

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Ректор ФГБОУ ВО «СамГТУ»,  
д.т.н., профессор  
Д. Е. Быков  
27 сентября 2019 г.



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА  
в аспирантуру СамГТУ**

по направлению подготовки **18.06.01 Химическая технология**

профили:

*Технология органических веществ (05.17.04)*

*Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ  
(технология специальных продуктов) (05.17.07)*

*Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ  
(технология нефти) (05.17.07)*

*Процессы и аппараты химических технологий (05.17.08)*

# РАЗДЕЛ 1. ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

## Источники сырья и исходные продукты органического синтеза.

Промышленность основного органического и нефтехимического сырья и её место среди других отраслей органического синтеза. Краткая характеристика главных видов производимых ею продуктов.

Основные типы химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза. История и перспективы развития данной отрасли промышленности.

### 1.1. Процессы алкилирования

Классификация реакций алкилирования. Алкилирующие агенты и катализаторы.

#### 1.1.1. Алкилирование по атому углерода

Алкилирование ароматических соединений, химические основы этого процесса и сопутствующие реакции. Термодинамика, механизм и кинетика процесса. Продукты алкилирования.

Основы технологии при катализе кислотами и хлористым алюминием.

Производства этилбензола, изопропилбензола. Алкилбензолы, их значение в производстве синтетических моющих средств.

### 1.2. Процессы дегидрирования и гидрирования

Классификация реакций дегидрирования и гидрирования.

#### 1.2.1. Физико-химические основы процессов дегидрирования и гидрирования

Термохимические данные. Равновесие реакций. Термодинамические факторы выбора давления и температуры реакции. Катализ реакций дегидрирования - гидрирования, основные типы и работа катализаторов. Механизм и кинетика реакций дегидрирования и гидрирования, селективность этих процессов, кинетические факторы выбора условий реакции.

#### 1.2.2. Химия и технология процессов дегидрирования

Дегидрирование метановых углеводородов. Бутадиен, изопрен, изобутилен. Методы их получения и применение.

Химические основы реакции двухстадийного и одностадийного дегидрирования парафинов: условия проведения и реакционная аппаратура.

Методы разделения продуктов дегидрирования и концентрирования диенов. Одностадийный процесс дегидрирования парафинов в диены.

Окислительное дегидрирование парафинов и олефинов.

Современные тенденции в производстве диенов. Получение изопрена по методу Фарберова и Немцова через диметилдиоксан. Особенности процесса, технологическое оформление процесса.

Дегидрирование спиртов. Получение альдегидов, кетонов.

Дегидрирование алкилароматических углеводородов. Химия и закономерности процесса. Технология производства стирола метилстирола.

1.2.3. Химия и основные закономерности реакций гидрирования Гидрирование углеводородов по двойной, тройной и ароматической связи. Катализаторы, условия реакции и получаемые продукты.

Гидрирование кислородных соединений - алифатических спиртов, альдегидов и кетонов, карбоновых кислот и сложных эфиров, ароматических кислородных соединений. Химия, катализаторы и условия реакции, получаемые продукты. Гидрирование азотистых соединений, гидрирование нитрилов, нитросоединений. Химия. Катализаторы и условия этих реакций: продукты, получаемые этими методами.

#### 1.2.4. Технология процессов гидрирования

Типы реакционных устройств жидкофазного гидрирования. Технология парофазного гидрирования, типы реакционных аппаратов. Технология и схема производства анилина, циклогексанола, синтетических жирных спиртов.

### 1.3. Процессы гидратации, дегидратации гидролиза

Классификация реакций гидратации и дегидратации, гидролиза. Катализ этих процессов.

#### 1.3.1. Гидролиз и щелочное дегидрохлорирование хлорпроизводных

Взаимоотношение реакций замещения и отщепления, их кинетика, механизм. Энергетическая характеристика и выбор условий. Хлоролефины и  $\alpha$ -окиси, получаемые этим методом. Типы реакционных устройств. Технологическая схема производства эпихлоргидрина, окиси этилена. Спирты и фенолы, получаемые методом гидролиза.

Типы реакторов для реакций жидкофазного гидролиза и их работа, основа технологии процесса.

#### 1.3.2. Гидратация олефинов

Сернокислотная гидратация олефинов. Химия, термодинамика, механизм, кинетика реакций серной кислоты с олефинами. Побочные реакции и выбор условий процесса.

Стадии абсорбции и гидролиза, условия их проведения, типы реакторов и технологическая схема производства.

Прямая гидратация олефинов. Химия, термодинамика, катализ реакций прямой гидратации. Выбор условий реакции, конструкция и работа реактора. Этанол и технологическая схема его производства. Техничко-экономическое сравнение методов производства этилового спирта.

#### 1.3.3. Процессы дегидратации с образованием ненасыщенных соединений и простых эфиров

Химические и теоретические основы реакции и получаемые продукты.

Технология процессов дегидратации при катализе серной кислотой и гетерогенными контактами.

Дегидратация карбоновых кислот и производство уксусного ангидрида.

### 1.4. Процессы галогенирования

Классификация реакций галогенирования, их энергетическая характеристика. Галогенирующие агенты. Техника безопасности в процессах галогенирования. Экологические аспекты процессов.

#### 1.4.1. Хлорирование насыщенных углеводородов и их производных

Механизм и кинетика реакции. Правила замещения и характеристика процесса. Выбор способа и температуры хлорирования, оптимального соотношения реагентов. Проблема использования хлористого водорода, хлорорганических отходов. Термическое расщепление хлорпроизводных. Продукты, получаемые хлорированием парафинов и их хлорпроизводных, а также термическим расщеплением хлорпроизводных.

Жидкофазное хлорирование, типы реакторных устройств. Газофазное хлорирование. Основные типы реакторов и их работа.

