

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Тема 1 – Термодеструктивные процессы переработки углеводородного сырья.....	11
1.1 Методы оценки эффективности НПЗ.....	11
1.2 Научные основы термодеструктивных процессов.....	12
1.3 Висбрекинг нефтяных остатков.....	12
1.4 Коксование нефтяных остатков.....	13
1.5 Пиролиз углеводородного сырья.....	13
Рекомендуемая литература.....	14
Тема 2 – Термокаталитические процессы переработки нефтяных фракций.....	15
2.1 Термокаталитические процессы в нефтепереработке и нефтехимии. Научные основы термокаталитических процессов.....	15
2.2 Каталитический крекинг.....	15
2.3 Адсорбционно-каталитическая очистка остаточного сырья.....	15
Рекомендуемая литература.....	16
ПК 1: Контрольные вопросы к 1 этапу промежуточного контроля (Темы 1 и 2).....	16
Тема 3 – Гидрогенизационные процессы переработки углеводородного сырья.....	18
3.1 Научные основы гидрогенизационных процессов.....	18
3.2 Гидроочистка нефтяных фракций.....	18
3.3 Гидрокрекинг нефтяных фракций.....	18
3.4 Гидродепарафинизация нефтяных фракций.....	19
Рекомендуемая литература.....	19
Тема 4 – Производство высокооктановых бензинов.....	20
4.1 Изомеризация пентан-гексановых фракций.....	20
4.2 Каталитический риформинг бензиновых фракций.....	20
Рекомендуемая литература.....	21
ПК 2: Контрольные вопросы к 1 этапу промежуточного контроля (Темы 3 и 4).....	21
Тема 5 – Переработка углеводородных газов, производство водорода.....	23
5.1 Газофракционирующие установки ГФУ и АГФУ. Процесс «Мерокс».....	23
5.2 Производство водорода. Паровой риформинг углеводородного газа и концентрирование водорода методом короткоциклового адсорбции (PSA).....	23
5.3 Переработка пропан-пропиленовой фракции. Производство диизопропилового эфира (ДИПЭ) и полимербензина.....	23
5.4 Переработка бутан-бутиленовой фракции. Процесс производства метилтретбутилового эфира(МТБЭ).....	24
5.5 Переработка бутан-бутиленовой фракции. Процесс алкилирования изобутана олефинами (сернокислотное и фтористоводородное).....	24
Рекомендуемая литература.....	24
Тема 6 – Производство индивидуальных ароматических углеводородов.....	25
Рекомендуемая литература.....	25
Тема 7 – Производство нефтяных битумов.....	26
Рекомендуемая литература.....	26
ПК 3: Контрольные вопросы к 3 этапу промежуточного контроля (Темы 4 – 7).....	26
Вопросы к экзамену.....	29

Введение

Предметом дисциплины «Технология переработки нефти и газа» (Раздел 2. Процессы глубокой переработки нефти - получение топлив и специальных продуктов) являются нефть, нефтяные фракции, топлива и специальные продукты нефтепереработки; технологические процессы переработки нефти и газов, приборы и методы исследования свойств нефти и газов, проведение научных и экспериментальных исследований. Дисциплина предусматривает изучение процессов переработки нефтяного и газового сырья физическими и химическими методами.

Целью изучения дисциплины является формирование и развитие у студентов глубоких знаний в области технологий переработки нефти и газа, навыков проектирования установок и управления процессами, используемыми в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, приобретение академических, профессиональных, социально-личностных компетенций, позволяющих им решать задачи в сфере профессиональной и социальной деятельности.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- изучение теоретических основ технологических процессов производства топлив и специальных нефтепродуктов;
- изучение их номенклатуры, ассортимента, назначения, основных характеристик и методов анализа;
- изучение методов расчета технологических параметров и аппаратуры;
- изучение состояния и перспективы развития отрасли и ее сырьевой базы;
- изучение технико-экономических показателей процессов нефтепереработки;
- изучение организации технологических процессов переработки нефти и газа с получением продукции заданного качества;
- выработка умения самостоятельного выбора оптимальных параметров процессов нефтепереработки;
- выработка умения анализировать условия и режим работы технологического оборудования и машин для переработки нефти, нефтяных фракций и газа.

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует компетенции, позволяющие:

- самостоятельно повышать свой профессиональный уровень;
- применять полученные базовые научно-теоретические знания для решения научных и практических задач;
- использовать навыки системного, исследовательского и сравнительного анализа;
- формулировать и выдвигать новые идеи;
- осуществлять комплексный подход к решению технологических и экологических проблем;
- применять методы математической статистики при обработке экспериментальных данных;
- применять прогрессивные энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии;
- осуществлять выбор перспективных материалов и ресурсосберегающих технологических решений;
- работать с научной, нормативно-справочной и специальной литературой в области химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов;
- выбирать оптимальные варианты проведения научно-исследовательских работ;
- заниматься научным анализом и совершенствованием современных технологий переработки природных энергоносителей и углеродных материалов.

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

- физико-химические свойства нефтей, ее фракций и углеводородных газов как сырья для производства топлив и специальных нефтепродуктов;

- процессы переработки углеводородного сырья;
- основные факторы этих процессов, влияющие на выход и качество получаемых нефтепродуктов;
- поточные схемы переработки углеводородного сырья и технологические схемы промышленных установок производства компонентов товарных нефтепродуктов;
- экологические характеристики промышленных процессов (установок) для производства компонентов товарных нефтепродуктов;
- методы расчета технологических параметров переработки процессов и аппаратуры, применяемых при переработке углеводородного сырья.

уметь:

- анализировать поточные и принципиальные технологические схемы процессов;
- проводить лабораторный контроль производства;
- осуществлять технологические расчеты основного оборудования процессов переработки нефти и газа;
- использовать новые приемы экологического и энергосберегающего характера для совершенствования существующих технологий переработки нефти и газа.

Учебная программа дисциплины рассчитана на 266 часов, из них аудиторных 134 часа. Распределение аудиторных часов по видам занятий: 52 часа лекции, 50 часов практические занятия (из них 18 часов – консультации по курсовому проекту) и 32 часа лабораторные работы

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Название тем, их содержание, объём в часах лекционных занятий

№ п/п	Название разделов, тем	Содержание	Объем в часах
1	Термодеструктивные процессы переработки углеводородного сырья	<p>Глубина переработки нефти, выход светлых нефтепродуктов и моторных топлив.</p> <p>Научные основы термодеструктивных процессов. Их химизм, механизм, кинетические закономерности и термодинамика. Влияние различных факторов на глубину и скорость протекания термодеструктивных процессов.</p> <p>Процессы висбрекинга и коксования нефтяных остатков, их место в схеме завода. Особенности процессов, используемое сырье, поведение сырьевых компонентов при висбрекинге и коксовании. Режим проведения процессов, получаемая продукция, различные технологии, их технико-экономические показатели работы, основное оборудование.</p> <p>Пиролиз углеводородного сырья. Особенности процесса (химизм, механизм, кинетика, термодинамика). Влияние природы сырья (химический, групповой состав, индекс корреляции) и технологических факторов (температура, давление, продолжительность пребывания в зоне высоких температур, расход водяного пара и т.п.) на выход целевой продукции. Режим проведения процесса, получаемая продукция, различные технологии пиролиза.</p>	2 2 4 2
2	Термокаталитические процессы переработки нефтяных фракций	<p>Термокаталитические процессы в нефтепереработке и нефтехимии. Научные основы процесса, кислотные свойства катализаторов и их связь с механизмом реакций.</p> <p>Каталитический крекинг нефтяного сырья. Химизм, термодинамика и кинетика превращений углеводородов, используемые катализаторы. Факторы, влияющие на процесс.</p> <p>Технологические схемы современных установок каталитического крекинга. Режим проведения процесса, получаемая продукция.</p>	2 4 2
3	Гидрогенизационные процессы переработки углеводородного сырья	<p>Разновидности гидрогенизационных процессов и их роль в производстве топлив. Научные основы процесса, химизм, термодинамика и кинетика превращений углеводородов, состав и свойства катализаторов, их связь с механизмом реакций.</p> <p>Гидроочистка, гидрокрекинг и гидродепарафинизация нефтяных фракций. Используемые катализаторы. Факторы, влияющие на процессы. Технологические схемы современных установок. Режим проведения процессов, получаемая продукция, различные технологии.</p>	4 4

