

# ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА

## ПРОГРАММА

*для подготовки к вступительным испытаниям для выпускников средних специальных учебных заведений, поступающих на заочную сокращенную форму получения образования в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет»*

### **Введение**

Цели, задачи и предмет дисциплины «Химия и технология нефти и газа». Краткие сведения о происхождении нефти. Основные месторождения нефти и газа в нашей стране и за рубежом, их краткая характеристика. Значение нефти и газа, продуктов их переработки для народного хозяйства страны.

### **Раздел 1. Общие сведения о составе и свойствах нефти и нефтепродуктов**

#### **1.1. Фракционный и химический состав нефти и нефтепродуктов**

Фракционный состав нефти и нефтепродуктов. Понятие о потенциальном содержании фракций в нефти. Кривые истинных температур кипения (ИТК).

Элементарный состав нефти.

Группы и классы органических соединений, входящих в состав нефти.

Алканы, распределение их по фракциям. Газообразные алканы. Природные и попутные газы, их состав. Жидкие алканы, их строение. Твердые алканы - парафины и церезины, их строение, физические свойства.

Моно- и полициклические алканы, их распределение по фракциям.

Моно- и полициклические арены, их строение и распределение по фракциям. Гибридные углеводороды нефти. Понятие о структурном строении углеводородов.

Сернистые соединения нефти, их типы. Содержание общей серы в нефти. Строение, химические и физические свойства меркаптанов, алифатических и циклических сульфидов. Понятие о полициклических серосодержащих соединениях. Распределение серосодержащих соединений по фракциям. Токсичность и коррозионная агрессивность серосодержащих соединений, их влияние на качество и эксплуатационные свойства нефтепродуктов.

Нормы содержания общей серы и активных серосодержащих соединений в товарных нефтепродуктах.

Кислородные соединения нефти. Строение и свойства нефтяных кислот. Необходимость и способы выделения кислородсодержащих соединений из нефти и нефтяных фракций.

Азотистые соединения нефти. Их содержание в нефти и влияние на ее переработку.

Металлоорганические соединения нефти. Смолисто-асфальтеновые вещества нефти. Асфальтеновые кислоты. Классификация нейтральных смолистых веществ, их характеристика, распределение по фракциям нефти, влияние на качество нефтепродуктов. Понятие о нефтяных битумах.

#### **1.2. Физические свойства нефти и нефтепродуктов**

Относительная плотность нефти и нефтепродуктов. Зависимость плотности от температуры. Зависимость плотности нефтяных фракций от пределов кипения и химического состава. Средняя молекулярная масса нефти и нефтяных фракций.

Вязкость нефти и нефтепродуктов. Кинематическая и условная вязкость. Определение кинематической вязкости смесей нефтяных фракций по номограмме. Зависимость вязкости от температуры. Методы оценки вязкостно-температурных свойств нефтяных масел. Индекс вязкости. Температурный коэффициент вязкости.

Температура вспышки, воспламенения и самовоспламенения. Нижний и верхний пределы взрываемости.

Низкотемпературные свойства нефти и нефтепродуктов: температура застывания, температура помутнения, температура начала кристаллизации.

Электрические свойства нефти и нефтепродуктов. Отсутствие электрической проводимости в хорошо очищенных маслах и парафинах. Использование этих свойств в технике. Опасность накопления зарядов статического электричества, борьба с ним.

Оптические свойства нефти.

Растворяющая способность и растворимость нефти и углеводородов.

Основные тепловые свойства углеводородов и нефтяных фракций: теплопроводность, теплоемкость, энтальпия, теплота сгорания. Определение этих величин по графикам. Значение теплофизических величин для тепловых технологических расчетов.

### **1.3. Классификация нефти**

Технологическая классификация нефти.

Характеристика нефти важнейших месторождений по содержанию серы, потенциальному содержанию светлых и базовых масел, индексу вязкости базовых масел и содержанию парафинов.