#### 1.4.2. Галогенирование ненасыщенных соединений

Радикально-цепные реакции хлорирования олефинов, их направление и теоретические основы процесса. Продукты хлорирования олефинов методом замещения.

Присоединение галогенов по ненасыщенной связи, химия и теоретические основы реакции. Оптимальные условия, основные типы реакторов. Технологические схемы производства дихлорэтана, хлористого винила.

Реакции гидрохлорирования. Химия и научные основы гидрохлорирования олефинов, ацетилена. Продукты, получаемые этим методом, технология их производства.

Производство хлористого винила, конъюнктура сырья.

Хлоропрен. Получение из углеводородов  $C_4$ .

Производство синтетического глицерина из пропиленов через хлористый аллил. Технологические особенности процесса. Достоинства и недостатки метода. Сравнение методов получения синтетического глицерина.

Процессы, сбалансированные по хлору.

#### 1.4.3. Хлорирование ароматических соединений

Процессы хлорирования в ядро, их химизм и теоретические основы. Продукты хлорирования в ядро бензола, нафталина и фенолов. Технология их производства.

Радикально-цепные реакции хлорирования ароматических соединений, их механизм и соотношение друг с другом. Продукты хлорирования в боковую цепь. Гексахлоран. Технология его производства.

### 1.5. Процессы окисления

Классификация реакций окисления. Окислительные агенты.

#### 1.5.1. Общие основы процессов окисления

Процессы гомогенного окисления, теория окисления, образование гидроперекисей. Механизм процесса.

Гомогенны и катализ реакций жидкофазного окисления. Селективность.

Гетерогенный катализ, типы катализаторов. Механизм, кинетика, селективность процессов.

Основы технологии процессов окисления в жидкой и газовой фазах, типы реакционных устройств и их работа.

#### 1.5.2. Окисление метановых углеводородов, нафтенов и насыщенных циклических соединений

Жидкофазное окисление *n*-бутана и углеводородов  $C_5 - C_7$  в уксусную кислоту. Окисление высокомолекулярных парафинов в спирты и кислоты.

Классификация СЖК: алкилсульфаты, алкилсульфонаты, алкиларилсульфонаты, оксиэтилированные СЖС.

Окисление нафтенов. Технологии производства адипиновой кислоты из циклогексана, циклогексанола и циклогексанона.

#### 1.5.3. Окисление олефинов и других ненасыщенных соединений. Основы направления процесса. Окисление олефинов по насыщенному атому углерода.

Технология получения акролеина.

Получение окиси этилена прямым окислением этилена, химические основы реакции и катализ. Выбор оптимальных условий процесса. Технологическая схема производства. Реакция с перекисью водорода, её закономерности, катализ. Безхлорный метод синтеза глицерина.

#### 1.5.4. Окисление ароматических соединений

Получение перекисей втор. алкилбензолов и производство фенолов и кетонов на их основе. Химия и теоретические основы окисления втор. алкилбензолов. Разложение гидроперекисей. Продукты, получаемые этим методом.

Технология получения гидроперекисей. Технологическая схема кумольного метода получения фенола и ацетона.

Жидкофазное окисление боковых цепей ароматических соединений, ароматические кислоты, получаемые этим методом. Химия и основные закономерности реакции. Технология получения диметилтерефталата и схема производства. Одностадийный метод окисления ксилолов.

#### 1.5.5. Окисление по функциональным группам органических соединений

Процесс жидкофазного окисления спиртов.

Парофазное окисление спиртов. Окисление альдегидов, химия и основные закономерности реакции. Кислоты и ангидриды, получаемые окислением альдегидов. Технология получения уксусной кислоты из ацетальдегида. Технология совместного синтеза уксусной кислоты и ангидрида.

1.5.6. Процесс окислительного аммонолиза.

Синильная кислота и методы её получения. Химия и основные закономерности реакции окислительного аммонолиза метана. Основы технологии и схема производства. Окислительный аммонолиз других углеводов, химия, катализ и основные закономерности реакции. Технология получения акрилонитрила данным методом и сравнение с другими способами его синтеза.

## **1.6. Синтезы из окиси углерода**

Синтезы из окиси углерода и водорода, основные направления, катализаторы и условия реакции. Синтез углеводов по Фишеру-Тропшу. Оптимальные условия реакции. Технология синтеза.

Синтез кислородных соединений, катализаторы, продукты, химизм реакции. Метанол, Технология и схема производства метанола.

1.6.1. Процессы оксосинтеза

Гидрокарбонилирование олефинов. Химизм. Термодинамика, кинетика, катализ и механизм. Альдегиды и спирты, получаемые этим методом. Способы технологического оформления процесса, реакционная аппаратура.

## **1.7. Конденсация по карбонильной группе**

Классификация реакций карбонильных соединений.

1.7.1. Кислотно-каталитические реакции карбонильных соединений. Конденсация альдегидов и кетонов с ароматическими соединениями. Реакция хлораля с хлорбензолом и технология синтеза ДДТ. Конденсация фенолов с кетонами, технология и схема производства дифенилолпропана. Технологические, основы реакции альдегидов с аммиаком и аминами, получаемые этим методом продукты. Капролактамы и другие лактамы, обзор и сравнение методов их получения. Синтез оксимов из кетонов и бекмановская перегруппировка в лактамы, химизм и условия этих реакций. Технология и схема производства капролактама из циклогексанона.

1.7.2. Основно-каталитические реакции карбонильных соединений

Реакции типа альдольной конденсации, химия и теоретические основы процесса, их катализ и условия проведения. Продукты конденсации альдегидов и кетонов.

## **1.8. Синтезы на основе ацетилен**

Реакция гидрохлорирования ацетилен. Катализаторы, химизм и выбор условий реакции. Технология производства хлористого винила из ацетилен. Сравнение методов получения хлористого винила. Хлоропрен. Особенности технологии.