№ п/п	Название разделов, тем	Содержание	Объем в часах
4	Производство высокооктановых бензинов	Каталитический риформинг и изомеризация бензиновых фракций. Научные основы процессов, состав и свойства катализаторов, их связь с механизмом реакций. Химизм, термодинамика и кинетика превращений углеводородов. Факторы, влияющие на процессы. Технологические схемы современных установок. Режим проведения процессов, получаемая продукция.	8
5	Переработка углеводородных газов, производство водорода	Разделение углеводородных газов на газофракционирующих установках АГФУ и ГФУ. Технологические схемы установок. Режим проведения процесса, получаемая продукция.	2
		Паровой риформинг углеводородного газа. Научные основы процесса, состав и свойства катализаторов. Химизм, термодинамика и кинетика превращений углеводородов. Факторы, влияющие на процесс. Технологические схемы современных установок. Способы получения и выделения водорода. Метод и технология короткоциклового адсорбции.	2
		Переработка пропан-пропиленовой фракции. Производство диизопропилового эфира(ДИПЭ) и полимербензина.	2
		Переработка бутан-бутиленовой фракции. Процессы производства метилтретбулового эфира(МТБЭ) и алкилирования изобутана олефинами. Технологические схемы современных установок. Режим проведения процесса, получаемая продукция, основное оборудование.	2
6	Производство индивидуальных ароматических углеводородов	Состав комплекса получения индивидуальных ароматических углеводородов, назначение установок. Экстракция и экстрактивная дистилляция ароматических углеводородов. Технологические схемы блоков экстракции. Режим проведения процесса, получаемая продукция, основное оборудование.	2
		Переработка толуола, ароматических углеводородов C ₉ и выше. Процессы каталитического деалкилирования (Детол) и трансалкилирования (Таторей). Технологические схемы современных установок. Разделение ксилольной фракции на индивидуальные компоненты, четкая ректификация, низкотемпературная кристаллизация параксилола, его адсорбционное извлечение. Технологическая схема процесса Parex, режим и особенности конструкции основного оборудования, получаемая продукция.	4
7	Производство нефтяных битумов	Состав, строение, свойства и классификация нефтяных битумов. Научные основы процесса получения окисленных битумов. Химизм, термодинамика и кинетика превращений углеводородов. Факторы, влияющие на процесс. Технологические схемы современных установок.	4
		Итого	52

Название тем, их содержание, объём в часах практических занятий

№ п/п	Название разделов, тем	Содержание	Объем в часах
1	Термодеструктивные процессы переработки углеводородного сырья	Составление схемы и материального баланса топливно-химического блока НПЗ при заданной глубине переработки нефти и выходах продуктов для нефтехимического синтеза.	4
		Принципы составления поточных и технологических схем установок переработки нефти.	2
		Расчет материальных и тепловых балансов процессов висбрекинга, коксования и пиролиза нефтяного сырья.	2
2	Термокаталитические процессы переработки нефтяных фракций	Расчет материального и теплового балансов реакторного блока установок каталитического крекинга нефтяного сырья. Применение прикладных программ для проведения расчетов. Особенности проведения расчетов ректификационного оборудования блока фракционирования продуктов.	6
			2
3	Гидрогенизационные процессы переработки углеводородного сырья	Расчет материальных и тепловых балансов процессов гидроочистки, гидрокрекинга, гидродепарафинизации нефтяных фракций. Определение геометрических размеров реакторов. Расчет гидродинамических сопротивлений слоя катализатора и элементов конструкций реакторов. Особенности проведения расчетов сепарационного и ректификационного оборудования.	4
			4
			2
4	Производство высокооктановых бензинов	Расчет материальных и тепловых балансов процессов каталитического риформинга и изомеризации бензиновых фракций. Применение прикладных программ для проведения расчетов.	6
			4
5	Переработка углеводородных газов, производство водорода	Расчет материальных и тепловых балансов процесса паровой конверсии углеводородных газов. Особенности расчета адсорбционных аппаратов.	6
		Расчет материальных балансов процессов получения ДИПЭ, МТБЭ.	2
6	Производство индивидуальных ароматических углеводородов	Разработка поточных схем и расчет материального баланса процессов производства и выделения ароматических углеводородов.	2
			2
7	Производство нефтяных битумов	Расчет материального баланса процесса получения окисленных битумов. Расчетные показатели качества битумов.	2
		Итого	50

Тематика лабораторных работ

№ п/ п	Название разделов, тем	Содержание	Объем в часах
1	Термодеструктивные процессы переработки углеводородного сырья	Висбрекинг (коксование) нефтяных остатков. Анализ сырья, расчет основных параметров, проведение процесса, определение материального баланса и анализ продуктов. Изучение показателей качества сырья процесса пиролиза нефтяных фракций и продуктов(пиробензин, ТСП и пр.) процесса.	4
2	Термокаталитические процессы переработки нефтяных фракций	Каталитический крекинг вакуумного газойля. Анализ сырья, расчет основных параметров, проведение процесса, определение материального баланса и анализ продуктов.	8
3	Гидрогенизационные процессы переработки углеводородного сырья	Изучение показателей качества сырья и продуктов процессов гидроочистки и гидрокрекинга нефтяных фракций. Определение кинематической вязкости, температуры помутнения и застывания, температуры вспышки, содержания серы, йодных чисел, фракционный состав и т.д.	4
4	Производство высокооктановых бензинов	Изучение показателей качества сырья и продуктов процессов каталитического риформинга и изомеризации бензиновых фракций. Определение кинематической вязкости, фракционного состава, давления насыщенных паров содержания серы, йодных чисел, и т.д.	8
5	Переработка углеводородных газов, производство водорода	–	–
6	Производство индивидуальных ароматических углеводородов	Экстракция ароматических углеводородов из легкого и тяжелого бензина каталитического риформинга. Анализ сырья, расчет основных параметров, проведение процесса, определение материального баланса и анализ продуктов.	4
7	Производство нефтяных битумов	Окисленные и компаундированные битумы. Анализ сырья, проведение процессов, изучение свойств битумов: температура размягчения, глубина проникания иглы, растяжимость и т.д.	4
		Итого	32

В соответствии с приказом ректора УО «Полоцкий государственный университет» № 264 от 06 июня 2014 г. оценка знаний студентов, полученных в ходе изучения настоящей дисциплины проводится по рейтинговой системе. Рейтинг-план дисциплины «по дисциплине «Специальные технологии переработки природных энергоносителей» Направление: Производство топлив, приведен ниже.

Рейтинг-план дисциплины: «Технология переработки нефти и газа».
Раздел 2. -Процессы глубокой переработки нефти - получение топлив и специальных продуктов

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы, учебного занятия, перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа	
1	Термодеструктивные процессы переработки углеводородного сырья	10	8	4		Коллоквиум 6 неделя $k1=0,15$ Защита лаб. раб
2	Термокаталитические процессы переработки нефтяных фракций	8	8	8		
3	Гидрогенизационные процессы переработки углеводородного сырья	8	10	4		Коллоквиум 12 неделя $k2=0,2$ Защита лаб. раб.
4	Производство высокооктановых бензинов	8	10	8		
5	Переработка углеводородных газов, производство водорода	8	8	–		Коллоквиум 17 неделя $k3=0,15$ Защита лаб. раб.
6	Производство индивидуальных ароматических углеводородов	6	4	4		
7	Производство нефтяных битумов	4	2	4		
Итого		52	50	32		Экзамен

Весовой коэффициент результатов промежуточного контроля знаний студентов в течение семестра $k = k1+k2+k3+k_{\text{лаб}} = 0,15+0,2+0,15+0,2=0,7$

Защита отчетов по лабораторным работам по $k_{\text{лаб}} = 0,2$.

Итоговая экзаменационная оценка по дисциплине является средневзвешенной и рассчитывается по формуле:

$$ИЭ = k \cdot П + (1 - k) \cdot Э$$

где

$ИЭ$ – итоговая экзаменационная оценка;

$П$ – результат промежуточного контроля за семестр;

$Э$ – оценка, полученная студентом на экзамене по десятибалльной шкале.

