

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 11.07.2022 13:29:17
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИРОССИИ
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«_____» _____ 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И АППАРАТУРНОЕ
ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЦЕССОВ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ
Направлении подготовки

18.04.01 Химическая технология

Направленность программы магистратуры
Технология процессов нефтегазохимии

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Кафедра **Факультет химической и биотехнологии**
технологии и нефтехимических и углехимических производств

Санкт-Петербург
2021

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчики		Профессор А.А. Гайле

Рабочая программа дисциплины «Основы проектирования и аппаратурное оформление процессов нефтегазодобычи» обсуждена на заседании кафедры технологии и нефтехимических и углекислотных производств протокол _____ № _____

Заведующий кафедрой

Б.В. Пекаревский

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии протокол _____ № _____

Председатель

М.В. Рутто

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП		М.В. Рутто
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

Оглавление

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3 Объем дисциплины	6
4 Содержание дисциплины	7
4.1 Разделы дисциплины и виды занятий	7
4.2 Занятия лекционного типа	7
4.3 Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	9
4.4 Лабораторные занятия	9
4.5 Самостоятельная работа обучающихся	10
5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	10
7 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	12
8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	12
9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	12
10.1 Информационные технологии	12
10.2 Программное обеспечение	13
10.3 Базы данных и информационные справочные системы	13
11 Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	13
12 Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	13
Приложение №1	14
к рабочей программе дисциплины	14

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Идентификация наименования компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Имя результатов обучения (дескрипторы)
<p>ОПК-3 Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормы расхода материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку</p>	<p>ОПК-3.4 Знание нормативов расхода сырья, материалов, топлива и реагентов</p>	<p>Знать: нормативы расхода сырья и материалов (ЗН-1); Уметь: рассчитывать расход реагентов для обеспечения заданной производительности по продуктам (У-1); Владеть: методиками составления материального и теплового баланса основного оборудования (Н-1).</p>
<p>ОПК-3 Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормы расхода материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку</p>	<p>ОПК-3.5 Умение разрабатывать проекты стандартов, технических требований, нормативных документов</p>	<p>Знать: действующие стандарты ТУ на продукцию нефтегазохимии (ЗН-2); Уметь: разрабатывать проекты стандартов и ТУ (У-2); Владеть: выбором основного оборудования для процессов нефтегазохимии (Н-2).</p>
<p>ОПК-4 Способен находить</p>	<p>ОПК-4.1 Знание методов выявления и использования резервов</p>	<p>Знать: направления снижения энергозатрат и капитальных затрат</p>

Идентификация наименования компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Итоговые результаты обучения (дескрипторы)
<p>оптимальные решения при создании продукции в условиях неопределенности, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты</p>	<p>производства с целью снижения себестоимости и повышения качества продукции</p>	<p>при проектировании оборудования (ЗН-3); Уметь: определять оптимальные параметры процесса нефтегазохимии (У-3); Владеть: навыками конструирования технологического оборудования (Н-3).</p>
<p>ОПК-4 Способен находить оптимальные решения при создании продукции в условиях неопределенности, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты</p>	<p>ОПК-4.2 Знание методов определения эффективности внедрения новой техники и технологий, рационализаторских предложений и изобретений</p>	<p>Знать: методы определения эффективности нового оборудования и технологии (ЗН-4); Уметь: составлять рац. предложения и заявки на патенты (У-4); Владеть: методиками расчета основного технологического оборудования (Н-4).</p>

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Основы проектирования и аппаратное оформление процессов нефтегазодобычи» относится к дисциплинам обязательной части плана Б1.0.05 подготовки магистров по химической технологии природных энергоносителей. Дисциплина изучается на втором курсе обучения в магистратуре на третьем и четвертом семестрах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Прикладная механика», «Процессы и аппараты химической технологии», «Автоматизированное проектирование», «Инженерная графика», «Общая химическая технология».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Основы проектирования и аппаратное оформление процессов нефтегазодобычи» знания, умения и навыки могут

быть использованы в научно-исследовательской работе обучающегося и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/академических часов)	8/288
Контактная работа с преподавателем:	158
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т. ч.	88
семинары, практические занятия	52
лабораторные работы	36
курсовое проектирование (КР или КП)	КП (16)
КСР	18
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	103
Формы текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе, КР, КП)	-
Форма промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Экзамен, КП (27)