Гидратация ацетилен. Катализаторы, механизм, побочные продукты. Основы технологии и типы реакционных аппаратов. Технологическая схема производства.

## **Список рекомендуемой литературы**

1. Лебедев, Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза [Текст] : учеб. / Н.Н. Лебедев. – 4-е изд., перераб. и доп. Изд. – М.: Альянс, 2013. – 589 с.

2. Потехин В.М., Потехин В.В. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки [Электронный ресурс]. 3-е изд., испр. и доп. – СПб. : Профессия, 2014. – 896 с.
3. Тимофеев, В.С. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза [Текст]: учеб.пособие / В. С. Тимофеев, Л. А. Серафимов. - 2-е изд.,перераб. - М. : Высш.шк., 2003. - 536 с.
4. Мейерс, Р.А. Основные процессы нефтепереработки [Текст]: справ. / Р.А. Мейерс; пер. с 3-го англ. изд. под ред.: О.Ф. Глаголевой, О.П. Глаголевой, О.П. Лыкова. – СПб. : Профессия, 2011. – 940 с.
5. Мановян А.к. Технология переработки природных энергоносителей. М.: Химия, Колосс, 2004, 456 с.
6. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа. Уфа: Гилем, 2002, 672 с.
7. В.И. Мурин, Н.Н. Кисленко, Ю.В. Сурков и др. Технология переработки природного газа и конденсата. Справочник. Издат.: Недра, 2002,517 с.
8. Леванова С.В., Нестерова т.н., Нестеров, И.А, Пимерзин АА, Саркисова В.С. Термодинамический анализ процессов органического синтеза, Самара: СамГТУ, 2002, 104 с.
9. Лебедев НН, Манаков МН., Швец В. Ф. Теория химических процессов основного органического и нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1984.
10. Кутепов А.М, Бондарева ТИ, Беренгартен мг. Общая химическая технология.-М.: Высшая школа, 1990.
11. Денисов Е.Т, Саркисов О.М, Лихтенштейн ГИ Химическая кинетика. М.: Химия, 2000.
12. Леванова С.В., Липп С.В. Хлорорганический синтез. Процессы дегидрохлорирования. Учеб. пособие. – Самара: Сам.. Гос. Техн. ун-т, 2008. – 125 с.
13. Леванова С.В., Соколов А.Б. Хлорорганический синтез. Процессы хлорирования. Учеб. пособие. – Самара: Сам. Гос. Техн. ун-т, 2010. – 104 с.
14. Леванова С.В., Красных Е.Л., Дружинина Ю.А. Сырьевые ресурсы отрасли (мономеры для высокомолекулярных соединений). Учеб. пособие. – Самара: Сам. Гос. Техн. ун-т, 2011. – 134 с.
15. Дружинина Ю.А., Глазко И.Л., Леванова С.В. Адипиновая кислота из капролактамосодержащих продуктов. Lap LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 115 с.
16. Глазко И.Л., Леванова С.В., Дружинина Ю.А. Методы химической ремедиации в процессах переработки многотоннажных отходов производства капролактама и изопрена. Создание промышленных кластеров: монография. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2013. – 167 с.

## **РАЗДЕЛ 2. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТОПЛИВА И ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

### **2.1. Общая характеристика полимеров**

Основные понятия: мономер, олигомер, полимер, звено, макромолекула, гетерополимеры, гомополимеры, гомоцепные, гетероцепные полимеры.

### **2.2. Классификация полимеров**

Органические полимеры. Неорганические полимеры. металлоорганические полимеры  
Конфигурация макромолекулы. Химическое строение. Энергия связей. Полярность связей и макромолекулы.

### **2.3. Интенсивность межмолекулярного взаимодействия**

Плотность энергии когезии. Параметр растворимости. Формула Смолла.

### **2.4. Молекулярная масса**

Среднечисловая, среднемассовая, средневязкостная. Кривые МЧР и ММР. Показатель полидисперсности.

### **2.5. Конфигурация звена.**

Конфигурация присоединения звеньев. Стереои́зомерия. Конфигурация присоединения блоков. Разветвленность. Сетчатые полимеры Диаметр и длина макромолекулы.

### **2.6. Тепловое движение. Конформация макромолекулы**

Гибкость цепи макромолекулы. Сегмент Куна. Сегмент кинетический и механический. Плотность распределения расстояния между концами макромолекулы. Параметры гибкости макромолекулярной цепи . Деление полимеров на гибкоцепные и жесткоцепные.

### **2.7. Термомеханическая кривая для гибкоцепных и жесткоцепных полимеров**

Агрегатные, фазовые и физические состояния полимеров. Агрегатные состояния полимеров. Фазовые состояния полимеров.

### **2.8. Надмолекулярная структура полимеров**

Домен. Модель Иеха.

Стеклообразное состояние. Теории стеклообразного состояния.

Высокоэластическое состояние полимеров.

### **2.9. Вязкотекучее состояние полимеров**

Механизм течения. Особенности течения. Закон Ньютона. Вязкость. Уравнение Каргина-Слонимского.

### **2.10. Кристаллизующиеся полимеры**

Особенности кристаллизации. Степень кристалличности.

Морфология кристаллических структур. Кристаллиты. Фибриллы. Сферолиты (радиальные и кольцевые). Монокристаллы.

Ориентированные состояния полимеров.

### **2.11. Способы регулирования надмолекулярной структуры полимеров**

Закалка. Нормализация. Отпуск. Отжиг.

### **2.12. Полимеризация**

Механизм. Активный центр. Радикал. Стадии цепного процесса полимеризации.

Свободнорадикальная полимеризация. Инициаторы.. Константа Фикентчера Сополимеризация. Состав сополимера. Уравнение Майо.

Теломеризация. Ионная полимеризация. Катионная полимеризация. Инициаторы Стадии Анионная полимеризация. Стадии.

