствующий переходу от режима квазиидеального вытеснения к факельному режиму при протекании: а) низкомолекулярной реакции второго порядка с константой скорости 10 л/моль·с, наименьшая концентрация одного из реагентов составляет 0,25 моль/л, коэффициент турбулентной диффузии  $D_T = 10^{-3}$  м<sup>2</sup>/с; б) полимеризации изобутилена с константой гибели активных центров  $k_T = 20$  с<sup>-1</sup>.
15. Условия формирования стационарного и нестационарного теплового режима работы химического реактора (верхняя и нижняя точки стационарного режима).
16. Распределение времен пребывания в аппаратах химической технологии (идеального смешения, идеального вытеснения, турбулентный реактор).
17. Количественные характеристики степени отклонения структуры потоков в аппаратах химической технологии от идеального смешения и идеального вытеснения.
18. Области использования трубчатых турбулентных аппаратов. Их преимущества по сравнению с традиционными реакторами.
19. Формирование макрорежимов при протекании быстрых химических реакций на примере полимеризации изобутилена.
20. Условия нарушения автомодельного режима течения высоковязких сред в трубчатых турбулентных аппаратах диффузор-конфузорной конструкции, методы восстановления автомодельного режима.
21. Факельный режим при протекании быстрых химических реакций.
22. Методы регулирования теплового режима при протекании быстрых химических реакций.
23. Влияние радиуса реактора на характер протекания быстрой полимеризации и качество получаемых продуктов.
24. Возможные области использования турбулентных реакторов разной модификации. Обоснуйте ответ.
25. Кривые отклика на ввод инертного индикатора в аппаратах химической технологии.
26. Сепарирующий эффект в турбулентных реакторах диффузор-конфузорной конструкции.
27. Сравните турбулентные реакторы цилиндрической и диффузор-конфузорной конструкции.
28. Ячеечная и диффузионные модели при расчетах режимов работы реакторов химической технологии.
29. Влияние вязкости на режим работы трубчатых турбулентных аппаратов.
30. Расчет длины зоны охлаждения в турбулентных реакторах при протекании быстрых химических реакций.

31. Зависимость выбора типа и конструкции реактора в зависимости от кинетических параметров полимеризационных процессов (на примере олигомеризации пиперилена).
32. Зонная модель ведения быстрого химического процесса.

## ПРИМЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Дисциплина **Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем**

### Экзаменационный билет № 1

1. Общие и отличительные особенности режима квазиидеального вытеснения в турбулентных потоках по сравнению с режимами идеального смешения и вытеснения.
2. Сделать вывод о лимитирующем механизме (масштаб смешения) гомогенизации реакционной смеси если линейная скорость движения потока  $V_k=10$  м/с, диаметр конфузорной части аппарата  $d_k=100$  мм, динамическая вязкость  $\mu=1000$  мПа·с, плотность  $\rho=865$  кг/м<sup>3</sup>, угол раскрытия диффузора  $\gamma=45^\circ$ .

Зав. кафедрой ВМС и ОХТ

Е.И. Кулиш

Дисциплина **«Вторичная переработка полимеров и создание экологически чистых полимерных материалов»**

### Вопросы к экзамену

1. Экологические аспекты утилизации отходов полимерных материалов (ПМ).
2. Способы предварительной обработки полимерных отходов
3. Особенности отходов ПМ
4. Вторичная переработка полимеров (рециклинг)

### ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

*Башкирский государственный университет*

Дисциплина **«Вторичная переработка полимеров и создание экологически чистых полимерных материалов»**

Экзаменационный билет N 1

1. Газификация угля: автотермические процессы; газификация в «кипящем слое»
2. Способы предварительной обработки полимерных отходов

Зав. кафедрой ВМС и ОХТ

(Е.И. Кулиш)

Дисциплина **«Реологический метод исследований»**

### Вопросы к зачёту

1. Реологические модели жидкостей.
2. Модели фильтрации жидкостей.
3. Неньютоновские жидкости в процессах бурения скважин
4. Неньютоновские жидкости в процессах добычи нефти
5. Аномально-вязкие нефти
6. Реологические исследования пластовой нефти и интерпретация их результатов

7. Исследования фильтрации аномально-вязкой пластовой нефти и интерпретация их результатов
8. Влияние реологических параметров пластовой нефти на процессы ее добычи

### **Дисциплина «Химия и технология топлив и масел»**

#### **Тесты**

1. Какие из парафиновых углеводородов при стандартных условиях находятся в твердой фазе:
  - $C_1-C_4$
  - $C_5-C_{15}$
  - $C_{16}-C_{53}$
2. На какой глубине реализуется главная фаза нефтеобразования:
  - 1–2 км
  - 2–3 км
  - 6–8 км
3. В каком растворителе растворимы асфальтены:
  - петролейный эфир
  - низкокипящие алканы
  - низшие арены
4. Укажите аддитивные свойства смеси углеводородов:
  - плотность
  - вязкость
  - молекулярная масса

#### **Требования к содержанию зачетных вопросов**

Билеты для зачета включают четыре типа заданий:

1. Теоретический вопрос.
2. Вопрос по сущности экспериментального метода определения свойства нефти или газа.
3. Вопрос по формуле для расчета определенного свойства системы или физическому смыслу показателей свойств.
4. Вопрос по существующим зависимостям между составом, термодинамическими условиями и физико-химическими свойствами нефти или газа.