4 Содержание дисциплины

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или Практич.	Лабораторные работы			
1	Методы расчета физико-химических свойств органических веществ углеводородных фракций	9	13	-	10	ПК-3	ОПК-3.4
2	Реакторы для проведения процессов органического синтеза	9	13	18	20	ПК-3	ОПК-3.5
3	Испарение и конденсация. Ректификация многокомпонентных и сложных смесей	9	13	18	50	ПК-4	ОПК-4.1
4	Нагревательные печи	9	13	-	23	ПК-4	ОПК-4.2

4.2 Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Методы расчета физико-химических свойств органических веществ углеводородных фракций Методы расчета средней молекулярной массы нефтяных фракций. Формула Воинова. Понятие о характеризующем факторе и его учет при расчете средней молекулярной массы. Плотность жидких нефтепродуктов и газовых смесей. Метод Питцера для расчета плотности идеальных газов. Теплоемкость органических веществ в жидкой и паровой фазе. Графические методы определения энтальпии жидких нефтепродуктов и нефтяных паров. Теплоты испарения.	9	лекция-визуализация (ЛВ)

	Энтальпии образования и сгорания веществ. Расчет энтальпий образования и теплоемкости по методу Бенсона. Динамическая, кинематическая и условная вязкость. Теплопроводность газов и жидкостей. Поверхностное натяжение жидкостей.		
2	Реакторы для проведения процессов органического синтеза. Классификация химических реакторов. Материальный баланс реактора. Расчет состава продуктов реакции, конверсии, выхода, селективности. Тепловой баланс химического реактора. Реакторы идеального вытеснения и идеального смешения, их сравнительная характеристика по производительности и селективности. Каскады реакторов идеального смешения. Направления повышения экономической эффективности нефтехимических процессов. Общие вопросы снижения энергетических затрат на предприятиях органического синтеза.	9	лекция-визуализация (ЛВ)
3	Испарение и конденсация Расчет давления насыщенного пара индивидуальных веществ и фракций. Расчет и определение констант фазового равновесия компонентов. Давление сходимости. Учет неидеальности паровой фазы по методике Винна-Хеддена. Однократное испарение. Доля отгона сырья. Построение кривой однократного испарения идеальной бинарной смеси. Построение кривой однократного испарения методом Обрядчикова и Смиловича с использованием графиков Эдмистера. Расчет доли отгона сырья и составов равновесных фаз с помощью графика Гужова и методом Трегубова. Многократное и постепенное испарение и конденсация Ректификация многокомпонентных сложных смесей Составление материального баланса ректификационной колонны с помощью метода ключевых компонентов по Хенгстебеку. Расчет температуры верха и низа колонны. Расчет минимального флегмового числа по Андервуду и оптимизация рабочего флегмового числа. Расчет числа теоретических тарелок колонны методами Фенске-Джиллиленда, Хенгстебека, от тарелки к тарелке. Тепловой баланс ректификационной колонны. Расчет внутренних материальных потоков в колонне. Предварительный расчет диаметра колонны. Явления, нарушающие нормальную работу тарелок. Гидравлический расчет тарелок. Построение диаграммы производительности тарелок. Расчет высоты колонны.	9	лекция-визуализация (ЛВ)
4	Нагревательные печи Классификация конструкций нагревательных трубчатых печей. Шифры печей. Основные показатели работы печей.	9	лекция-визуализация

	Основы расчета печей. Выбор типа размера, поверочный расчет радиантной конвекционной камер. Повышение экономичности нагревательных печей.		(ЛВ)
--	---	--	------

4.3 Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия).

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
		всего	
1	Методы расчета физико-химических свойств органических веществ и углеводородных фракций Расчет давления насыщенного пара индивидуальных веществ фракций. Расчет и определение констант фазового равновесия компонентов. Методы расчета средних молекулярной массы нефтяных фракций. Формула Воинова.	13	РД
2	Реакторы для проведения процессов органического синтеза Расчет теплового эффекта реакции. Каскад реакторов идеального смешения. Расчет числа реакторов в заданное время пребывания в единичном реакторе (метод Джонса). Расчет объема единичного реактора при заданном числе реакторов в каскаде. Расчет гидравлического сопротивления центральной перфорированной трубы перфорированного стакана.	13	РД
3	Испарение и конденсация. Ректификация многокомпонентных сложных смесей Расчет доли отгона сырья и составов равновесных фаз по мощью графика Гужова и методом Грегубова. Расчет числа теоретических тарелок колонны методами Фенске-Джиллиленда, Хенгстебека, от тарелки тарелке. Составление материального баланса ректификационной колонны. Расчет температуры верха и низа колонны.	13	РД
4	Нагревательные печи. Аппараты воздушного охлаждения Основы расчета печей. Выбор типа размера, поверочный расчет радиантной конвекционной камер. Основы расчета аппаратов воздушного охлаждения.	13	РД