Ионно-координационная полимеризация. Стадии. Катализаторы Циглера - Натта.

Методы промышленного синтеза полимеров (в блоке, суспензии, эмульсии, растворе).

Поликонденсация. Особенности поликонденсации и полимеризации

Реакции полимеров, не сопровождающиеся изменениями в главной цепи, полимераналогичные превращения, внутримолекулярные перегруппировки боковых цепей.

Внутримолекулярные перегруппировки в цепях главных валентностей, изомерные превращения, миграция двойных связей, образование сопряженных ненасыщенных связей.

### **2.13. Промышленные синтетические смолы**

Акриловые смолы. Продукты сополимеризации акриловых кислот с виниловыми соединениями.

Продукты поликонденсации метакриловой кислоты с многоатомными спиртами. Продукты поликонденсации акриловых кислот с эпоксидными или новолачными смолами. Композиции на основе метил(бутил) метакрилата с четырехфункциональными соединениями. Акрилатные растворы ненасыщенных полиэфирных смол. Модифицированные акриловые смолы. Самоотверждающиеся пластмассы и заливочные компаунды.

### **2.14. Алкидные смолы**

Общая характеристика. Синтез. Техника безопасности.

### **2.15. Аминоальдегидные смолы**

Анилиноформальдегидные смолы. Анилинофенолформальдегидные смолы. Гуаминофенолформальдегидные смолы.

Карбамидо(мочевино)формальдегидные смолы. Меламиноформальдегидные смолы. Техника безопасности.

### **2.16. Полиимидные смолы**

Общая характеристика. Синтез. Применение. Техника безопасности.

### **2.17. Карбинольные смолы**

Общая характеристика. Синтез. Применение. Техника безопасности.

### **2.18. Кремнийорганические смолы**

Общая характеристика. Синтез. Применение. Техника безопасности.

### **2.19. Кумароноинденные смолы**

Ненасыщенные полиэфирные смолы. Аллиловые смолы.

Полиалкиленгликольмалеинаты и полиалкиленгликольфумараты. Общая характеристика. Получение НПС и влияние исходного сырья на их свойства. Стабилизация НПС. Отверждение НПС. Номенклатура НПС. Особенности формования изделий и оптимизация свойств НПС. Техника безопасности

### **2.20. Нефтеполимерные, перхлорвиниловые и природные смолы**

Нефтеполимерные смолы. Перхлорвиниловые смолы. Природные смолы.

### **2.21. Полибутадиеновые смолы**

Общая характеристика. Синтез. Применение. Техника безопасности.



## **2.22. Полиуретаны**

Общая характеристика. Номенклатура полиуретанов и продуктов на их основе. Техника безопасности.

## **2.23. Фенольные смолы**

Алкил (арил) фенолоформальдегидные смолы. Гексафенольные смолы. Резорцинформальдегидные смолы. Феноло-формальдегидные смолы. Феноло-фурфурольные смолы. Техника безопасности.

## **2.24. Фурановые смолы**

Общая характеристика. Синтез. Применение. Техника безопасности.

## **2.25. Эпоксивинилэфирные смолы**

Общая характеристика. Синтез. Применение. Техника безопасности.

## **2.26. Эпоксидные смолы**

Общая характеристика эпоксидных смол. Номенклатура эпоксидных смол. Эпоксидиановые смолы. Эпоксифатические смолы. Эпоксисаминные смолы.

## **2.27. Эпоксирезорциновые смолы**

Сложные глицидиловые эфиры. Эпоксидиануратные смолы. Циклоалифатические эпоксидные смолы. Эпоксисиноволачные смолы.

## **2.28. Модифицированные эпоксидные смолы**

Полиэпоксидные смолы. Отверждение эпоксидных смол. Полимеризационный механизм. Поликонденсационный механизм. Применение и техника безопасности.

## **2.29. Химические реакции полимеров, приводящие к увеличению молекулярной массы, вулканизация каучуков**

## **2.30. Реакции полимеров, приводящие к уменьшению степени полимеризации.**

Гидролиз полиамидов, гидролиз полиацеталей, гидролиз ненасыщенных полиэфиров, алкоголиз, ацидолиз, аминолиз, термическая деструкция, термоокислительная деструкция, фотоокислительная деструкция, радиолиз, механодеградация.

## **2.31. Растворы полимеров**

Истинный раствор. Коллоидный раствор. Набухание. Степень набухания. Кинетика набухания.

Фазовое равновесие в растворах полимеров.

## **Список рекомендуемой литературы**

1. Николаев А.Ф. Синтетические полимеры и пластмассы на их основе. Л.: Химия, 1966. - 612 с.
2. Кацнельсон М.Ю., Балаев Г.А. Полимерные материалы. Л.: Химия, 1982. - 317 с.
3. Каменев Е.И., Мясников Г.Д., Платонов М.П. Применение пластических масс. М.: Химия, 1985. - 448 с.
4. Барановский В. В., Дулицкая Г.М. Слоистые пластики электротехнического назначения. М.: Энергия, 1976 - 267 с.
5. Марек О. Томка М. Акриловые полимеры. М.-Л.: Химия. 1966 - 318 с.
6. Бахман А., Мюллер К. Фенопласты. М.: Химия, 1978 - 290 с.
7. Энциклопедия полимеров. М.: Советская энциклопедия Т. 1 - 3 Л.: Наука, 1972.