Результат промежуточного контроля за семестр рассчитывается по формуле:

$$П = \frac{k_1 \cdot ПК_1 + k_2 \cdot ПК_2 + k_3 \cdot ПК_3 + k_{\text{лаб}} \cdot ПК_{\text{лаб}}}{4}$$

где

$ПК_{1-3}$ – оценка за мероприятия промежуточного контроля по десятибалльной шкале;

$ПК_{\text{лаб}}$ – итоговая оценка по результатам защит отчетов по лабораторным работам;

4 – количество мероприятий промежуточного контроля

Для студентов, пропустивших мероприятия промежуточного контроля по уважительной причине, кафедрой устанавливаются дополнительные сроки. Студентам, пропустившим мероприятия промежуточного контроля без уважительной причины, выставляется отметка 1(один) балл за данное мероприятие.

Студент имеет право повысить оценку по любому мероприятию промежуточного контроля на платной основе. Количество и сроки пересдач с целью повышения оценки определяет кафедра.

В зачетно-экзаменационную ведомость вносятся:

1. Значение коэффициента промежуточного контроля (k)
2. Результат промежуточного контроля студента за семестр ($П$)
3. Оценка, полученная на экзамене ($Э$) за ответ по билету
4. Округленная по математическим правилам итоговая экзаменационная оценка ($ИЭ$)

В случае выявления на экзамене шпаргалок, факта списывания, несанкционированного использования средств передачи и хранения информации, в качестве итоговой экзаменационной оценки выставляется 1(один) балл без учета результата промежуточного контроля. Пересдача неудовлетворительной итоговой экзаменационной оценки осуществляется в установленном порядке с учетом результата промежуточного контроля за семестр.

Тема 1 – Термодеструктивные процессы переработки углеводородного сырья

1.1 Методы оценки эффективности НПЗ

Основные направления развития нефтеперерабатывающих предприятий:

1. увеличение глубины переработки нефти;
2. комплексность переработки нефти и газа;
3. безотходность переработки;
4. укрупнение технологических объектов и предприятий;
5. комбинирование процессов;
6. автоматизация и компьютерное управление процессами;
7. использование энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования;
8. обеспечение экологичности продукции и действующих производств;
9. экологическая и промышленная безопасность производств и т.д.

Глубина переработки нефти – степень использования нефти для удовлетворения потребностей общества различными углеводородсодержащими продуктами за исключением потребностей в котельных топливах (в том числе и для нужд самого НПЗ) и безвозвратных потерь при переработке.

$$ГП = \frac{GN - GK - GC - GB}{GN} \cdot 100\%$$

где

ГП – глубина переработки нефти, %;

GN – объем переработки нефти, т/год;

GK – объем производства товарного котельного топлива, т/год;

GC – объем собственного потребления котельного топлива (без учета сухого газа), т/год;

GB – объем безвозвратных потерь, т/год.

Комплексность переработки нефти - рациональное извлечение из нефтей ценных компонентов (масел, жидких и твердых парафинов, нафтеновых кислот, серо- и азотсодержащих соединений, металлов и т.п.), а также оптимальную переработку ранее не утилизируемых продуктов, например легких газов, смолы пиролиза и пр.

Безотходность переработки нефти предусматривает не только полную переработку всех фракций нефти, но и применение технологий, катализаторов и реагентов, исключающих образование вредных выбросов и отходов.

Выход светлых нефтепродуктов из нефти – отношение выхода суммы (бытовой газ, бензин, керосин, ДТ, ароматические углеводороды $C_6 - C_8(C_9)$) к объему переработанной нефти.

Выход моторных топлив – отношение выхода моторных топлив к объему переработанной нефти. К моторным топливам относятся: товарный бензин, керосин(реактивное топливо), дизельное топливо, судовое топливо (топливо, предназначенное для использования в судовых дизелях, а также на газотурбинных установках).

Индекс Нельсона – Технико-экономический показатель, являющийся коэффициентом сложности НПЗ. Служит для количественной оценки относительной стоимости отдельных составляющих НПЗ. Индекс для процессов показывает отношение стоимости процессов к стоимости первичной переработки нефти, а индекс всего завода в целом представляет собой средневзвешенный итог коэффициентов всех процессов завода. Максимальный индекс НПЗ – более 10, минимальный порядка 2.

Чем выше индекс, тем более сложной обработке подвергается сырая нефть и тем более сложные продукты нефтехимии (наряду с обычным бензином и дизельным топливом) способен производить завод.

Современный НПЗ должен иметь индекс Нельсона 8-10 и выше.

Коэффициенты сложности процессов устанавливают экспертной оценкой по результатам анализа работы заводов. Периодически они пересматриваются с учетом появления новых процессов, изменения их сложности.

Значения индекса Нельсона для некоторых процессов (2010 г.):

• ЭЛОУ	0,5	
• Атмосферная перегонка	1	
• Производство водорода	1	
• Газофракционирование	1	
• Производство битума	1,5	
• Вакуумная перегонка	1- 2	
• Висбрекинг	2,5	
• Изомеризация	3 -4	
• Термокрекинг	3 – 3,8	
• Гидроочистка	3	
• Каталитический риформинг	3,4 - 5	
• Каталитический крекинг	6 – 7,2	
• Коксование	6	
• Гидрокрекинг	6 -10	
• Алкилирование	7,5-10	
• Производство оксигенатов (МТБЭ/ТАМЭ)	10	10
• Производство ароматики	15	
• Производство масел	60	
• Производство серы	85	

1.2 Научные основы термодеструктивных процессов

К термическим процессам, используемым в нефтепереработке, обычно относят следующие: висбрекинг, термический крекинг, коксование и пиролиз, а также получение технического углерода и нефтяных пеков.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Научные основы термодеструктивных процессов.
- Химизм, механизм, кинетические закономерности и термодинамика.
- Влияние различных факторов на глубину и скорость протекания термодеструктивных процессов.

1.3 Висбрекинг нефтяных остатков

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Назначение и сущность процесса висбрекинга гудрона
- Требования к сырью.
- Ассортимент и основные показатели качества продуктов. Материальный баланс процесса.
- Факторы влияющие на процесс. Основные технологические параметры процесса.
- Поточная и технологическая схемы установки Висбрекинга гудрона.
- Основное оборудование. Особенности аппаратного оформления процесса.
- Удельные расходы топливно-энергетических ресурсов.

- Методики расчета материального и теплового балансов процесса и основного оборудования

1.4 Коксование нефтяных остатков

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Назначение и сущность процесса коксования. Виды коксования: в обогреваемых кубах, замедленное коксование (УЗК), коксование в кипящем слое – технологии Fluid Coking, Flexicoking.
- Механизм образования кокса.
- Требования к сырью.
- Ассортимент и основные показатели качества продуктов. Классификация нефтяного кокса. Технология изготовления и область применения нефтяных коксов.
- Материальный баланс процесса.
- Факторы влияющие на процесс. Основные технологические параметры процесса УЗК.
- Поточная и технологическая схемы установки замедленного коксования нефтяных остатков..
- Основное оборудование. Особенности аппаратурного оформления процесса замедленного коксования.
- Удельные расходы топливно-энергетических ресурсов.
- Методики расчета материального и теплового балансов процесса и основного оборудования

1.5 Пиролиз углеводородного сырья

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Назначение и сущность процесса. Виды пиролиза углеводородного сырья.
- Теоретические основы процесса: химизм, механизм, кинетические закономерности и термодинамика.
- Требования к сырью.
- Ассортимент и основные показатели качества продуктов. Классификация нефтяного кокса. Технология изготовления и область применения нефтяных коксов.
- Материальный баланс процесса.
- Факторы влияющие на процесс. Основные технологические параметры процесса УЗК.
- Поточная и технологическая схемы установки замедленного коксования нефтяных остатков..
- Основное оборудование. Особенности аппаратурного оформления процесса замедленного коксования.
- Удельные расходы топливно-энергетических ресурсов.
- Методики расчета материального и теплового балансов процесса и основного оборудования