### **1.4. Состав и эксплуатационные свойства основных видов товарных нефтепродуктов**

Товарная классификация нефтепродуктов. Жидкое топливо. Бензины авиационные и автомобильные. Их ассортимент. Стандарты на авиационные и автомобильные бензины. Эксплуатационные свойства карбюраторного топлива. Работа четырехтактного двигателя и сгорание топлива. Детонация в поршневых карбюраторных двигателях. Оценка детонационной стойкости бензинов. Октановое число, сортность бензинов. Антидетонаторы. Детонационная стойкость отдельных групп углеводородов. Требования к фракционному составу и упругости паров. Химическая стабильность, антикоррозионные свойства бензинов.

Топливо для воздушно-реактивных двигателей (ВРД) и его ассортимент. Стандарты на топливо для ВРД. Эксплуатационные свойства топлива для ВРД. Особенности сгорания топлива. Влияние химического состава топлива на эффективность и полноту сгорания. Высота некопящего пламени и люминометрическое число. Энергетическая характеристика топлива. Требования к фракционному составу, плотности, теплоте сгорания, низкотемпературным свойствам и другим показателям качества топлива. Присадки к реактивному топливу.

Дизельное топливо и его ассортимент. Стандарты на дизельное топливо. Эксплуатационные свойства дизельного топлива. Особенности работы дизельных двигателей. «Жесткая» работа дизеля. Требования к воспламенительным свойствам дизельного топлива и их оценка. Требования к качеству дизельного топлива, обеспечивающего бесперебойность его подачи, полноту сгорания и не вызывающего коррозии. Присадки к дизельному топливу.

Котельное топливо, его ассортимент. Стандарты на котельное топливо. Основные показатели качества котельного топлива. Понятие об экологически чистом топливе.

Печное топливо. Марки печного топлива, нормируемые показатели его качества. Сжиженные газы коммунально-бытового назначения, их марки, нормируемые показатели качества.

Нефтяные масла. Классификация нефтяных масел. Смазочные масла. Классификация моторных масел.

Специальные масла (смазочные).

Эксплуатационные свойства нефтяных масел: вязкость, вязкостно-температурные свойства, маслянистость, температура застывания, химическая стабильность. Защитные свойства нефтяных масел. Улучшение их качества с помощью присадок.

Пластичные смазки, их ассортимент. Парафины и церезины, их ассортимент. Ароматические углеводороды. Битумы. Нефтяной кокс. Прочие нефтепродукты.

## **Раздел 2. Перегонка нефти**

### **2.1. Подготовка нефти к переработке**

Значение обессоливания и стабилизации нефти на промыслах и их влияние на ее переработку на нефтеперерабатывающих заводах. Нормы на содержание воды и солей в нефти, поступающей на нефтеперерабатывающие заводы.

Нефтяные эмульсии, их типы. Причины образования и стойкости нефтяных эмульсий. Способы разрушения нефтяных эмульсий. Дезэмульгаторы: электролиты, неэлектролиты, коллоиды. Механизм действия дезэмульгаторов в процессе обезвоживания и обессоливания нефти.

Обезвоживание и обессоливание нефти на электрообессоливающих установках (ЭЛОУ). Технологическая схема ЭЛОУ. Технологический режим установки. Основная аппаратура установки. Варианты ввода нефти в электродегидраторы.

Безопасность труда при обслуживании ЭЛОУ и охрана окружающей среды.

## **2.2. Первичная перегонка нефти**

Назначение первичной перегонки нефти и ассортимент получаемой продукции.

Способы разделения нефти на фракции: перегонка и ректификация. Простые и сложные ректификационные колонны. Условия ректификации. Влияние флегмового числа и количества тарелок на погоноразделение и качество дистиллятов.

Варианты технологических схем атмосферной перегонки нефти: с однократным, многократным и предварительным испарением. Достоинства и недостатки различных схем.

Основные показатели работы установок прямой перегонки нефти: отбор от потенциала, налегание фракций.

Способы создания орошения. Острое орошение. Выбор схемы и количества циркуляционного орошения. Способы подвода тепла в колонну.

Вакуумная перегонка мазута. Схемы вакуумной перегонки, их достоинства и недостатки. Способы снижения температур кипения нефти и ее фракций. Выбор тарелок. Скорость паров в вакуумных колоннах.

Стабилизация бензина на установках первичной переработки нефти.

Коррозия аппаратуры. Причины коррозии при переработке нефти. Методы защиты от коррозии. Ингибиторы. Защелачивание нефтепродуктов.