8. Ли Х., Невилл К. Справочное руководство по эпоксидным смолам. М.: Энергия, 1973 - 416 с.
9. Жеребовский В.В. Технология синтетических смол, применяемых для производства лаков и красок. М: Высшая школа. 1968 - 127 с.
10. Григорович И.В., Желиховская Э.И., Корольков Н. В и др..Связующие для стеклопластиков М.: Химия , 1978 - 118 с.
11. Кошкин В.Г., Фиговский О. Л., Смокин В.Ф., Небрятенко Л.М. Монолитные эпоксидные, полиуретановые и полиэфирные покрытия полов. М.: Стройиздат, 1975. - 121
12. Справочник по композиционным материалам. / Под ред. Дж.Любина М. : Машиностроение, 1988, Т.1 - 448 с.
13. Олигоэфиры. Изоцианаты. Систематический каталог. Черкассы. НИИТЭХИМ 1987 - 28 с.
14. Аминопласты: Каталог Черкассы. НИИТЭХИМ, 1985 - 19 с.
15. Иониты: Каталог. Черкассы. НИИТЭХИМ, 1980 - 32 с.
16. Полиимиды: Каталог. Черкассы. НИИТЭХИМ, 1978 - 12 с.
17. Фенольные смолы: Каталог. Черкассы. НИИТЭХИМ, 1980 - 40 с.
18. Синтетические смолы. Пластмассы. Сырье для пластмасс: Каталог. Черкассы НИИТЭХИМ, 1987-28 с
19. Эпоксидные смолы и пластмассы на их основе: Каталог. Черкассы. НИИТЭХИМ, 1980 - 52 с.
20. Эпоксидные смолы и пластмассы на их основе. Каталог. Черкассы. НИИТЭХИМ, 1984 -46 с.
21. Сборник технических условий на лакокрасочные материалы. Т 1, М.: Химия 1971 — 397 с.
22. Методы испытаний и исследований фурановых смол и полимерных материалов. Обзорная информация .М.: НИИТЭХИМ, 1989 - 38 с.
23. Фрикционные материалы на основе фенолоформальдегидных смол. Обзорная информация, М.: НИИТЭХИМ, 1988 - 32 с.
24. Технология пластических масс. Под ред. В.В.Коршака, 3-ье изд. М.: Химия, 1985 - 560 31 .Общероссийский классификатор продукции, М.: ИС, 2000. Т.1 - 440 с.
25. Hetron and Aropol Resins Selection Guide For Corrosion Resistant FRP Application. Каталог фирмы Ashland, 2000 - 57 p.
26. Norpol International Product Range: КаталогфирмыReichhold, 1999 - 62 p.
27. Norpol Polyester Resins NORPOL DION Vinyl Ester and Bisphenol Resins: КаталогфирмыReichhold, 1999 - 62 p.
28. Atlas 382 Handbook: Каталог фирмы Atlas Chemical Industrials. Wilmington, Delaware, 19899, USA, 1966 - 60 p.
29. Справочник по пластическим массам. Под ред. М. И. Гарбара, М. С. Акутина, Н. М. Егорова, М.: Химия, 1967. Т. 1 - 463 с., 1969. Т.2 - 517 с.
30. Разработка и применение коррозионностойких стеклопластиков и труб на их основе М., ВНИИСПВ, 1977
31. Связующие для стеклопластиков. Под ред. Н.В. Королькова, М.: Химия, 1975. - 160 с.

## **РАЗДЕЛ 3. ХИМИЯ ТОПЛИВА И ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ (ТЕХНОЛОГИЯ НЕФТИ)**

### **3.1 Нефть и газ как источники сырья для технологических процессов производства топлив**

3.1.1 Современные взгляды на образование и генезис нефтей. Теория неорганического происхождения нефтей. Теория растительного и животного происхождения нефтей

3.1.2 Элементный состав нефтей и связь между элементным составом и их физическими свойствами

3.1.3 Общая характеристика соединений, входящих в состав нефтей. Химическая классификация нефтей

3.1.4 Химические свойства парафиновых углеводородов: строение молекул, распределение по фракциям, нефтеный паспорт нефти.

3.1.5 Нафтеновые углеводороды нефтей: строение молекул, распределение по фракциям, нефтеный паспорт нефти.

3.1.6 Химические свойства циклических углеводородов.

3.1.7 Ароматические углеводороды нефтей: строение молекул, распределение по фракциям нефти

3.1.8 Химические свойства ароматических углеводородов

3.1.9 Парафиновые, нафтеновые и ароматические углеводороды как составные части моторных топлив и масел

3.1.10 Влияние непредельных углеводородов на эксплуатационные характеристики нефтепродуктов

3.1.11 Сернистые соединения нефтей, их характеристика, распределение по фракциям. Влияние серосодержащих соединений на качество нефтепродуктов.

3.1.12 Химические свойства сернистых соединений.

3.1.13 Кислородсодержащие соединения нефти, их характеристика, распределение по фракциям нефти, химические свойства. Влияние кислородсодержащих соединений на качество нефтепродуктов.

3.1.14 Азотистые соединения нефтей, их характеристика, распределение по фракциям нефти, химические свойства. Влияние содержания азотистых соединений на качество нефтепродуктов.

3.1.15 Асфальто-смолистые вещества нефтей: состав, свойства, области применения

3.1.16 Углеводородные газы: природный, попутный нефтяной, технологический. Элементный и химический состав и направления переработки. Требования к качеству газа, транспортируемому по газопроводам. Требования к качеству горючих газов для промышленного и коммунально-бытового применения, сжиженных углеводородных газов, газа топливного сжатого для газобаллонных автомобилей.

3.1.17 Характеристика бензинов: прямогонный бензин, бензины термических процессов, бензин каталитического крекинга, риформаты, бензины-отгоны, бензины гидрокрекинга. Элементный и химический состав и направления переработки. Требования к качеству товарных автомобильных бензинов.

3.1.18 Характеристика бензинов: прямогонный бензин, бензины термических процессов, бензин каталитического крекинга, риформаты, бензины-отгоны, бензины гидрокрекинга. Элементный и химический состав и направления переработки. Требования к качеству товарных авиационных бензинов.