4.4 Лабораторные занятия.

№раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
2	Расчет реактора с использованием компьютерных программ. Критический анализ публикаций последних лет по аппаратурному оформлению реакционных процессов и расчету реактора	18	Контрольная работа
3	Расчет ректификационных колонн с использованием компьютерных программ. Критический анализ публикаций последних лет по конструкции ректификационных колонн и их расчету	18	контрольная работа

4.5 Самостоятельная работа обучающихся.

№раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Методы расчета физико-химических свойств органических веществ и углеводородных фракций	10	Устный опрос
2	Реакторы для проведения процессов органического синтеза	20	Устный опрос
3	Испарение и конденсация. Ректификация многокомпонентных сложных смесей	50	Устный опрос
4	Нагревательные печи. Аппараты воздушного охлаждения	23	Устный опрос

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме курсового проекта и экзамена. К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется вопросами для проверки умений и навыков.

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 40 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант №1

1. Константы фазового равновесия
2. компонентов Классификация химических реакт
3. оров.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

7 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

- 1 Гайле, А.А. Расчет ректификационных колонн: Учебное пособие / А. А. Гайле, В. Н. Клементьев, Б. В. Пекаревский ; СПбГТИ(ТУ). Каф.технологии нефтехим. и углехим. пр-в. - СПб.: 2018. - 93 с.
- 2 Поникаров, И. И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки: учебник / И. И. Поникаров, М. Г. Гайнуллин. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 604 с. — ISBN 978-5-8114-4988-0.

б) электронные учебные издания:

3 Гайле, А.А. Расчет ректификационных колонн: Учебное пособие / А. А. Гайле, В. Н. Клементьев, Б. В. Пекаревский ; СПбГТИ(ТУ). Каф.технологии нефтехим. и углехим. пр-в. - Электрон.текстовые дан. - СПб. : 2018. - 93 с.СПБТИ. Электронная библиотека //technolog.bibliotech.ru Режим доступа: для зарегистрированных читателей.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Медиапортал СПбГТИ(ТУ) (информационно-образовательный сегмент ЕИС «Электронный Университет»)- Режим доступа: : <https://media.technolog.edu.ru>
2. Химическая информационная сеть Наука Образование Технология (ChemNet) – Режим доступа: www.chem.msu.su
3. Интернет-платформа Russian Science Citation Index (RSCI) – Режим доступа: <http://www.rsci.ru/>
4. «Электронный читальный зал – БиблиоТех» - Режим доступа: <https://technolog.bibliotech.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Лань» - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/books//>
6. Интерактивная база данных книг и журналов SpringerLink – Режим доступа: [Home - Springer](http://www.springer.com)

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Основы проектирования аппаратурно оформленного процесса нефтегазодобычи» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02.КСУКДВ.Виды учебных занятий.Лекция.Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014.КСУКДВ.Виды учебных занятий.Семинары и практические занятия.Общие требования организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009.КСУКДВ.Виды учебных занятий.Самостоятельная планируемая работа студентов.Общие требования организации и проведению.

СТП СПбГТИ 020-2011 КСУКДВ.Виды учебных занятий.Лабораторные занятия.Общие требования организации и проведению.

Планирование времени, необходимо для изучения данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы; серьезное отношение к изучению материала; постоянный самоконтроль.

На занятиях студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1 Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций; взаимодействие обучающихся посредством ЭИОС.

10.2 Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Excel, Microsoft Word).

10.3 Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11 Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Учебная аудитория оснащена необходимым оборудованием техническими средствами обучения.