Технологическая схема атмосферно-вакуумной трубчатки (АВТ). Материальные потоки. Режим работы АВТ. Характеристика основной аппаратуры АВТ, ее назначение, конструкция. Эксплуатация установок первичной перегонки нефти: регулирование технологического режима с учетом качества дистиллятов; лабораторный контроль качества получаемых продуктов; пуск, остановка отдельных аппаратов и установки. Автоматическое регулирование режима на установках первичной перегонки нефти.

Комбинирование установок первичной перегонки нефти с другими установками.

Технико-экономические показатели работы установок первичной перегонки нефти.

Безопасность труда и меры по охране окружающей среды при эксплуатации установок первичной перегонки нефти.

## **2.3. Вторичная перегонка нефтяных фракций**

Назначение вторичной перегонки нефтяных фракций. Технологическая схема вторичной перегонки бензина. Технологический режим. Целевые фракции.

Безопасность труда при эксплуатации установок вторичной перегонки.

# **Раздел 3. Термические процессы переработки нефтяных фракций и остаточных продуктов**

## **3.1. Физико-химические основы и механизм термических превращений углеводородов**

Назначение и типы термических процессов переработки нефтяного сырья: термический крекинг, коксование, пиролиз.

Разложение углеводородов под действием температуры. Термодинамическая вероятность реакций крекинга. Энергия связи. Химизм крекинга алканов, алкенов, циклоалканов, аренов и серосодержащих соединений.

## **3.2. Термический крекинг нефтяного сырья**

Назначение термического крекинга нефтяного сырья. Влияние параметров процесса на его направление и состав получаемых продуктов. Коксообразование и газообразование при термическом крекинге.

Характеристика продуктов термического крекинга.

Технологическая схема установки термического крекинга. Технологический режим процесса. Материальный баланс установки.

Основная аппаратура установок термического крекинга. Эксплуатация крекинг-установок. Очистка труб от кокса.

Безопасность труда и охрана окружающей среды при эксплуатации установок термического крекинга.

## **3.3. Коксование нефтяных остатков**

Назначение процесса коксования. Образование кокса. Типы установок коксования: в обогреваемых

кубах, в необогреваемых камерах (замедленное коксование), в псевдооживленном слое теплоносителя.

Сырье для коксования. Состав и свойства продуктов коксования. Технологическая схема установок коксования в кубах.

Технологическая схема установки замедленного коксования. Технологический режим ее работы. Материальный баланс установки. Выгрузка кокса из камеры. Аппаратура и оборудование. Прокалка кокса.

## **Раздел 4. Термокаталитические процессы переработки нефтяных фракций**

### **4.1. Каталитический крекинг**

Понятие о катализе. Свойства катализаторов каталитического крекинга. Цеолиты. Аморфные и цеолитсодержащие катализаторы. Промышленные катализаторы каталитического крекинга. Механизм каталитического крекинга. Перераспределение водорода, превращение углеводородов при каталитическом крекинге. Коксообразование и регенерация катализатора. Сырье для каталитического крекинга. Влияние качества сырья на процесс каталитического крекинга. Подготовка сырья. Параметры процесса: температура, давление, объемная скорость, кратность циркуляции катализатора, тепловой эффект.

Продукты каталитического крекинга.

Типы установок каталитического крекинга. Технологическая схема установки каталитического крекинга с движущимся слоем шарикового катализатора. Технологический режим и материальный баланс процесса. Устройство реактора, регенератора, пневмоподъемника.

Варианты реакторного блока установок каталитического крекинга с кипящим слоем катализатора. Технологическая схема установок каталитического крекинга с кипящим Слой катализатора. Технологический режим процесса. Материальный баланс установки.

Устройство реактора и регенератора. Варианты реакторов лифтного типа. Технологическая схема установки каталитического крекинга типа Г43-107. Технологический режим процесса. Материальный баланс установки. Регулирование режима работы реакторов и регенераторов.

Безопасность труда и меры по охране окружающей среды.