3.1.19 Характеристика керосиновых фракций. Элементный и химический состав и направления переработки. Требования к качеству товарных реактивных топлив.

3.1.20 Характеристика дизельных фракций: прямогонная дизельная фракция, дизельные фракции термических процессов, легкий газойль каталитического крекинга. Элементный и химический состав и направления переработки. Требования к качеству товарных дизельных топлив.

3.1.21 Вакуумный газойль. Состав и химические свойства. Направления переработки.

3.1.22 Гудрон, нефтяные остатки. Состав и химические свойства. Направления переработки с получением дополнительного количества топлив и спецпродуктов.

### **3.2 Технология первичной переработки нефти и газа**

3.2.1 Электрообессоливание и первичная перегонка нефти.

3.2.2 Характеристика типичных нефтей, технология переработки и основные продукты.

3.2.3 Типовые схемы нефтеперерабатывающих заводов.

3.2.4 Характеристика природного, попутного, технологического газов (НПЗ) и газовых конденсатов.

3.2.5 Типовая схема газоперерабатывающего завода, основные продукты.

3.2.6 Очистка газа от кислых компонентов. Поглотители, катализаторы, схемы и параметры работы технологических установок.

3.2.7 Осушка газа. Поглотители, схемы и параметры работы технологических установок.

3.2.8 Отбензинивание газа. Поглотители, схемы и параметры работы технологических установок.

3.2.9 Газофракционирование. Схемы и параметры работы технологических установок, основные продукты.

3.2.10 Выделение гелия из газа. Схемы и параметры работы технологических установок.

3.2.11 Стабилизация газоконденсатов. Схемы и параметры работы технологических установок.

### **3.3 Технология вторичной переработки нефти и газа**

3.3.1 Термический крекинг. Термодинамика и кинетика распада углеводородов различных рядов и молекулярной массы. Свободнорадикальный механизм термического крекинга углеводородов. Получение светлых нефтепродуктов термическим разложением остаточных фракций, улучшение качества котельного топлива, получение термогазойля и нефтяного кокса.

3.3.2 Пиролиз. Термодинамика и кинетика распада углеводородов различных рядов и молекулярной массы. Пиролиз нефтяных фракций и газового сырья для производства низших олефинов и ароматических углеводородов. Переработка газообразных и жидких продуктов пиролиза. Пиролиз метана и других углеводородов для получения ацетилена. Регенеративный, гомогенный и окислительный пиролиз. Электрокрекинг. Состав газов пиролиза и их разделение.

3.3.3 Каталитический крекинг. Сырье и его подготовка. Продукты крекинга. Катализаторы крекинга, строение алюмосиликатов и природа их каталитической активности. Роль протонной и апротонной кислотности. Цеолиты. Механизм протекающих реакций. Изменение свойств и регенерация катализаторов в процессе крекинга. Промышленные установки каталитического крекинга и основные технологические параметры.

3.3.4 Каталитический риформинг. Сырье и его подготовка. Продукты риформинга. Получение высокооктановых компонентов бензина и ароматических

углеводородов. Катализаторы риформинга, основные реакции и механизм каталитического превращения нафтеновых, парафиновых и ароматических углеводородов. Изменение свойств и регенерация катализаторов в процессе риформинга. Промышленные установки каталитического риформинга и основные технологические параметры.

3.3.5 Гидроочистка нефтяных фракций в производстве топлив. Физико-химические основы процесса. Химические реакции, протекающие в процессе гидроочистки. Термодинамика и кинетика процесса гидроочистки. Основные факторы процесса гидроочистки и их влияние на качество получаемых продуктов.

3.3.6 Гидроочистка нефтяных фракций в производстве топлив. Катализаторы процесса. Состав катализаторов гидроочистки. Промышленные катализаторы. Сульфидирование в промышленности. Структура сульфидной фазы.

3.3.7 Гидроочистка нефтяных фракций в производстве топлив. Механизм реакций гидрогенолиза серосодержащих соединений и гидрирования ароматических углеводородов.

3.3.8 Гидроочистка нефтяных фракций в производстве топлив. Условия проведения процессов гидроочистки бензина, дизельного и реактивного топлив, и вакуумного газойля. Гидроочистка бензинов вторичного происхождения.

3.3.9 Реакторы и технологические схемы процессов гидроочистки.

3.3.10 Гидрообессеривание нефтяных остатков. Назначение, катализаторы, химические основы и механизм процесса.

3.3.11 Реакции углеводородов и неуглеводородных соединений, протекающие в условиях гидрокрекинга. Катализаторы гидрокрекинга. Механизм реакций гидрокрекинга углеводородов. Влияние основных параметров на результаты гидрокрекинга.

3.3.12 Классификация процессов гидрокрекинга вакуумного газойля, блок-схемы различных вариантов гидрокрекинга вакуумного газойля. Принципиальная схема установки одноступенчатого гидрокрекинга вакуумного газойля. Основное оборудование. Условия процесса. Материальный баланс установки. Характеристика получаемых продуктов и пути их применения.

3.3.13 Гидрокрекинг бензиновых фракций с получением моторных топлив, сжиженных газов и изопарафиновых углеводородов. Назначение, катализаторы, химические основы и механизм процесса.

3.3.14 Зарубежные установки гидрокрекинга вакуумного газойля (Юникрекинг, ФИН-БАСФ, Шеврон и др.), их особенности, показатели работы,

3.3.15 Гидрокрекинг нефтяных остатков. Принципиальная схема установки гидрокрекинга остатков в трёхфазном кипящем слое Н-ойл. Условия процесса, показатели работы.

3.3.16 Гидрогенизационные процессы в производстве смазочных масел. Назначение, катализаторы, химические основы и механизм процесса.

3.3.17 Гидродеалкилирование и другие гидрогенизационные процессы в производстве ароматических углеводородов. Назначение, катализаторы, химические основы и механизм процесса.