12 Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

Фондоценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Основы проектирования и аппаратурное оформление
процессов нефтегазодобычи»

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-3	Способен разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии, контролировать параметры технологического процесса, выбирать оборудование и технологическую оснастку	промежуточный
ОПК-4	Способен находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты	промежуточный

2. Показатели критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ОПК-3.4 Знание нормативов расхода сырья, материалов, топлива и реагентов	Знает: нормативы расхода сырья и материалов (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №1-5 к экзамену	Знает некоторые нормативы сырья при производстве продуктов нефтегазохимии (ЗН-1)	Знает нормативы сырья при производстве основных продуктов нефтегазохимии (ЗН-1)	Знает нормативы сырья и материалов при производстве основных продуктов нефтегазохимии (ЗН-1)
	Умеет: рассчитывать расход реагентов для обеспечения заданной производительности по продуктам (У-1);	Правильные ответы на вопросы №6-10 к экзамену	Умеет рассчитывать необходимый расход реагентов (У-1);	Умеет правильно рассчитывать выход основных и побочных продуктов (У-1);	Свободно рассчитывает необходимый расход реагентов, выход продуктов (У-1);
	Владеет: методиками составления материального и теплового баланса основного оборудования (Н-1).	Правильные ответы на вопросы №11-15 к экзамену	Демонстрирует знания основ составления материального и теплового баланса оборудования (Н-1).	Демонстрирует навыки составления материального и теплового баланса оборудования (Н-1).	Уверенно владеет методиками составления материального и теплового баланса оборудования (Н-1).
ОПК-3.5 Умение разрабатывать проекты стандартов, технических требований, нормативных документов	Знает: действующие стандарты ТУ на продукцию нефтегазохимии (ЗН-2);	Правильные ответы на вопросы №16-20 к экзамену	Знает принципы составления стандартов нормативных документов (ЗН-2);	Знает как разрабатывать стандарты на продукцию нефтегазохимии (ЗН-2);	Уверенно и безошибочно отвечает на вопросы о принципах составления нормативных документов (ЗН-2);
	Умеет: разрабатывать проекты стандартов и ТУ (У-2);	Правильные ответы на вопросы №21-25 к экзамену	Ориентируется в разработке стандартов и ТУ (У-2)	Частично владеет разработкой стандартов и ТУ (У-2)	Свободно владеет разработкой стандартов и ТУ на новую продукцию (У-2)

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровень сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Владеет: выбором основного оборудования для процессов нефтегазохимии (Н-2)	Правильные ответы на вопросы №26-30 к экзамену	Имеет общее представление о выборе основного оборудования (Н-2).	Владеет выбором основного оборудования реакторов и аппаратов для разделения (Н-2).	Свободно владеет выбором основного оборудования для процессов нефтегазохимии (Н-2).
ОПК-4.1 Знание методов выявления и использования резервов производства с целью снижения себестоимости и повышения качества продукции	Знает: направления снижения энергозатрат и капитальных затрат при проектировании оборудования (ЗН-3);	Правильные ответы на вопросы №31-35 к экзамену	Имеет общее представление о направлениях снижения энергозатрат и капитальных затрат при проектировании оборудования (ЗН-3);	Знает основные направления снижения энергозатрат в процессах синтеза и разделения продуктов (ЗН-3);	Отлично знает направления снижения энергозатрат в процессах синтеза и разделения продуктов (ЗН-3);
	Умеет: определять оптимальные параметры процессов нефтегазохимии (У-3);	Правильные ответы на вопросы №36-40 к экзамену	Недостаточно уверенно определяет оптимальные параметры процессов нефтегазохимии (У-3)	Хорошо умеет определять оптимальные параметры процессов нефтегазохимии (У-3)	Уверенно определяет оптимальные параметры процессов нефтегазохимии (У-3)
	Владеет: навыками конструирования технологического оборудования (Н-3).	Правильные ответы на вопросы №41-45 к экзамену	Имеет слабые навыки расчета реакторов и ректификационных колонн (Н-3).	Хорошо владеет навыками расчета реакторов и ректификационных	Уверенно владеет навыками расчета реакторов, ректификационных

				колонн(Н-3)	колонн и трубчатых печей(Н-3)
--	--	--	--	-------------	-------------------------------------