Рекомендуемая литература

1. Технология переработки нефти и газа. Процессы глубокой переработки нефти и нефтяных фракций: учебно-методический комплекс. В 2 ч. Ч.1 Курс лекций / сост. и общ. ред. С.М. Ткачева. – 2-е изд., с изм. – Новополюцк: ПГУ, 2007. – 392 с.
2. Технология переработки нефти и газа. Процессы глубокой переработки нефти и нефтяных фракций: учебно-методический комплекс. В 2 ч. Ч.2 Методические материалы к практическим и семинарским занятиям / сост. А.Ф. Корж, С.М. Ткачев. – 2-е изд., с изм. – Новополюцк: ПГУ, 2007. – 176 с.
3. Химия нефти и газа: учебно-методический комплекс для студентов специальности 1-48 01 03 / сост. и общ. ред. С.В. Покровской. – Новополюцк: ПГУ, 2007. – 268 с.
4. Смилович Е.В. Технология переработки нефти и газа. Ч.2. – М.: Химия, 1980. – 328 с.
5. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа. –Уфа: Издательство «Гилем», 2002. – 672 с.
6. Каминский Э.Ф., Хавкин В.А. Глубокая переработки нефти: технологический и экологический аспекты М.: Техника ООО»ТУМАГРУПП», 2001 – 384 с.
7. Сарданашвили А.Г., Львова А.И. Примеры и задачи по технологии переработки нефти и газа. – М.: Химия, 1980. – 253 с.
8. Альбом технологических схем процессов переработки нефти и газа. Под ред. Бондаренко Б.И. – М.: Химия, 1984. – 198 с.
9. Д.И. Бендеров. Процесс замедленного коксования в необогреваемых камерах. – М Химия, 1976, 176 с.
10. Красюков А.Ф. Нефтяной кокс. – М. Химия, 1966.- 264 с.
11. Гимаев Р.Н. Нефтяной кокс – М.: Химия, 1992. – 80 с.
12. Бигбулатова А.М. Этапы становления и развития производства нефтяного кокса методом замедленного коксования. Диссертация. – Уфа 2002, 98 с.
13. Танатаров М.А. и др. Технологические расчеты установок переработки нефти. – М.: Химия, 1987. – 346 с.
14. Кретинин М.В., Фасхутдинов Р.А., Абызгильдин Ю.М. Проектирование установок замедленного коксования: Учебное пособие — Уфа: УНИ, 1982 — 70 с.
15. Мухина Т.Н., Барабанов Н.Л. и др. Пиролиз углеводородного сырья. М.: Химия, 1987, - 240 с.
16. Черный И.Р. Производство мономеров и сырья для нефтехимического синтеза. М.: Химия, 1973, - 264 с.

Тема 2 – Термокаталитические процессы переработки нефтяных фракций

2.1 Термокаталитические процессы в нефтепереработке и нефтехимии. Научные основы термокаталитических процессов.

К числу термокаталитических процессов используемых в нефтепереработке относятся каталитический крекинг, контактная очистка нефтяных остатков (ART) и каталитический пиролиз.

Каталитический пиролиз не получил широкого распространения.

Процесс ART (Asphalt Residual Treating) (процесс ARTKAT) фирмы Kellogg – процесс адсорбционной деасфальтизации нефтяных остатков в псевдооживленном слое микросферического инертного сорбента-катализатора, предназначен для подготовки остаточного сырья к переработке в процессе каталитического крекинга.

Каталитический крекинг – наиболее широко распространённый процесс переработки нефтяной фракции 360-560°C. Позволяет дополнительно получать до 15-20% в расчете на нефть высокооктанового бензина.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Требования к катализаторам (гетерогенный катализ). Промоторы.
- Кислотные свойства катализаторов и их связь с механизмом реакций.
- Молекулярно-ситовой эффект.

2.2 Каталитический крекинг

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Назначение и сущность процесса.
- Стадии и кинетика процесса.
- Требования к сырью.
- Ассортимент и основные показатели качества продуктов. Сопоставление продуктов реакций при термическом и каталитическом крекинге.
- Материальный баланс процесса.
- Факторы влияющие на процесс. Основные технологические параметры процесса.
- **Виды процессов КК – основное отличие в оформлении реакторного блока.**
 - с неподвижным слоем катализатора
 - с движущимся слоем катализатора
 - с псевдооживленным/кипящим слоем катализатора
 - с лифт-реактором (FCC, RCC, ортофлоу (Orthoflow))
 - с ультракоротким временем контакта -- миллисекундный крекинг Millisecond (MSCC)
- Поточная и технологическая схемы установок каталитического крекинга FCC и MSCC.
- Основное оборудование. Особенности аппаратного оформления процесса.
- Удельные расходы топливно-энергетических ресурсов.
- Методики расчета материального и теплового балансов процесса и основного оборудования

2.3 Адсорбционно-каталитическая очистка остаточного сырья

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Процесс: АКО(ВНИИ НП).
- Процесс ART (Asphalt Residual Treating), фирмы «Келлог» (США).
- Методики расчета материального и теплового балансов процессов.

Рекомендуемая литература

1. Технология переработки нефти и газа. Процессы глубокой переработки нефти и нефтяных фракций: учебно-методический комплекс. В 2 ч. Ч.1 Курс лекций / сост. и общ. ред. С.М. Ткачева. – 2-е изд., с изм. – Новополоцк: ПГУ, 2007. – 392 с.
2. Технология переработки нефти и газа. Процессы глубокой переработки нефти и нефтяных фракций: учебно-методический комплекс. В 2 ч. Ч.2 Методические материалы к практическим и семинарским занятиям / сост. А.Ф. Корж, С.М. Ткачев. – 2-е изд., с изм. – Новополоцк: ПГУ, 2007. – 176 с.
3. Химия нефти и газа: учебно-методический комплекс для студентов специальности 1-48 01 03 / сост. и общ. ред. С.В. Покровской. – Новополоцк: ПГУ, 2007. – 268 с.
4. Каминский Э.Ф., Хавкин В.А. Глубокая переработки нефти: технологический и экологический аспекты М.: Техника ООО»ТУМАГРУПП», 2001 – 384 с.
5. Ахметов С.А. Технология глубокой технологии переработки нефти и газа Уфа, Гилем, 2002, 672 с.
6. Нефедов Б.К., Радченко Е.Д. Алиев Р.Р. Катализаторы процессов глубокой переработки нефти. – М.: Химия, 1992. – 272 с.
7. Смидович Е.В. Технология переработки нефти и газа. Ч.2.– М.: Химия, 1980. – 328 с.
8. Лихтерова Н.М. Технология глубокой переработки нефти. Часть I Термокаталитические процессы Учебное пособие - М., МИТХТ им. М.В. Ломоносова, 2004 – 64с.

ПК 1: Контрольные вопросы к 1 этапу промежуточного контроля (Темы 1 и 2)

1. Основные направления развития нефтеперерабатывающих предприятий
2. Понятия: «Глубина переработки нефти», «Светлые нефтепродукты», «Моторные топлива». Методика их расчета. Процессы, увеличивающие глубину переработки нефти.
3. Индекс Нельсона. Его сущность, метод определения и способы повышения.
4. Понятие «Поточная схема НПЗ». Группы технологических процессов, входящих в состав НПЗ.
5. Сущность процессов «Термический крекинг», «Висбрекинг», «Коксование», «Пиролиз», «Получения технического углерода и нефтяных пеков».
6. Понятие «Степень превращения сырья или Конверсия». Глубина конверсии сырья в термодеструктивных процессах.
7. Химизм и механизм термодеструктивных процессов.
8. Кинетические закономерности и термодинамика термодеструктивных процессов.
9. Основные факторы термического крекинга: термоустойчивость сырья, температура и продолжительность процесса, давление. Их влияние на процесс термического крекинга.
10. Назначение и сущность процесса висбрекинга гудрона. Требования к сырью.
11. Ассортимент и основные показатели качества продуктов процесса висбрекинга гудрона.
12. Основные технологические параметры процесса висбрекинга гудрона.
13. Поточная схема установки Висбрекинга гудрона.
14. Принципиальная технологическая схема установки висбрекинга с сокер-камерой с восходящим потоком. Технологические параметры работы основного оборудования.
15. Особенности аппаратного оформления процесса висбрекинга гудрона.
16. Назначение и сущность процесса коксования. Существующие технологии процесса коксования.
17. Механизм образования кокса.