3.3.18 Производство парафинов. Производство жидких парафинов депарафинизацией дизельных фракций. Депарафинизация масляных фракций для получения твердых парафинов.

3.3.19 Производство оксида углерода и синтез-газа. Каталитическая конверсия метана и других углеводородов. Научные основы процесса и технологические параметры. Окислительная конверсия. Высокотемпературная окислительная конверсия углеводородов в отсутствие катализаторов. Очистка синтез-газа, получение концентрированного оксида углерода и водорода.

3.3.20 Нефтяные топлива. Общая характеристика основных видов топлива (автомобильное, дизельное, авиационное, реактивное, котельное и др.). Поведение и превращения углеводородов при сгорании в двигателях. Антидетонаторы и механизм их действия. Октановое число. Цетановое число.

3.3.21 Нефтяные топлива. Присадки к топливам (антиокислители, депрессоры, моющие, вязкостные, противоизносные и др.), механизм их действия. Комплексные присадки.

3.3.22 Производство водорода из углеводородных газов. Химия процесса, катализаторы и поглотители. Схемы и параметры работы технологических установок, основные продукты.

3.3.23 Утилизация сероводорода, выделенного из углеводородных газов. Получение элементной серы методом Клауса. Химия процесса и катализаторы. Схемы и параметры работы технологических установок, основные продукты.

3.3.24 Утилизация сероводорода, выделенного из углеводородных газов. Получение серной кислоты. Химия процесса, катализаторы и поглотители. Схемы и параметры работы технологических установок, основные продукты.

3.3.25 Получение спиртов и кислот окислением газообразных парафинов. Химия процесса, катализаторы. Схемы и параметры работы технологических установок, основные продукты.

3.3.26 Получение оксида этилена. Химия процесса, катализаторы. Схемы и параметры работы технологических установок, основные продукты.

3.3.27 Получение оксида пропилена. Синтез ацетальдегида и винилацетата из этилена. Химия процессов, катализаторы. Схемы и параметры работы технологических установок, основные продукты.

3.3.28 Получение углеводородов из CO и водорода. Химия процессов, катализаторы. Схемы и параметры работы технологических установок, основные продукты.

3.3.29 Получение спиртов из CO и водорода. Получение метанола. Химия процессов, катализаторы. Схемы и параметры работы технологических установок, основные продукты. 3.3.30 Получение альдегидов и спиртов C<sub>3</sub>-C<sub>9</sub> из олефинов, CO и водорода (оксосинтез). Химия процессов, катализаторы. Схемы и параметры работы технологических установок, основные продукты.

3.3.31 Получение карбоновых кислот на основе реакции карбонилирования олефинов, ацетилен и спиртов. Химия процессов, катализаторы. Схемы и параметры работы технологических установок, основные продукты.

### Список рекомендуемой литературы

- 1 Александров И.А. Перегонка и ректификация в нефтепереработке [Текст] / И. А. Александров. - М.: Химия, 1981. - 351 с.
- 2 Анализ нефти [Текст]: справ. : пер.с англ. / Дж. Г. Спейт. - СПб.: Профессия, 2010. - 479 с.
- 3 Атомная и молекулярная спектроскопия [Текст]: атом. спектроскопия / М. А. Ельяшевич. - 5-е изд. - М. : ЛИБРОКОМ, [2009]. - 527 с.
- 4 Берг Г.А. Каталитическое гидрооблагораживание нефтяных остатков [Текст] / Г.А.Берг,С.Г.Хабибуллин. - Л. : Химия, 1986. - 189 с.
- 5 Власов В.Г. Физико-химические свойства нефтей, нефтяных фракций и товарных нефтепродуктов [Текст]: учеб.пособие / Гос.образоват.учреждение высш.проф.образования Самар.гос.техн.ун-т. - 4-е изд., испр.и доп. - Самара: [б. и.], 2009. - 204 с.
- 6 Власов В.Г. Гидроочистка, гидрообессеривание и гидрокрекинг нефтяного сырья [Текст]: учеб.-метод. пособие / В. Г. Власов; Самар.гос.техн.ун-т. - 2-е изд., испр. -