#### **Примеры зачетных вопросов**

1. Что такое плотность жидкости?
2. В каких единицах измеряется плотность нефти?
3. Что такое удельный вес вещества?
4. Как найти объем жидкости, плотность и масса которой известны?
5. Что такое относительная плотность нефти?
6. Как связаны между собой плотность и удельный вес жидкости?
7. Какие требования предъявляет ГОСТ 3900-85 к температуре определения плотности нефти в лабораторных условиях?
8. Как связаны динамическая и кинематическая вязкости жидкости?
9. Как зависит вязкость углеводорода от его молекулярной массы?
10. Как изменяется коэффициент крутизны вискограммы в зависимости от температуры?
11. Какая вязкость определяется экспериментально с помощью вискозиметров Оствальда или Пинкевича?
12. Какой класс углеводородов нефти имеет наименьшую вязкость?
13. Какие нафтеновые углеводороды будут иметь более высокую вязкость при прочих равных условиях?
14. Напишите формулы неуглеводородных и углеводородных компонентов нефтяного газа.

15. Физическая сущность метода газовой хроматографии.
16. Устройство и принцип действия хроматографа.
17. Что такое «время удерживания»?
18. Как вычислить компонентный состав газа по методу внутренней нормализации?
19. Классы углеводородов нефти: содержание, строение, фазовое состояние при нормальных условиях.
20. Смолы и асфальтены: содержание в нефти, методы выделения, физические свойства, элементный состав, химическое строение, растворимость, значение.
21. Порфирины: строение, свойства, значение.
22. Химические классификации нефти.
23. Технологическая классификация нефти (ГОСТ Р 51858-2002).

## **ДИСЦИПЛИНА «Нефтехимические технологии в переработке альтернативных видов сырья»**

### *Доклады*

1. Каталитические высокопроизводительные технологии переработки твердых топлив
2. Переработка диоксида углерода — неорганического сырья
3. Использование иницирующей способности пламени и так называемых сверхadiaбатических режимов горения
4. Использование атомной энергии в химических целях
5. Плазмохимическая технология
6. Мембранная технология
8. Криохимическая технология
9. Основные понятия и отличительные особенности ферментативного катализа.
10. Основные стадии гетерогенного катализа.
11. В чем различия расчета каталитической активности в гомогенном и гетерогенном катализе.
12. Требования, предъявляемые к промышленным катализаторам. Характеристики промышленных катализаторов.
13. Основные положения принципа геометрического соответствия теории Баландина.
14. Основные положения принципа энергетического соответствия теории Баландина
15. Методы изучения активности в гетерогенном катализе: проточный метод, статический метод, импульсный метод

### **Вопросы к экзамену по курсу «Нефтехимические технологии в переработке альтернативных видов сырья»**

3. Основные виды сырья для нефтехимического и органического синтеза. Химическая переработка топлива. Газификация топлива. Гидрирование (ожижение) твердого топлива. Коксование каменного угля.
4. Переработка нефти. Элементный и групповой химический состав нефтей. Фракционный состав нефтей. Подготовка нефти к переработке. Первичная переработка нефти. Установка ЭЛОУ-АВТ. Эксплуатационные свойства нефтепродуктов. Детонационная стойкость, октановое число.
5. **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ТЕРМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЯНОГО СЫРЬЯ.** Термический крекинг нефтяных фракций. Назначение, сырье. Химические основы процесса. Реакции основных групп углеводородов. Механизм термического крекинга парафинов. Теория Райса на примере крекинга n-бутана. Основные продукты термического крекинга. Основная аппаратура, технологическая схема.