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выразительности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ОПК-4.2 Знание методов определения эффективности внедрения новой техники и технологий, рационализаторских предложений и изобретений	Знает: методы определения эффективности оборудования и технологии (ЗН-4);	Правильные ответы на вопросы №46-49 к экзамену	Знает методы расчета КПД основного оборудования (ЗН-4)	Знает методы повышения КПД основного оборудования (ЗН-4)	Уверенно владеет методами повышения эффективности основного оборудования (ЗН-4)
	Умеет: составлять рацпредложения и заявки на патенты (У-4);	Правильные ответы на вопросы №50-53 к экзамену	Имеет представление о составлении рацпредложений и заявок на патенты (У-4)	Умеет составлять рацпредложения и заявки на патенты (У-4)	Имеет опыт составления рацпредложений и заявок на патенты (У-4)
	Владеет: методиками расчета основного технологического оборудования (Н-4).	Правильные ответы на вопросы №54-57 к экзамену и защита КП	Владеет основными методиками расчета технологического оборудования (Н-4)	Владеет навыками расчета технологического оборудования (Н-4)	Безошибочно рассчитывает аппараты нефтегазохимических процессов (Н-4)

3. Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации на экзамене

1. Константы фазового равновесия компонентов.
2. Расчет давления насыщенного пара веществ нефтяных фракций.
3. Понятие одноступенчатого процесса однократного испарения. Построение кривой ОИ бинарной системы.
4. Построение кривой ОИ методом Обрядчикова и Смилович.
5. Построение кривой ОИ методом Эдмистера.
6. Расчет доли отгона сырья с помощью графика Гужова.
7. Расчет доли отгона сырья методом Трегубова.
8. Составление материального баланса ректификационной колонны методом ключевых компонентов.
9. Расчет минимального флегмового числа по Андервуду.
10. Расчет температуры верхнего и нижнего сечения ректификационной колонны.
11. Расчет ЧТТ колонны методом Фенске-Джиллиленда.
12. Расчет материального баланса и ЧТТ колонны методом Хенгстебека.
13. Расчет ЧТТ колонны методом «оттарелки тарелке».
14. Характеристика и устройство тарелок ректификационных колонн.
15. Способы орошения подвода теплов ректификационную колонну.
16. Тепловой баланс ректификационной колонны.
17. Расчет расхода пара и жидкостив ректификационной колонне.
18. Предварительный расчет диаметра ректификационной колонны.
19. Явления, нарушающие нормальную работу тарелок ректификационной колонны.
20. Классификация химических реакторов.
21. Расчет реакторов идеального смешения периодического действия.
22. Расчет реакторов идеального вытеснения.
23. Расчет реакторов идеального смешения непрерывного действия.
24. Сопоставление реакторов идеального смешения и идеального вытеснения.
25. Расчет каскада реакторов идеального смешения.
26. Методы расчета теплового эффекта реакции.
27. Выбор типа реактора для проведения гомогенных процессов. Реакционные камеры, реакционные трубчатки, реакторы смешалками.
28. Высокотемпературные теплоносители.
29. Адиабатические реакторы для процессов, протекающих во внешней диффузионной области.
30. Трубчатые контактные аппараты. Расчет диаметра реактора.
31. Основные параметры слоя катализатора: порозность, удельная поверхность эквивалентный диаметр частиц катализатора.
32. Реакторы с аксиальным вводом сырья. Гидравлический расчет.
33. Реакторы с радиальным вводом сырья. Расчет перепада давления в слое катализатора и гидравлического сопротивления перфорированных препятствий.
34. Каскад адиабатических реакторов. Полочные реакторы с промежуточным теплообменом.
35. Реакторы с псевдоожиженным слоем и движущимся катализатором.
36. Реакторы барабанного типа.
37. Реакторы высокого давления.
38. Понятие моделирования и расчета адиабатических реакторов для проведения сложных реакционных процессов.
39. Конструкция трубчатых печей.
40. Классификация и шифры нагревательных трубчатых печей.
41. Основные показатели работы трубчатых печей.
42. Выбор типа и размера трубчатой печи.
43. Понятие опроверочного расчета радиантной камеры печи.
44. Расчет конвекционной камеры трубчатой печи.