- Самара: [б. и.], 2014. - 139 с.
- 7 Гидрогенизационные процессы нефтепереработки и физико-химические методы анализа получаемых продуктов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. А. Пимерзин [и др.]; Самар.гос.техн.ун-т, Химическая технология переработки нефти и газа. - Электрон. дан. - Самара: [б. и.], 2012.
  - 8 Гордадзе Г.Н., Гируц М.В., Кошелев В.Н. Углеводороды нефти и их анализ методом газовой хроматографии: Учебное пособие. - М.: Изд. центр РГУ нефти и газа им.И.М.Губкина, 2010. - 237 с.
  - 9 Горючие смазочные материалы [Текст]: энциклопед. толковый слов.-справ. / под ред. В. М. Школьников. - 2-е изд. - М.: Техинформ, 2010. - 753 с.
  - 10 Гуревич И.Л. Общие свойства и первичные методы переработки нефти и газа [Текст]: учеб. / И. Л. Гуревич; ред. А. Г. Сарданашвили, ред. А.И. Скобло. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1972. - 379 с.
  - 11 Гуреев А.А. Химмотология [Текст]: [Учеб.для вузов] / А.А.Гуреев, И.Г.Фукс, В.Л.Лашхи. - М.: Химия, 1986. - 366 с.
  - 12 Данилов А.М. Применение присадок в топливах [Текст] / А. М. Данилов. - М.: Мир, 2005. - 287 с.
  - 13 Заботин Л.И. Химия и технология вторичных процессов переработки нефти [Текст]: учеб. пособие / Л. И. Заботин ; Самар.гос.техн.ун-т. - Самара : [б. и.], 2014. - 331 с.
  - 14 Казакова Л.П., Крейн С.Э., Физико-химические основы производства нефтяных масел. - М.: Химия, 1978. - 320 с.
  - 15 Камнева А.И. Химия горючих ископаемых [Текст]: [Учеб.пособие] / А. И. Камнева. - М.: Химия, 1974. - 271 с.
  - 16 Катализ в С1-химии [Текст] : пер.с англ.; Под ред.В.Кайма / Под ред.В.Кайма ; ред. В. Кайм. - Л. : Химия, 1987. - 296 с.
  - 17 Крекинг нефтяных фракций на цеолитсодержащих катализаторах [Текст] / Под ред.С.Н.Хаджиева. - М. : Химия, 1982. - 277 с.
  - 18 Лебедев Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза [Текст]: учеб. / Н. Н. Лебедев. - 4-е изд., перераб. и доп.-Репр. изд. - М.: Альянс, 2013. - 589 с.
  - 19 Мановян, А. К. Технология переработки природных энергоносителей [Текст]: учеб. пособие / А. К. Мановян. - М.: Химия, 2004. - 455 с.
  - 21 Маслянский Г.Н. Каталитический риформинг бензинов [Текст]: химия и технология / Г.Н. Маслянский, Р.Н. Шапиро. - Л.: Химия, 1985. - 221 с.
  - 21 Мейерс Р.А. Основные процессы нефтепереработки [Текст] : справ. / Р. А. Мейерс ; пер. с 3-го англ. изд., под ред.: О. Ф. Глаголевой, О. П. Лыкова. - СПб.: Профессия, 2011. - 940 с.
  - 22 Мухина Т.Н., Барабанов Н.Л., Барабаш С.Е. Пиролиз углеводородного сырья [Текст]/ Т.Н.Мухина, Н.Л.Барабанов, С.Е.Барабаш.- М.: Химия, 1987.-240 с.
  - 23 Нефтепродукты. Топлива, смазочные масла и пластичные смазки. Определение основных показателей качества/В.А. Дорогочинская, И.Р. Облещикова, А.Ю. Килякова, Е.В. Голованова: Учебно-метод. пособие. - М.: ФГУП Изд-во "Нефть и газ" РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2013. - 74 с.
  - 24 Переработка тяжелых нефтей и нефтяных остатков. Гидрогенизационные процессы [Текст]: пер.с англ. / Х. Анчита, Дж. Спейт. - СПб.: ЦОП "Профессия", 2013. - 380 с.
  - 25 Потехин В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки: учебник / В.М. Потехин, В.В. Потехин. - СПб.: Лань, 2014. - 887 с.
  - 26 Суханов В.П. Каталитические процессы в нефтепереработке [Текст] / В. П. Суханов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1973. - 414 с.
  - 27 Танабе К. Катализаторы и каталитические процессы [Текст] / Пер. с яп. П.А.Образцова; Под ред. А.Л.Клячко. - М.: Мир, 1993. - 172 с.

- 28 Технология производства смазочных масел и спецпродуктов [Текст] : учеб. пособие / В. А. Тыщенко [и др.]; Самар.гос.техн.ун-т. - М.: ЛЕНАНД, 2014. - 234 с.
- 29 Томина Н.Н., Максимов Н.М., Пимерзин А.А. Методы очистки нефтяных фракций. Учебное пособие. Самара: СамГТУ, 2014. – 292 с.
- 30 Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение [Текст] : справочник / [И.Г.Анисимов, К.М.Батыштова, С.А.Бнатов и др.]; Под ред. В.М.Школьников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Техинформ, 1999. - 596 с.
- 31 Физические методы исследования в химии [Текст] : учеб. / Ю.А.Пентин, Л.В.Вилков. - М. : Мир : АСТ, 2003. - 683 с.
- 32 Химия нефти и газа [Текст]: учеб.пособие / В. Д. Рябов. - М.: ФОРУМ, 2009. - 336 с.
- 33 Химия нефти и газа (в вопросах и ответах): учеб. пособие / Рябов В.Д., Сафиева Р.З., Гордадзе Г.Н., Чернова О.Б., Гируц М.В.- М.: ИЦ РГУ нефти и газа, 2014. - 169 с.
- 34 Чаудури У.Р. Нефтехимия и нефтепереработка. Процессы, технологии, интеграция. – СПб.: Профессия, 2014. - 432с.
- 35 Чоркендорф И. Современный катализ и химическая кинетика [Текст] : пер.с англ.:учеб. пособие / И. Чоркендорф, Х Наймантсведрайт. - 2-е изд. - Долгопрудный: ИД Интеллект, 2013. - 501 с.



## **РАЗДЕЛ 4. ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

### **4.1. Классификация основных процессов и аппаратов химических технологий.**

Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов.

### **4.2. Гидродинамические процессы**

Перемещение жидкостей. Насосы. Перемещение и сжатие газов. Компрессоры. Разделение неоднородных систем. Отстаивание. Фильтрование. Центрифугирование. Перемешивание в жидких средах.

### **4.3. Тепловые процессы**

Основы теплопередачи в химической аппаратуре. Нагревание, охлаждение, испарение и конденсация. Основные конструкции теплообменных аппаратов. Трубчатые теплообменники. Пластинчатые теплообменники. Оребренные теплообменники. Расчет теплообменных аппаратов.

### **4.4. Массообменные процессы**

Основы массопередачи. Абсорбция. Устройство абсорбционных аппаратов. Ректификация. Устройство ректификационных колонн. Экстракция. Устройство экстракционных аппаратов. Адсорбция. Устройство адсорберов. Сушка. Кристаллизация.

### **4.5. Механические процессы**

Измельчение материалов. Крупное дробление. Среднее и мелкое дробление. Тонкое измельчение. Сверхтонкое измельчение. Классификация и сортировка материалов.