18. Требования к сырью процесса коксования в зависимости от вида получаемого кокса.
19. Ассортимент и основные показатели качества продуктов процесса коксования.
20. Поточная схема установки замедленного коксования.
21. Принципиальная технологическая схема установки замедленного коксования. Технологические параметры работы основного оборудования.
22. Цикл работы камеры коксования установки УЗК.
23. Особенности аппаратного оформления процесса замедленного коксования.
- 24.
25. Назначение и сущность процесса пиролиза углеводородного сырья. Существующие технологии процесса пиролиза.
26. Химизм и механизм процесса пиролиза. Реакции первичного и вторичного крекинга.
27. Требования к сырью процесса пиролиза.
28. Ассортимент и основные показатели качества продуктов процесса пиролиза.
29. Факторы, влияющие на процесс пиролиза.
30. Поточная схема установки пиролиза.
31. Принципиальная технологическая схема установки пиролиза. Технологические параметры работы основного оборудования.
32. Особенности аппаратного оформления процесса пиролиза.
33. Виды термокаталитических процессов переработки нефти. Их сущность и назначение.
34. Требования к катализаторам термокаталитических процессов. Сущность молекулярно-ситового эффекта.
35. Механизм реакций термокаталитических процессов и его связь со свойствами применяемых катализаторов.
36. Стадии процесса каталитического крекинга. Кинетические закономерности процесса каталитического крекинга.
37. Ассортимент и основные показатели качества продуктов процесса каталитического крекинга.
38. Факторы, влияющие на процесс каталитического крекинга.
39. Виды процессов каталитического крекинга – основное отличие в оформлении реакторного блока
40. Принципиальная технологическая схема установки каталитического крекинга с прямоточным лифт – реактором. Технологические параметры работы основного оборудования.
41. Принципиальная технологическая схема установки каталитического крекинга MSCC. Технологические параметры работы основного оборудования.
42. Особенности работы реакторного блока установок FCC и MSCC.
43. Особенности аппаратного оформления процесса каталитического крекинга.
44. Назначение и сущность процесса адсорбционно-каталитической очистки остаточного сырья.

Тема 3 – Гидрогенизационные процессы переработки углеводородного сырья

Отличительной особенностью гидрогенизационных процессов является осуществление каталитических превращений в присутствии водорода или водородсодержащего газа.

К гидрогенизационным обычно относят следующие процессы:

- гидроочистку нефтяных фракций.
- гидрокрекинг,
- гидродепарафинизацию;
- гидрирование,
- гидродеароматизацию нефтяных фракций.

Риформинг и изомеризацию бензиновых фракций, как правило, рассматривают отдельно, так как они имеют существенные отличия от процессов, перечисленных ранее.

3.1 Научные основы гидрогенизационных процессов

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Химизм и кинетика гидрогенизационных процессов. Стадии процесса.
- Требования к катализаторам. Промоторы. Причины дезактивации катализаторов.

3.2 Гидроочистка нефтяных фракций

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Назначение и сущность процесса.
- Требования к сырью.
- Ассортимент и основные показатели качества продуктов. Материальный баланс процесса.
- Факторы влияющие на процесс. Основные технологические параметры процесса.
- Катализаторы процесса.
- Поточная и технологическая схемы установки.
- Основное оборудование. Особенности аппаратного оформления процесса.
- Удельные расходы топливно-энергетических ресурсов.
- Методики расчета материального и теплового балансов процесса и основного оборудования

3.3 Гидрокрекинг нефтяных фракций

Типы промышленных процессов гидрокрекинга:

1) гидрокрекинг бензиновых фракций с целью получения легких изоалкановых углеводородов, представляющих собой ценное сырье для производства синтетического каучука, высокооктановых добавок к автомобильным бензинам;

2) селективный гидрокрекинг бензинов с целью повышения ОЧ, реактивных топлив и дизельных топлив с целью понижения их температуры застывания;

3) гидродеароматизация прямогонных керосиновых фракций и газойлей каталитического крекинга с целью снижения содержания в них аренов.

4) лёгкий гидрокрекинг вакуумного газойля с целью облагораживания сырья каталитического крекинга с одновременным получением дизельных фракций;

5) глубокий гидрокрекинг вакуумных дистиллятов с целью получения моторных топлив и основы высокоиндексных масел;

6) гидрокрекинг нефтяных остатков с целью получения моторных топлив, смазочных масел, малосернистых котельных топлив и сырья для каталитического крекинга.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Назначение и сущность процесса.
- Требования к сырью.
- Ассортимент и основные показатели качества продуктов. Материальный баланс процесса.
- Факторы влияющие на процесс. Основные технологические параметры процесса.
- Катализаторы процесса.
- Поточная и технологическая схемы установки.
- Основное оборудование. Особенности аппаратного оформления процесса.
- Удельные расходы топливно-энергетических ресурсов.
- Методики расчета материального и теплового балансов процесса и основного оборудования

3.4 Гидродепарафинизация нефтяных фракций

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Назначение и сущность процессов каталитической депарафинизации и каталитической изодепарафинизации.
- Требования к сырью.
- Ассортимент и основные показатели качества продуктов. Материальный баланс процесса.
- Факторы влияющие на процесс. Основные технологические параметры процесса.
- Катализаторы процесса.
- Технологическая схема установки.
- Методики расчета материального и теплового балансов процесса и основного оборудования

Рекомендуемая литература

1. Технология переработки нефти и газа. Процессы глубокой переработки нефти и нефтяных фракций: учебно-методический комплекс. В 2 ч. Ч.1 Курс лекций / сост. и общ. ред. С.М. Ткачева. – 2-е изд., с изм. – Новополюцк: ПГУ, 2007. – 392 с.
2. Технология переработки нефти и газа. Процессы глубокой переработки нефти и нефтяных фракций: учебно-методический комплекс. В 2 ч. Ч.2 Методические материалы к практическим и семинарским занятиям / сост. А.Ф. Корж, С.М. Ткачев. – 2-е изд., с изм. – Новополюцк: ПГУ, 2007. – 176 с.
3. Химия нефти и газа: учебно-методический комплекс для студентов специальности 1-48 01 03 / сост. и общ. ред. С.В. Покровской. – Новополюцк: ПГУ, 2007. – 268 с.
4. Ахметов С.А. Технология глубокой технологии переработки нефти и газа Уфа, Гилем, 2002, 672 с.
5. Каминский Э.Ф., Хавкин В.А. Глубокая переработки нефти: технологический и экологический аспекты М.: Техника ООО»ТУМАГРУПП», 2001 – 384 с.
6. Нефедов Б.К., Радченко Е.Д. Алиев Р.Р. Катализаторы процессов глубокой переработки нефти. – М.: Химия, 1992. – 272 с.
7. Смидович Е.В. Технология переработки нефти и газа. Ч.2.– М.: Химия, 1980. – 328 с.
8. Судаков Е.Н. Метод расчёта выхода продуктов гидроочистки тяжёлых нефтяных фракций(ТНФ).// Химия и технология топлив и масел, №3, 1999, с. 22-25.

Тема 4 – Производство высокооктановых бензинов

4.1 Изомеризация пентан-гексановых фракций

Изомеризация – каталитический процесс превращения легких алканов (C_5 , C_6) нормального строения в соответствующие изомеры в среде водородсодержащего газа.

В мировой практике применяются несколько модификаций процесса изомеризации, отличающиеся используемыми катализаторами и условиями процесса:

- высокотемпературная (360-420°C),
- среднетемпературная (200-360°C),
- низкотемпературная до 200°C.

В настоящем разделе рассматриваются следующие процессы: средне- и низкотемпературная изомеризация пентан-гексановых фракций, и процесс «Бутамер» – изомеризация n-бутана.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Назначение и сущность процесса.
- Химизм и кинетика процесса.
- Требования к сырью.
- Ассортимент и основные показатели качества продуктов. Материальный баланс процесса.
- Факторы влияющие на процесс. Основные технологические параметры процесса.
- Катализаторы процесса.
- Поточная и технологическая схемы установки.
- Основное оборудование. Особенности аппаратного оформления процесса.
- Удельные расходы топливно-энергетических ресурсов.
- Методики расчета материального и теплового балансов процесса и основного оборудования

4.2 Каталитический риформинг бензиновых фракций

Основные технологии каталитического риформинга:

1. Со стационарным слоем катализатора
2. С движущимся слоем катализатора (CCR UOP)
3. Комбинированный процесс – «Дуалформинг» – последний реактор с движущимся слоем катализатора.
4. Риформинг без циркуляции ВСГ: «Цеоформинг»

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Назначение и сущность процесса.
- Химизм и кинетика процесса.
- Требования к сырью.
- Ассортимент и основные показатели качества продуктов. Материальный баланс процесса.
- Факторы влияющие на процесс. Основные технологические параметры процесса.
- Катализаторы процесса.
- Поточная и технологическая схемы установки.
- Основное оборудование. Особенности аппаратного оформления процесса.
- Удельные расходы топливно-энергетических ресурсов.
- Методики расчета материального и теплового балансов процесса и основного оборудования.