45. Повышение экономичности нагревательных печей.
46. Преимущества и недостатки воздушного охлаждения по сравнению с водяным.
47. Конструкции аппаратов воздушного охлаждения.
48. Схемы включения аппаратов воздушного охлаждения в технологически линии, регулирование их работы.
49. Выбор и расчет насосов и компрессоров.
50. Классификация трубопроводов, их проектирование.
51. Запорная, регулирующая, предохранительная и контрольная арматура.
52. Коррозия химического оборудования.
53. Конструкционные материалы в промышленности основного органического синтеза.
54. Направления повышения экономической эффективности нефтехимических процессов.
55. Направления совершенствования ректификационных процессов.
56. Расчет средней молекулярной массы нефтяных фракций. Понятие о характеризующем факторе.
57. Расчет плотности нефтяных фракций в жидком и парообразном состоянии. При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента кустному ответу на вопросы – до 30 мин.

4 Темы курсовых проектов

1. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками для разделения изопентан-пентановой фракции производительностью по сырью 12000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: н-бутан – 0.1, изопентан – 35.0, н-пентан – 64.5, фр. 40-70 (алканы C₆) – 0.4. Содержание изопентана в дистилляте – 99.5% мас., в кубовом остатке – 0.5% мас. Давление в верхнем сечении колонны 2.5 кгс/см², в секции питания 2.9 кгс/см², в нижнем сечении 3.3 кгс/см². Мольная доля отгона сырья $\alpha = 0.4$.

2. Рассчитать изобутан-бутановую колонну ГФУ производительностью по сырью 30 т/ч. Состав сырья, % мас.: пропан – 0.2, изобутан – 35.0, н-бутан – 64.5, изопентан – 0.3. Содержание изобутана в дистилляте 99.0% мас., в кубовом остатке – 0.5% мас. Давление в верхнем сечении колонны с клапанными тарелками 6.7 кгс/см², в секции питания – 7.1 кгс/см², в нижнем сечении – 7.5 кгс/см². Мольная доля отгона сырья $\alpha = 0.4$.

3. Рассчитать толуольную ректификационную колонну с клапанными тарелками производительностью по сырью 15000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: бензол – 0.1, толуол – 90.0, этилбензол – 3.0, изомеры ксилола (считать на м-ксилол) – 6.9. Содержание толуола в дистилляте 99.7% мас., в кубовом остатке – 1.0% мас. Давление в верхнем сечении колонны 1.2 кгс/см², в секции питания 1.35 кгс/см², в нижнем сечении – 1.5 кгс/см². Температура сырья 120°C.

4. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками для разделения аренов C₈ производительностью по сырью 30000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: этилбензол – 15, п-ксилол – 18, м-ксилол – 35, о-ксилол – 0.02. Среднее давление в

колонне 1.6 кгс/см², средняя температура 160 °С. Давление, кгс/см²: верхнее сечение – 1.2, секция питания – 1.6, нижнее сечение – 2.0. Мольная доля отгона сырья $\alpha_{отг} = 0.7$.

5. Рассчитать о-ксилольную ректификационную колонну с клапанными тарелками производительностью по сырью 15000 кг/час. Состав сырья, % мас.: м-ксилол – 0.2, о-ксилол – 90.0, мезитилен – 9.8. Содержание мезитилена в дистилляте – 0.1 % мас., о-ксилола в кубовом остатке – 1 % мас. Давление, кгс/см²: в верхнем сечении – 1.2, в секции питания – 1.5, в нижнем сечении – 1.8. Мольная доля отгона сырья $\alpha_{отг} = 0.9$.

6. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками, предназначенную для разделения реакционной смеси процесса алкилирования бензола этиленом, производительностью по сырью 30000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: бензол – 50.0, этилбензол – 45.0, диэтилбензолы (принять за 1,4-диэтилбензол) – 5.0. Содержание этилбензола в дистилляте – 0.1 % мас., бензола в кубовом остатке – 0.1 % мас. Давление, кгс/см²: в верхнем сечении – 1.2, в секции питания – 1.35, в нижнем сечении – 1.5. Мольная доля отгона сырья $\alpha_{отг} = 0.3$.

7. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками, предназначенную для разделения реакционной смеси процесса получения стирола дегидрированием этилбензола производительностью по сырью 10000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: бензол – 0.2, этилбензол – 30.0, стирол – 69.8. Содержание стирола в дистилляте – 0.3 % мас., этилбензола в кубовом остатке – 0.1 % мас. Давление, кгс/см²: в верхнем сечении – 0.5, в секции питания – 0.7, в нижнем сечении – 0.9. Мольная доля отгона сырья $\alpha_{отг} = 0.3$.

8. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками, предназначенную для разделения реакционной смеси процесса алкилирования бензола пропиленом, производительностью по сырью 10000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: бензол – 27.0, кумол – 72.5, я-метил-4-изопропилбензол – 0.5. Содержание кумола в дистилляте – 0.1 % мас., бензола в кубовом остатке – 0.05 % мас. Давление, кгс/см²: в верхнем сечении – 1.2, в секции питания – 1.3, в нижнем сечении – 1.4. Мольная доля отгона сырья $\alpha_{отг} = 0.4$.

9. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками, предназначенную для разделения реакционной смеси процесса алкилирования толуола этанолом, производительностью по сырью 15000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: толуол – 50.0, 1-метил-3-этилбензол – 15, 1-метил-4-этилбензол – 25, 1-метил-2-этилбензол – 10. Мольное отношение расходов в дистилляте и в кубовом остатке толуола – 90, 1-метил-2-этилбензола – 0.02. Среднее давление в колонне 1.4 кгс/см², средняя температура 150 °С. Давление, кгс/см²: верх – 1.2, секция питания – 1.4, нижнее сечение – 1.6. Мольная доля отгона сырья $\alpha_{отг} = 0.6$.

10. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками производительностью по сырью 50000 кг/ч для выделения фракции 40-105 °С из прямой бензиновой фракции. Данные о кривой ИТК сырья, °С (% мас.): н.к. 40, 10% 80, 30% 105, 50% 129, 70% 147, 90% 162, к.к. 200. Значение характеризующего фактора для всех узкокипящих фракций считать постоянным $K = 11.5$. Содержание фракций, % мас.: фр. 105-125 °С в дистилляте – 2.0, фр. 85-105 °С в кубовом остатке – 1.0. Давление, кгс/см²: верхнее сечение – 1.5, секция питания – 1.65, нижнее сечение – 1.8. Мольная доля отгона сырья $\alpha_{отг} = 0.4$.

11. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками производительностью по сырью 80000 кг/ч для выделения бензольной фракции 50-90 °С из широкой фракции реформата. Данные о кривой ИТК сырья, °С (% мас.): н.к. 50, 10% 65, 30% 100, 50% 120, 70% 140, 90% 167, к.к. 190. Значение характеризующего фактора для всех узкокипящих фракций считать постоянным $K = 10.7$. Содержание фракций, % мас.: фр. 90-125 °С в дистилляте – 1.0, фр. 65-90 °С в кубовом остатке – 0.5. Давление, кгс/см²: верхнее сечение – 1.5, секция питания – 1.7, нижнее сечение – 1.9. Мольная доля отгона $\alpha_{отг} = 0.4$.

12. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками производительностью по сырью 40000 кг/ч для выделения ксилольной фракции 105-140 из реформата бензиновой фракции. Данные о кривой ИТК сырья, °С (% мас.): н.к. 105, 10% 118, 50% 128, 90% 155, к.к. 182. Значение характеризующего фактора для всех узкокипящих фракций считать постоянным $K = 10.5$. Содержание фракций, % мас.: фр. 140-160 °С в дистилляте – 1.5, фр. 120-140 °С в кубовом остатке – 1.0. Давление, кгс/см²: верхнее сечение –

1.2, секция питания – 1.35, нижнее сечение – 1.5. Температура сырья 140°C.

13. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками производительностью по сырью 15000 кг/ч для разделения аренов С9. Состав сырья, % мас.: о-ксилол – 3.0, 1-метил-4-этилбензол – 8.0, мезитилен – 19.0, псевдокумол – 55.0, гемимеллитол – 10.0, н-бутилбензол – 5.0. Содержание мезитилена в кубовом остатке – 1.0 % мас., псевдокумола в дистилляте – 5.0% мас. Давление, кгс/см²: верхнее сечение – 1.2, секция питания – 1.5, нижнее сечение – 1.8. Температура сырья – 179°C.