6. Коксование нефтепродуктов. Типы установок коксования, назначение. Установка непрерывного контактного коксования.
7. Основы пиролиза: назначение процесса, сырьё, целевые продукты, основные параметры процесса.
8. Каталитический крекинг нефтяных фракций. Назначение. Реакции основных групп углеводородов, первичные и вторичные реакции. Ионный механизм каталитического крекинга. Катализаторы. Сырьё, основные продукты крекинга. Блок реактор-регенератор с движущимся шариковым катализатором и с «кипящим слоем» катализатора. Принципиальная схема каталитического крекинга с «кипящим слоем» катализатора. Выход бензина автомобильного, авиационного.
9. Процессы дегидрирования и гидрирования. Дегидрирование н-бутана. Основная и побочные реакции. Формулировка основной задачи химической технологии. Анализ особенностей термодинамики реакции на качественном и количественном уровне. Кинетика процесса. Выбор реактора, приемы подвода тепла в зону реакции. Необходимость применения реакционного устройства непрерывного действия и использование техники «кипящего слоя» катализатора. Работа реакционно-регенерационного блока. Проблема разделения контактного газа, выходящего из реактора. Составление технологической схемы производства. Основные показатели процесса: выход на пропущенное и разложенное сырьё.
10. Дегидрирование н-бутилена до дивинила. Термохимическое уравнение. Термодинамика на качественном и количественном уровне. Кинетика. Основная и побочные реакции, способы подавления побочных реакций. Способы увеличения скорости основной реакции. Проблема разделения контактного газа, выходящего из реактора. Аппаратурное оформление процесса. Технологическая схема производства, основные показатели процесса: выход на пропущенное и разложенное сырьё.
11. Дегидрирование циклогексана. Особенности дегидрирования 6-членных цикланов, и их отличие от дегидрирования парафинов. Почему при проведении реакции в присутствии металлов Ni, Pt в продуктах реакции отсутствуют циклогексен и циклогексадиен: термодинамическое и кинетическое объяснение эффекта. Механизм дегидрирования на Pt. Применение дегидрогенизационного катализа шестичленных циклов в промышленности и в лабораторной практике.
12. Теоретические основы каталитического риформинга. Назначение, сырьё риформинга. Целевые продукты, их характеристика. Химизм и термодинамика процесса. Катализаторы риформинга и механизм их каталитического действия. Основы управления процессом. Промышленные установки каталитического риформинга
13. Получение дивинила из этилового спирта. Цепочка основных превращений. Побочные реакции. Лимитирующая стадия основной цепочки превращений. Дегидрирование спирта. Основная задача химтехнологии. Термодинамика качественного на основе принципа Ле-Шателье, количественного. Кинетика процесса, пути увеличения скорости превращения. Насколько необходимо очищать возвратный спирт от воды, диэтилового эфира и уксусного альдегида. Выбор реакционного устройства. Схема производства. Показатели процесса.
14. Процессы окисления. Значение реакций окисления в основном органическом синтезе. Реакции полного и неполного окисления. Классификация реакций неполного окисления.
15. Получение фенола кумольным методом. Окисление кумола. Механизм реакции. Автоокисление, инициированное окисление. Кинетика процесса. Способы увеличения скорости реакции. Требования к чистоте кумола. Тип аппарата для проведения реакции окисления кумола. Кислотное расщепление гидроперекиси кумола, механизм, кинетика реакции. Реакционное устройство, способ отвода тепла из зоны реакции. Технологическая схема получения ацетона и фенола кумольным способом. Преимущества получения

фенола кумольным методом по сравнению с сульфонатным методом. Способы получения фенола и их недостатки.

16. Процессы этерификации, гидролиза, гидратации, дегидратации.

17. Получение этанола процессами гидратации. Сернокислотная гидратация этилена. Основная и побочная реакции абсорбции этилена серной кислотой.

18. Термохимия основной реакции. Термодинамика качественно, количественно. Уменьшение образования среднего эфира серной кислоты. Кинетика, способы увеличения скорости реакции. Аппаратурное оформление абсорбции. Гидролиз кислого этилового эфира серной кислоты. Основная и побочная реакция. Термодинамика основной реакции качественно, количественно. Кинетика процесса, способы увеличения скорости реакции. Аппаратурное оформление.

19. Прямая гидратация этилена. Термохимия. Термодинамика качественно, количественно. Выразить мольные доли исходных реагентов и продукты реакции через одно неизвестное  $x_p$  и связать  $x_p$  с давлением в системе. Кинетика и механизм реакции. Способы увеличения скорости реакции аппаратурное оформление реакции. Принципиальная схема производства. Отличие в составе технического спирта и спирта ректификата. Способы очистки технического спирта. Сравнение методов прямой и сернокислотной гидратации этилена.

20. Синтезы из окиси углерода и водорода. Направления реакции, промышленное применение. Синтез метанола. Термохимия. Термодинамика качественно и количественно. Кинетика. Формальное уравнение скорости реакции, суммарный порядок по реагентам. Истинная кинетика в присутствии катализатора. Лимитирующая стадия процесса. Пути увеличения скорости реакции. Выбор реакционного устройства для проведения реакции. Схема производства. Выход метанола на разложенное сырье.

### **Образец билета**

*Башкирский государственный университет*

Дисциплина «Общая химическая технология»

Экзаменационный билет N 1

1. Процессы окисления. Значение реакций окисления в основном нефтехимическом синтезе. Реакции полного и неполного окисления. Классификация реакций неполного окисления.
2. Получение этанола процессами гидратации. Сернокислотная гидратация этилена. Основная и побочная реакции абсорбции этилена серной кислотой.

Зав. кафедрой ВМС и ОХТ

(Е.И. Кулиш)

### **5. СОСТАВИТЕЛЬ ПРОГРАММЫ**

К.х.н., доцент кафедры высокомолекулярных соединений и общей химической технологии Бадунова М.В.