Рекомендуемая литература

- 1 Технология переработки нефти и газа. Процессы глубокой переработки нефти и нефтяных фракций: учебно-методический комплекс. В 2 ч. Ч.1 Курс лекций / сост. и общ. ред. С.М. Ткачева. – 2-е изд., с изм. – Новополоцк: ПГУ, 2007. – 392 с.
- 2 Технология переработки нефти и газа. Процессы глубокой переработки нефти и нефтяных фракций: учебно-методический комплекс. В 2 ч. Ч.2 Методические материалы к практическим и семинарским занятиям / сост. А.Ф. Корж, С.М. Ткачев. – 2-е изд., с изм. – Новополоцк: ПГУ, 2007. – 176 с.
- 3 Химия нефти и газа: учебно-методический комплекс для студентов специальности 1-48 01 03 / сост. и общ. ред. С.В. Покровской. – Новополоцк: ПГУ, 2007. – 268 с.
- 4 Бурсиан Н.Р. Технология изомеризации парафиновых углеводородов – Химия, 1985 – 192 с.
- 5 Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа. –Уфа: Издательство «Гилем», 2002. – 672 с.
- 6 Смидович Е.В. Технология переработки нефти и газа. Ч.2. – М.: Химия, 1980. – 328 с.
- 7 Кондрашева, Н. К.Технологические расчеты и теория каталитического риформинга бензина. - Уфа: О О О «Монография», 2008. - 160 с.
- 8 Козин В.Г. Современные технологии производства моторных топлив, 2008.
- 9 Баннов П.Г. Процессы переработки нефти – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2000-224 с.
- 10 Мейейрс Р.А. Основные процессы нефтепереработки. Справочник/ Под ред. О.Ф. Глаголевой, О.П. Лыкова. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. – 944 с.

ПК 2: Контрольные вопросы к 1 этапу промежуточного контроля (Темы 3 и 4)

1. Назначение и сущность гидрогенизационных процессов переработки углеводородного сырья.
2. Основные реакции, протекающие в гидрогенизационных процессах.
3. Состав катализаторов гидрогенизационных процессов
4. Механизм реакций гидрогенизационных процессов
5. Кинетика гидрогенизационных процессов.
6. Назначение и сущность процесса гидроочистки нефтяных фракций. Виды сырья. Требования к сырью.
7. Ассортимент и основные показатели качества продуктов процесса гидроочистки дизельных фракций.
8. Основные факторы процесса гидроочистки.
9. Принципиальная схема гидрогенизационных процессов.
10. Технологическая схема установки гидроочистки прямогонной дизельной фракции. Технологические параметры работы основного оборудования.
11. Технологическая схема установки гидроочистки дизельных фракций вторичного происхождения (термодеструктивных процессов). Технологические параметры работы основного оборудования.
12. Принципиальная схема блоков холодной и горячей сепарации установок гидроочистки. Технологические параметры работы, достоинства и недостатки.
13. Особенности аппаратного оформления процесса гидроочистки дизельных фракций.
14. Тип реакторов, применяемых на установках гидроочистки нефтяных фракций. Состав применяемых каталитических систем.
15. Назначение и сущность процесса гидрокрекинга нефтяного сырья. Типы промышленных процессов гидрокрекинга.
16. Химизм и механизм процесса гидрокрекинга.
17. Ассортимент и основные показатели качества продуктов процесса гидрокрекинга.

18. Факторы, влияющие на процесс гидрокрекинга.
19. Катализаторы гидрокрекинга.
20. Принципиальная технологическая схема установки гидрокрекинга высокого давления. Технологические параметры работы основного оборудования.
21. Особенности аппаратного оформления процесса гидрокрекинга вакуумных газойлей.
22. Назначение и сущность процесса гидродепарафинизации нефтяных фракций.
23. Назначение и сущность процесса изомеризации легких алканов. Технологии изомеризации
24. Кинетика и механизм процесса изомеризации легких алканов на бифункциональных катализаторах.
25. Факторы, влияющие на процесс изомеризации легких алканов.
26. Катализаторы процессов изомеризации легких алканов. Каталитические яды.
27. Принципиальная технологическая схема установки изомеризации (высоко- и среднетемпературная изомеризация). Технологические параметры работы основного оборудования.
28. Принципиальная технологическая схема установки низкотемпературной изомеризации (Пенекс). Технологические параметры работы основного оборудования.
29. Схемы рециркуляции непрореагировавших компонентов установок изомеризации.
30. Особенности аппаратного оформления процессов изомеризации легких алканов.
31. Назначение, принципиальная технологическая схема и технологические параметры работы процесса «Бутамер».
32. Назначение и сущность процесса каталитического риформинга бензиновых фракций. Технологии процесса каталитического риформинга бензиновых фракций.
33. Основные реакции, протекающие в процессе риформинга бензиновых фракций.
34. Катализаторы процесса каталитического риформинга бензиновых фракций. Способы регулирования их кислотности.
35. Требования к сырью процесса каталитического риформинга бензиновых фракций. Каталитические яды.
36. Ассортимент и основные показатели качества продуктов процесса каталитического риформинга бензиновых фракций.
37. Факторы, влияющие на процесс каталитического риформинга бензиновых фракций.
38. Принципиальная технологическая схема установки каталитического риформинга с периодической регенерацией катализатора. Технологические параметры работы основного оборудования.
39. Принципиальная технологическая схема установки каталитического риформинга «Дуалформинг». Технологические параметры работы основного оборудования. Последовательность проведения операций регенерации катализатора.
40. Принципиальная технологическая схема процесса каталитического риформинга бензинов с непрерывной регенерацией катализатора. Технологические параметры работы основного оборудования. Последовательность проведения операций регенерации катализатора.
41. Принципиальная схема процесса «Цеоформинг». Технологические параметры работы основного оборудования.
42. Особенности аппаратного оформления процессов риформинга бензиновых фракций.
43. Понятие «водородная коррозия» и способы борьбы с ней.

Тема 5 – Переработка углеводородных газов, производство водорода

5.1 Газофракционирующие установки ГФУ и АГФУ. Процесс «Мерокс»

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Назначение и сущность процессов.
- Состав газов различных процессов переработки нефти.
- Сырьё и ассортимент получаемых продуктов установок ГФУ и АГФУ.
- Материальные балансы процессов.
- Факторы влияющие на процесс.
- Технологические схемы установок ГФУ, АГФУ.
- Основное оборудование. Особенности аппаратного оформления процессов.
- Удельные расходы топливно-энергетических ресурсов.
- Методики расчета материального и теплового балансов процессов.
- Сущность и химизм процесса окислительной демеркаптации углеводородных фракций – Мерокс. Факторы влияющие на процесс.
- Катализаторы процесса Мерокс.
- Технологическая схема установки Мерокс.

5.2 Производство водорода. Паровой риформинг углеводородного газа и концентрирование водорода методом короткоциклового адсорбции (PSA)

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Назначение и сущность процесса парового риформинга углеводородных газов.
- Сырьё и ассортимент получаемых продуктов.
- Материальный баланс процесса.
- Факторы влияющие на процесс.
- Катализаторы процесса парового риформинга метана.
- Технологическая схема установки парового риформинга метана.
- Основное оборудование. Особенности аппаратного оформления процессов.
- Удельные расходы топливно-энергетических ресурсов.
- Методики расчета материального и теплового балансов процесса.
- Сущность процесса адсорбционного концентрирования водорода.
- Применяемые адсорбенты.
- Основные факторы процесса PSA.
- Технологическая схема и стадии работы адсорберов в процессе PSA.

5.3 Переработка пропан-пропиленовой фракции. Производство диизопропилового эфира (ДИПЭ) и полимербензина

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Назначение и сущность процесса получения ДИПЭ.
- Сырьё и ассортимент получаемых продуктов.
- Материальный баланс процесса.
- Факторы влияющие на процесс.
- Катализаторы процесса.
- Технологическая схема установки получения ДИПЭ.
- Основное оборудование. Особенности аппаратного оформления процесса получения ДИПЭ.