### **4.2. Каталитический риформинг.**

Назначение каталитического риформинга. Химизм каталитического риформинга. Катализаторы риформинга, их состав и свойства. Сырье для каталитического риформинга и его продукты. Влияние фракционного и химического состава сырья на выход и октановое число бензина. Изменение свойств катализатора в процессе риформинга. Регенерация катализатора: окислительная, окислительно-восстановительная.

Параметры каталитического риформинга: тепловой эффект реакций, температура, объемная скорость, давление и кратность циркуляции водородсодержащего газа.

Типы установок каталитического риформинга. Технологическая схема установки платформинга. Технологический режим процесса. Материальный баланс установки.

Перспективы совершенствования процесса каталитического риформинга.

Выделение аренов из продуктов каталитического риформинга. Сырье для экстракции аренов, растворители. Получаемые продукты. Технологическая схема установки экстракции аренов. Технологический режим экстракции. Комбинированная установка по производству аренов. Основные секции установки и их назначение.

Безопасность труда и охрана окружающей среды при эксплуатации установок каталитического риформинга.

### **4.3. Гидроочистка и гидрокрекинг**

Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке: гидроочистка и гидрокрекинг.

Назначение гидроочистки. Химизм процесса гидроочистки. Основные параметры: температура, давление, объемная скорость подачи сырья, кратность циркуляции ВС Г и расход водорода, тепловой эффект реакции.

Катализаторы гидроочистки и требования к ним. Срок службы катализатора. Гидроочистка бензиновых, керосиновых фракций. Гидроочистка дизельных фракций, ее технологическая схема: реакторный блок, блок стабилизации и защелачивания, блок очистки циркуляционного газа и газов стабилизации, блок раствора моноэтаноламина.

Основная аппаратура установки гидроочистки. Механизм образования коррозии и ее типы на установках гидроочистки. Характеристика исходного дизельного топлива и гидроочисточного. Материальный баланс гидроочистки дизельного топлива. Гидроочистка вакуумных дистиллятов и

мазутов. Эксплуатация установок гидроочистки. Регенерация катализатора.

Безопасность труда и охрана окружающей среды при эксплуатации установок гидроочистки.

Химизм процесса гидрокрекинга. Гидрокрекинг дистиллятов. Одноступенчатый и двухступенчатый гидрокрекинг.

Технологическая схема двухступенчатого гидрокрекинга вакуумного газойля. Технологический режим процесса. Материальный баланс установки. Аппаратура.

Гидрокрекинг остатков нефтепереработки. Гидрообессеривание мазута с целью получения маловязкого и малосернистого котельного топлива или сырья для каталитического крекинга-Углубленный гидрокрекинг в целях получения моторного топлива. Гидрокрекинг с кипящим слоем катализатора.

Безопасность труда и охрана окружающей среды при эксплуатации установок гидрокрекинга.

## **Раздел 5. Переработка нефтяных газов**

### **5.1. Подготовка газов к переработке**

Состав нефтезаводских газов и источники их получения. Использование узких газовых фракций. Основные виды товарной продукции при переработке насыщенных углеводородных газов.

Необходимость очистки газов. Методы очистки и осушки газов. Технологическая схема осушки газов моноэтанолом. Технологический режим осушки. Осушка газов цеолитами.

Способы разделения газовых смесей: конденсация, компрессия, абсорбция, адсорбция и ректификация.

Технологическая схема газофракционирующей установки (ГФУ) конденсационно-компрессионно-ректификационного типа для разделения предельных газов.

Технологическая схема абсорбционно-газофракционирующей установки (АГФУ) абсорбционно-ректификационного типа для разделения газов термического и каталитического крекинга.

Безопасность труда и охрана окружающей среды при эксплуатации газофракционирующих установок.

### **5.2. Производство алкилата (технического изооктана)**

Назначение процесса каталитического алкилирования. Механизм серноокислотного алкилирования. Побочные химические реакции. Сырье для алкилирования. Товарная продукция. Параметры процесса: температура, давление, объемная скорость подачи сырья, соотношение катализаторов и алкенов.

Технологическая схема установки серноокислотного алкилирования. Реакторы вертикального и каскадного типа. Материальный баланс установки. Преимущества и недостатки серноокислотного алкилирования.

Безопасность труда и охрана окружающей среды при эксплуатации установок серноокислотного алкилирования.