14. Рассчитать псевдокумольную колонну с клапанными тарелками производительностью по сырью 10000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: мезитилен – 1.0, псевдокумол – 80.0, гемимеллитол – 14.0, н-бутилбензол – 5.0. Содержание гемимеллитола в дистилляте – 0.75% мас., псевдокумола в кубовом остатке – 5.0% мас. Давление, кгс/см²: верхнее сечение – 1.2, секция питания – 1.5, нижнее сечение – 1.8. Мольная доля отгона сырья $\alpha = 0.8$.

15. Рассчитать ректификационную колонну с тарелками стабилизации гидрогенизата установки гидроочистки дизельной фракции с клапанными тарелками производительностью по сырью 140 т/ч. Данные окривой ИТК сырья, °С (% мас.): н.к. 195, 10% 215, 30% 247, 50% 271, 70% 292, 90% 308, к.к. 325. Значения характеризующего фактора для всех узкокипящих фракций считать постоянным $K = 10.8$. Содержание фракций, % мас.: фр. 195-220 °С в дистилляте – 98.0, в кубовом остатке – 0.5. Давление, МПа: в верхнем сечении – 0.13, в секции питания – 0.14, в нижнем сечении – 0.16. Температура сырья 272°C.

16. Рассчитать пропановую ректификационную колонну с клапанными тарелками производительностью по сырью 54000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: этан – 0.1, пропан – 21.0, изобутан – 13.6, н-бутан – 34.0, изопентан – 17.8, н-пентан – 11.5, н-гексан – 2.0. Содержание пропана в кубовом остатке – 1.06% мас., изобутана в дистилляте – 1.97% мас. Давление, кгс/см²: верхнее сечение – 20.0, секция питания – 20.2, нижнее сечение – 20.5. Температура сырья 125°C.

17. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками для выделения лканов С4 производительностью по сырью 60 т/ч. Состав сырья, % мас.: пропан – 0.1, изобутан – 20, н-бутан – 20, н-бутан – 35, изопентан – 19, н-пентан – 25.9. Содержание изопентана в дистилляте 0.2 % мас., н-бутана в кубовом остатке – 0.1 % мас. Давление, кгс/см²: в верхнем сечении – 6.0, в секции питания – 6.3, в нижнем сечении – 6.6. Мольная доля отгона $\alpha = 0.6$.

18. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками для разделения пропан-пропиленовой фракции производительностью по сырью 25000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: этан – 0.1, пропилен – 95.0, пропан – 4.8, изобутен – 0.1. Содержание пропилена в дистилляте 99.7 % мас., в кубовом остатке – 2% мас. Давление, кгс/см²: в верхнем сечении – 17.0, в секции питания – 17.4, в нижнем сечении – 17.8. Мольная доля отгона сырья $\alpha = 0.96$.

19. Рассчитать ректификационную колонну с клапанными тарелками для отгонки бензола от хлорпроизводных бензола производительностью по сырью 20000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: бензол – 20, хлорбензол – 74, п-дихлорбензол – 6.5, о-дихлорбензол – 2.0. Содержание хлорбензола в дистилляте – 0.2% мас., бензола в кубовом остатке – 0.03 % мас. Давление, кгс/см²: в верхнем сечении – 1.2, в секции питания – 1.3, в нижнем сечении – 1.4. Мольная доля отгона сырья $\alpha = 0.3$.

20. Рассчитать хлорбензольную колонну с клапанными тарелками производительностью по сырью 16000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: бензол – 0.03, хлорбензол – 90, п-дихлорбензол – 6.5, о-дихлорбензол – 3.47. Содержание п-дихлорбензола в дистилляте – 0.1 % мас., хлорбензола в кубовом остатке – 0.5 % мас. Давление, кгс/см²: в верхнем сечении – 1.2, в секции питания – 1.35, в нижнем сечении – 1.5. Мольная доля отгона сырья $\alpha = 0.9$.

21. Рассчитать бензольную колонну с клапанными тарелками для разделения продуктов диспропорционирования толуола производительностью по сырью 30000 кг/ч. Состав сырья, % мас.: бензол – 20, толуол – 52, п-ксилол – 7, м-ксилол – 13, о-ксилол – 8. Содержание бензола в дистилляте – 99.8 % мас., в кубовом остатке – 0.1% мас. Давление, кгс/см²: в верхнем сечении – 1.3, в секции питания – 1.5, в нижнем сечении – 1.7. Мольная доля отгона сырья $\alpha = 0.3$.

3 Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсового проекта и экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). При этом «экзамен» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.