- Назначение и сущность процесса олигомеризации олефинсодержащих газов.
- Химизм и механизм процесса олигомеризации.
- Факторы процесса.
- Технологии получения полимербензина: Полинафта Димерсол Г, Димерсол Х, Димерсол Е, Селектопол.
- Технологические схемы и параметры процессов.

5.4 Переработка бутан-бутиленовой фракции. Процесс производства метилтретбутилового эфира(МТБЭ)

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Назначение и сущность процесса О-алкилирования.
- Сырьё и ассортимент получаемых продуктов.
- Материальный баланс процесса.
- Факторы влияющие на процесс.
- Катализаторы процесса.
- Технологическая схема установки получения МТБЭ
- Основное оборудование. Особенности аппаратурного оформления процесса

5.5 Переработка бутан-бутиленовой фракции. Процесс алкилирования изобутана олефинами (серноокислотное и фтористоводородное)

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Назначение и сущность процесса С-алкилирования.
- Сырьё и ассортимент получаемых продуктов.
- Материальный баланс процесса.
- Факторы влияющие на процесс.
- Катализаторы процесса.
- Технологические схемы установок серноокислотного и фтористоводородного алкилирования.
- Основное оборудование. Особенности аппаратурного оформления процессов

Рекомендуемая литература

- 1 Технология переработки нефти и газа. Процессы глубокой переработки нефти и нефтяных фракций: учебно-методический комплекс. В 2 ч. Ч.1 Курс лекций / сост. и общ. ред. С.М. Ткачева. – 2-е изд., с изм. – Новополюк: ПГУ, 2007. – 392 с.
- 2 Технология переработки нефти и газа. Процессы глубокой переработки нефти и нефтяных фракций: учебно-методический комплекс. В 2 ч. Ч.2 Методические материалы к практическим и семинарским занятиям / сост. А.Ф. Корж, С.М. Ткачев. – 2-е изд., с изм. – Новополюк: ПГУ, 2007. – 176 с.
- 3 Химия нефти и газа: учебно-методический комплекс для студентов специальности 1-48 01 03 / сост. и общ. ред. С.В. Покровской. – Новополюк: ПГУ, 2007. – 268 с.
- 4 Покровская С.В. Синтез и получение метил-треталкиловых эфиров. Учебно-методическое пособие по курсу «Химия нефти» для студентов специальности 2504 – Новополюк, 1993 – 36 с.
- 5 Ахметов С.А. Технология глубокой технологии переработки нефти и газа Уфа, Гилем, 2002, 672 с.
- 6 Мейейрс Р.А. Основные процессы нефтепереработки. Справочник/ Под ред. О.Ф. Глаголевой, О.П. Лыкова. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. – 944 с.

Тема 6 – Производство индивидуальных ароматических углеводов

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Ароматические углеводороды и области их применения.
- Сырьё для получения ароматических углеводов.
- Состав комплексов по производству ароматических углеводов. Основные процессы: ароматический риформинг, экстракция ароматических углеводов, Таторей, выделение индивидуальных ароматических соединений, изомеризация ксилолов, dealкилирование толуола «Детол».
- Назначение и сущность процессов.
- Виды экстрагентов и требования к ним.
- Технологическая схема процесса экстракции ароматических углеводов гликолями. Факторы процесса.
- Технологическая схема процесса Sulfolane. Факторы процесса.
- Назначение и химизм процесса Таторей. Катализаторы процесса.
- Технологическая схема процесса Таторей. Факторы процесса.
- Назначение процесса изомеризации ксилолов (фракции С8). Химизм процесса. Катализаторы.
- Технологическая схема процесса изомеризации ксилолов. Факторы процесса.
- Технологии выделения параксилола из скуммарных ксилолов – процессы Парекс и низкотемпературной кристаллизации.
- Технологическая схема процесса Парекс. Особенности работы адсорбционных камер.
- Принципиальная схема получения параксилола методом кристаллизации.
- Назначение и сущность процесса «Детол». Факторы и параметры процесса.

Рекомендуемая литература

- 1 Технология переработки нефти и газа. Процессы глубокой переработки нефти и нефтяных фракций: учебно-методический комплекс. В 2 ч. Ч.1 Курс лекций / сост. и общ. ред. С.М. Ткачева. – 2-е изд., с изм. – Новополюцк: ПГУ, 2007. – 392 с.
- 2 Технология переработки нефти и газа. Процессы глубокой переработки нефти и нефтяных фракций: учебно-методический комплекс. В 2 ч. Ч.2 Методические материалы к практическим и семинарским занятиям / сост. А.Ф. Корж, С.М. Ткачев. – 2-е изд., с изм. – Новополюцк: ПГУ, 2007. – 176 с.
- 3 Мейейрс Р.А. Основные процессы нефтепереработки. Справочник/ Под ред. О.Ф. Глаголевой, О.П. Лыкова. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. – 944 с.
- 4 Соколов В.З., Харлампович Г.Д. Производство и использование ароматических углеводов – М.: Химия, 1980 – 336 с
- 5 Справочник нефтепереработчика/ Под ред Г.А. Ластовкина – Л.: Хими, 1986. – 648 с.
- 6 Баннов П.Г. Процессы переработки нефти. Том 2. - М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2001 -415 с

Тема 7 – Производство нефтяных битумов

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Состав, строение, свойства и классификация нефтяных битумов.
- Научные основы процесса получения окисленных битумов. Химизм и кинетика процесса.
- Назначение и сущность процесса.
- Требования к сырью.
- Материальный баланс процесса.
- Факторы влияющие на процесс. Основные технологические параметры процесса.
- Катализаторы процесса.
- Технологическая схемы установки получения окисленных битумов.
- Основное оборудование. Особенности аппаратного оформления процесса. Окислительная колонна с квенчинг-секцией.
- Удельные расходы топливно-энергетических ресурсов.
- Методики расчета материального и теплового балансов процесса и основного оборудования

Рекомендуемая литература

- 1 Технология переработки нефти и газа. Процессы глубокой переработки нефти и нефтяных фракций: учебно-методический комплекс. В 2 ч. Ч.2 Методические материалы к практическим и семинарским занятиям / сост. А.Ф. Корж, С.М. Ткачев. – 2-е изд., с изм. – Новополюцк: ПГУ, 2007. – 176 с.
- 2 Гуреев А.А. и др. Производство нефтяных битумов – М.: изд. Нефть и газ, 2007. – 102 с.
- 3 Гун Р.Б. Нефтяные битумы. – М.: Химия, 1989. – 432с.
- 4 Танатаров М.А. и др. Технологические расчеты установок переработки нефти. – М.: Химия, 1987. – 346 с.

ПК 3: Контрольные вопросы к 3 этапу промежуточного контроля (Темы 4 – 7)

1. Назначение и принцип работы установок фракционирования углеводородных газов. Основные блоки установок.
2. Состав сырья установок фракционирования углеводородных газов.
3. Ассортимент продуктов, получаемых на установках ГФУ и АГФУ,
4. Технологическая (поточная) схема ГФУ. Технологические параметры работы основного оборудования.
5. Технологическая схема АГФУ. Технологические параметры работы основного оборудования.
6. Назначение и сущность процесса «Мерокс».
7. Принципиальная технологическая схема процесса «Мерокс». Технологические параметры работы основного оборудования. Катализаторы процесса.
8. Назначение и сущность процесса паровой риформинг углеводородного(природного) газа.
9. Требования к сырью процесса парового риформинга углеводородного газа. Основные технологические блоки установки.
10. Основные факторы процесса парового риформинга углеводородного газа. Применяемые катализаторы и адсорбенты.
11. Технологическая схема установки парового риформинга углеводородного газа. Технологические параметры работы основного оборудования.