### **5.3. Изомеризация легких алканов**

Назначение процесса изомеризации. Сырье для изомеризации. Товарная продукция. Технологическая схема изомеризации. Технологический режим процесса. Материальный баланс установки. Безопасность труда при эксплуатации установок изомеризации алканов

## **Раздел 6. Очистка светлых нефтепродуктов**

### **6.1. Карбамидная депарафинизация дизельного топлива**

Теоретические основы карбамидной депарафинизации. Сущность процесса. Влияние на него температуры, степени и продолжительности контакта, чистоты карбамида. Теплота комплексобразования. Варианты технологических схем. Принципиальная схема, режим процесса депарафинизации спиртоводным раствором карбамида. Материальный баланс установки. Качество очищенного дизельного топлива. Регенерация карбамида и растворителей.

Безопасность труда при эксплуатации установок карбамидной депарафинизации.

### **6.2. Адсорбционная очистка**

Технические основы адсорбционной очистки. Применяемые адсорбенты. Избирательная адсорбция при использовании цеолитов. Технологическая схема установки «Парекс» для адсорбционного извлечения парафинов. Параметры технологического режима. Материальный баланс установки.

## **Раздел 7. Производство нефтяных масел**

### **7.1. Основы технологии производства нефтяных масел**

Сырье для производства масел и его подготовка. Многоступенчатая очистка масел от

нежелательных компонентов.

Деасфальтизация, очистка избирательными растворителями, депарафинизация. Методы доочистки.

Принципиальная схема производства масел.

### **7.2. Деасфальтизация остаточных масел**

Назначение процесса деасфальтизации гудрона. Основы технологии удаления смолистых веществ с применением жидкого пропана. Влияние на процесс температуры и соотношения растворителя и сырья. Технологическая схема установки двухступенчатой деасфальтизации гудрона пропаном. Технологический режим процесса. Материальный баланс установки. Устройство экстракционной колонны.

Безопасность труда и охрана окружающей среды при эксплуатации установок деасфальтизации гудрона.

### **7.3. Очистка масел избирательными растворителями**

Применение избирательных растворителей в процессах подготовки компонентов товарных масел. Общие требования к избирательным растворителям. Свойства применяемых растворителей. Основы технологии очистки масел с применением фенола, фурфурола и других растворителей. Влияние параметров процесса и свойств растворителя на степень очистки. Технологическая схема, режим, материальный баланс установки селективной очистки масел фурфуролом или фенолом. Устройство основных аппаратов. Режим очистки.

Особенности технологии очистки масел парными растворителями.

Безопасность труда и охрана окружающей среды при эксплуатации установки селективной очистки масел.

### **7.4. Депарафинизация рафинатов селективной очистки**

Основы технологии депарафинизации масел. Применяемые растворители. Параметры процесса. Технологическая схема депарафинизации с применением кетоно-толуольного растворителя. Технологический режим и материальный баланс процесса. Основная аппаратура: кристаллизаторы, барабанный вакуум-фильтр. Техничко-экономические показатели процесса.

### **7.5. Очистка масел адсорбентами, серной кислотой. Гидроочистка масел**

Адсорбционная очистка масел контактным методом и методом фильтрования (перколяции). Технологическая схема, режим, материальный баланс контактной очистки. Устройство смесителей и фильтров установки. Перколяция на неподвижном адсорбенте. Доочистка масел на движущемся алюмосиликатом адсорбенте.

Серноокислотная очистка масел. Ее параметры принципиальная технологическая схема. Применяемая аппаратура. Утилизация отходов серноокислотной очистки гудронов.

Гидроочистка масел, ее задачи, особенности технологического режима, материальный баланс, технологическая схема.

## **Раздел 8. Производство нефтепродуктов различного назначения**

### **8.1. Производство парафинов и церезинов**

Жидкие и твердые парафины. Их назначение и свойства. Способы выделения парафинов из нефтяных фракций. Гачи и петролатум.

Обезмасливание парафинов в камерах потения и избирательными растворителями. Методы очистки парафина-сырца

### **8.2. Производство битумов**

Основные требования к дорожным и строительным битумам. Показатели их качества.