12. Технологическая схема установки PSA. Применяемые адсорбенты. Стадии работы адсорберов.
13. Направления переработки пропан-пропиленовой фракции.
14. Химизм процесса получения, свойства и назначение ДИПЭ.
15. Технологическая схема получения ДИПЭ на сульфокатионитах. Требования к сырью. Технологические параметры работы основного оборудования.
16. Назначение и сущность процесса олигомеризации олефинсодержащих газов. Процессы олигомеризации олефинсодержащих газов
17. Основные факторы процесса олигомеризации олефинсодержащих газов. Применяемые катализаторы.
18. Принципиальная схема процесса олигомеризации олефин-содержащих газов на катализаторе фосфорная кислота на кизельгуре. Технологические параметры работы основного оборудования.
19. Направления переработки бутан-бутиленовых фракций.
20. Химизм процесса получения, свойства и назначение МТБЭ.
21. Основные факторы процесса получения МТБЭ.
22. Технологическая схема получения МТБЭ. Требования к сырью. Технологические параметры работы основного оборудования.
23. Назначение и сущность процесса алкилирования изобутана олефинами.
24. Химизм и механизм процесса алкилирования изобутана олефинами.
25. Факторы, определяющих выход и качество алкилата в процессе алкилирования изобутана олефинами. Катализаторы процесса.
26. Факторы процесса сернокислотного алкилирования. Типы реакторов.
27. Принципиальная технологическая схема установки сернокислотного алкилирования изобутана олефинами. Технологические параметры работы основного оборудования.
28. Преимущества фтористоводородного алкилирования по сравнению с сернокислотным.
29. Принципиальная технологическая схема установки фтористоводородного алкилирования изобутана олефинами. Технологические параметры работы основного оборудования.
30. Ароматические углеводороды и области их применения.
31. Сырьё для получения ароматических углеводородов.
32. Состав комплексов по производству ароматических углеводородов. Основные процессы: ароматический риформинг, экстракция ароматических углеводородов, Таторей, выделение индивидуальных ароматических соединений, изомеризация ксилолов, деалкилирование толуола «Детол».
33. Назначение и сущность процессов.
34. Виды экстрагентов и требования к ним.
35. Технологическая схема процесса экстракции ароматических углеводородов гликолями. Факторы процесса.
36. Технологическая схема процесса Sulfolane. Факторы процесса.
37. Назначение и химизм процесса Таторей. Катализаторы процесса.
38. Технологическая схема процесса Таторей. Факторы процесса.
39. Назначение процесса изомеризации ксилолов (фракции С8). Химизм процесса. Катализаторы.
40. Технологическая схема процесса изомеризации ксилолов. Факторы процесса.
41. Технологии выделения параксилола из скуммарных ксилолов – процессы Парекс и низкотемпературной кристаллизации.
42. Технологическая схема процесса Парекс. Особенности работы адсорбционных камер.
43. Принципиальная схема получения параксилола методом кристаллизации.
44. Назначение и сущность процесса «Детол». Факторы и параметры процесса.
45. Классификация нефтяных битумов.
46. Элементный, групповой состав и строение нефтяных битумов.

47. Свойства нефтяных битумов.
48. Химизм и кинетические закономерности процесса окисления нефтяных остатков.
49. Факторы, влияющие на процесс окисления нефтяных остатков.
50. Технологическая схема установки получения окисленных битумов с колонной с квенчинг-секцией. Технологические параметры работы основного оборудования
51. Особенности аппаратного оформления процесса получения окисленных битумов. Виды окислительных колонн.

Вопросы к экзамену

Вопрос 1

1. Основные направления развития НПЗ. Способы оценки эффективности НПЗ.
2. Назначение, сущность и основные факторы, влияющие на процесс висбрекинга гудрона.
3. Назначение, сущность и основные факторы, влияющие на процесс коксования нефтяных остатков.
4. Назначение, сущность и основные факторы, влияющие на процесс пиролиза углеводородного сырья.
5. Назначение, сущность и основные факторы, влияющие на процесс каталитического крекинга
6. Назначение, сущность и основные факторы, влияющие на процесс адсорбционно-каталитической очистки остаточного сырья.
7. Назначение, сущность и основные факторы, влияющие на процесс гидроочистки нефтяных фракций
8. Назначение, сущность и основные факторы, влияющие на процесс гидрокрекинга вакуумных газойлей.
9. Назначение, сущность и основные факторы, влияющие на процесс гидродепарафинизации нефтяных фракций.
10. Назначение, сущность и основные факторы, влияющие на процесс изомеризации пентан-гексановых фракций.
11. Термодинамические основы процесса изомеризации пентан-гексановых фракций. Схемы рециркуляции непрореагировавших компонентов установок изомеризации.
12. Назначение, сущность и основные факторы, влияющие на процесс каталитического риформинга бензиновых фракций.
13. Катализаторы процесса каталитического риформинга бензиновых фракций. Способы регулирования кислотности катализатора, последовательность проведения операций регенерации.
14. Назначение и сущность процессов фракционирования углеводородных газов (ГФУ и АГФУ)
15. Назначение и сущность процесса Мерокс
16. Назначение, сущность и основные факторы, влияющие на процесс парового риформинга углеводородного газа.
17. Назначение, сущность и основные факторы, влияющие на процесс PSA.
18. Назначение, сущность и основные факторы, влияющие на процесс получения ДИПЭ.
19. Назначение, сущность и основные факторы, влияющие на процесс олигомеризации олефинсодержащих газов.
20. Назначение, сущность и основные факторы, влияющие на процесс получения МТБЭ.
21. Назначение, сущность и основные факторы, влияющие на процесс алкилирования изобутана олефинами
22. Катализаторы процесса алкилирования изобутана олефинами. Достоинства и недостатки фтористоводородного и сернокислотного алкилирования.
23. Назначение, сущность и основные факторы, влияющие на процесс «Таторей».
24. Назначение, сущность и основные факторы, влияющие на процесс изомеризации смесей ароматических углеводородов C8.
25. Способы выделения параксилола из смесей ароматических углеводородов. Принципиальная схема выделения параксилола методом кристаллизации.
26. Состав, строение, свойства и классификация нефтяных битумов.
27. Назначение, сущность и основные факторы, влияющие на процесс получения нефтяных окисленных битумов.

Вопрос 2.

(требования к сырью, ассортимент получаемых продуктов, их качество и направление дальнейшего использования, основные технологические параметры, особенности аппаратного оформления, применяемые катализаторы)

1. Поточная схема НПЗ глубокой переработки нефти.
2. Технологическая схема установки висбрекинга гудрона
3. Технологическая схема установки замедленного коксования.
4. Технологическая схема установки пиролиза (без блока разделения пирогаза).
5. Технологическая схема установки каталитического крекинга с лифт-реактором.
6. Технологическая схема установки каталитического крекинга MSCC.
7. Технологическая схема установки гидроочистки прямогонных дизельных фракций.
8. Технологическая схема установки гидроочистки дистиллятов вторичного происхождения.
9. Технологическая схема установки гидрокрекинга вакуумного газойля.
10. Технологическая схема установки гидродепарафинизации дизельных фракций.
11. Технологическая схема установки среднетемпературной изомеризации пентан-гексановых фракций.
12. Технологическая схема установки низкотемпературной изомеризации пентан-гексановых фракций (Penex).
13. Технологическая схема установки каталитического риформинга бензиновых фракций со стационарным слоем катализатора.
14. Технологическая схема установки каталитического риформинга бензиновых фракций с движущимся слоем катализатора.
15. Технологическая схема газофракционирующей установки (ГФУ)
16. Технологическая схема абсорбционно-ректификационной установки разделения углеводородных газов (АГФУ).
17. Технологическая схема установки «Мерокс»
18. Технологическая схема установки производства водорода методом паровой конверсии углеводородов.
19. Технологическая схема установки концентрирования водорода методом PSA.
20. Технологическая схема установки получения ДИПЭ.
21. Технологическая схема установки олигомеризации олефинсодержащих газов.
22. Технологическая схема установки получения МТБЭ.
23. Технологическая схема установки сернокислотного алкилирования изобутана олефинами с применением каскадного реактора.
24. Принципиальная технологическая схема установки фтористоводородного алкилирования изобутана олефинами
25. Технологическая схема установки экстракции ароматических углеводородов гликолями
26. Технологическая схема установки «Sulfolane»
27. Технологическая схема установки «Таторей»
28. Технологическая схема установки изомеризации смесей ароматических углеводородов C8.
29. Технологическая схема установки Parax UOP. Принцип работы адсорбционных камер.
30. Блок-схема комплекса получения индивидуальных ароматических углеводородов.
31. Технологическая схема битумной установки с применением колонн с квенчинг-секцией.

У каждого студента на экзамене должен быть свой альбом принципиальных технологических схем вышеперечисленных процессов без значений параметров технологического процесса!!!