Способы получения битумов. Сырье для производства битумов и требования к нему. Технология получения окисленных битумов. Технологическая схема установки непрерывного производства битума. Применяемая аппаратура. Присадки к битумам.

Безопасность труда и охрана окружающей среды при производстве битумов.

### **8.3. Производство присадок к маслам**

Типы присадок к маслам: антиокислительные, антикоррозионные, депрессаторы, вязкостные и др. Химический состав присадок.

Процесс производства присадок. Исходные вещества для производства присадок. Стадии получения беззольной моющей сукцинимидной присадки. Параметры процесса получения сукцинимидной присадки.

Стадии получения фосфорной противозадирной присадки ДФ-11. Технологическая схема, режим

процесса, материальный баланс. Применяемая аппаратура.

## **Раздел 9. Компаундирование и получение товарной продукции**

Приготовление авиационных и автомобильных бензинов.

Базовые масла. Присадки к маслам. Получение товарных масел компаундированием

## **Раздел 10. Современный нефтеперерабатывающий завод**

### **10.1. Комбинированные процессы переработки нефти по топливному варианту**

Экономическая целесообразность комбинированных процессов переработки нефти. Состав комбинированных установок ЛК-6У, ГК-3, КТ-1, КТ-2, КТ-3. Технологическая схема комбинированной установки ЛК-6У переработки нефти по топливному варианту. Товарный баланс

### **10.2. Комбинированные процессы получения масел**

Состав комбинированной установки получения масел КМ-1/2. Назначение блоков комбинированной установки. Получаемые продукты.

### **10.3. Основные технологические схемы нефтеперерабатывающих заводов**

Профили нефтеперерабатывающих заводов. Принципиальные схемы переработки сернистой нефти по топливному варианту с высоким уровнем отбора светлых нефтепродуктов.

Схемы переработки нефти по топливно-масляному варианту.

### **10.4. Прием, транспортирование, хранение нефти и нефтепродуктов**

Слив и налив нефти и нефтепродуктов. Транспортирование нефти по трубопроводу, по железной дороге и по воде.

Прием сырья на заводе. Эстакады. Наливные эстакады стоякового и галерейного типа.

Резервуарные парки: сырьевые, промежуточные и товарные. Резервуары со стационарными крышами. Резервуары с понтоном и плавающей крышей.

Подземные резервуары.

Безопасность труда при сливноналивных операциях и перекачке нефти

## **Основная литература**

1. **Рябов В. Д.** Химия нефти и газа. –М.: Техника, 2004. -287с.
2. **Ахметов С. А.** Технология глубокой переработки нефти и газа. Уфа: Гилом, 2002. -671с.
3. **Багиров И. Т.** Современные установки первичной переработки нефти. - М.: Химия, 1974.
4. **Гуревич И. Л.** Технология переработки нефти и газа: Ч. 1: Общие свойства и первичные методы переработки нефти и газа. - М.: Химия, 1972.
5. **Смидович Е. В.** Технология переработки нефти и газа: Ч. 2: Деструктивная переработка нефти и газа. - М.: Химия, 1980.
6. **Червожуков Н. И.** Технология переработки нефти и газа: Ч. 3: Очистка нефтепродуктов и производство специальных продуктов. - М.: Химия, 1978.
7. **Школьников В. М.** Товарные нефтепродукты: Свойства и применение: Справочник. - М., Химия, 1978.
8. **Эрих В. Н., Расина М. Г., Рудин М. Г.** Химия и технология нефти и газа. Л.: Химия. Ленингр. отд-ние, 1985. -378с.

## **Дополнительная литература**

1. **Суханов В. П.** Каталитические процессы в нефтепереработке. - М.: Химия, 1979.
2. **Хаджиев С. Н.** Крекинг нефтяных фракций на цеолитсодержащих катализаторах. -М.: Химия, 1982.
3. **Дияров И. Н.** и др. Химия нефти. –Л.:Химия, 1990. -240с.
4. **Гудим М. Г., Драбкин А. Е.** Краткий справочник нефтепереработчика.
5. **Верисичинская С. В., Дигуров Н. Г., Сеницин С. А.** Химия и технология нефти и газа. –М.: Форум, 2003. -400с.