

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 11.01.2024 11:49:47
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«21» марта 2017 г.

Рабочая программа дисциплины
ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность
Инженерная защита окружающей среды
Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Факультет **Химии веществ и материалов**
Кафедра **Общей химической технологии и катализа**

Санкт-Петербург
2017

Б1.В.08

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчики		доцент Черемисина О.А.

Рабочая программа дисциплины «Общая химическая технология» обсуждена на заседании кафедры общей химической технологии и катализа протокол от «13» марта 2017 № 8

Заведующий кафедрой

Е.А.Власов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов протокол от «16» марта 2017 №

Председатель

С.Г.Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Техносферная безопасность»		Т.В.Украинцева
Заведующий кафедрой Инженерной защиты окружающей среды		Г.К.Ивахнюк
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	06
4.2. Занятия лекционного типа	06
4.3. Занятия семинарского типа	07
4.3.1 Семинары, практические занятия	07
4.3.2. Лабораторные занятия	07
4.4. Самостоятельная работа	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	10
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	11
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	
10.1. Информационные технологии	13
10.2. Программное обеспечение	13
10.3. Информационные справочные системы	13
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	13

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

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

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	способность принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива	<p>Знать: - сырьевую и энергетическую базу химической промышленности; типовые процессы химической технологии; основные принципы организации химического производства, создания его иерархической структуры, методы оценки эффективности производства.</p> <p>Уметь: на основе знаний по термодинамике и кинетики химического процесса выбирать значения управляющих параметров химико-технологического процесса; проводить обоснование полученных экспериментальных результатов с использованием основных законов химической науки; рассчитывать кинетические параметры процессов с использованием пакетов лицензионных прикладных программ; на основе знаний по термодинамике и кинетики химического процесса выбирать технологическую систему, и типовое аппаратурное оформление.</p> <p>Владеть: навыками выполнения материальных и тепловых расчётов; основами выполнения технологического расчета технологического процесса в типовом реакторе</p>
ПК-18	готовность осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации	<p>Знать: методы оптимизации химико-технологических процессов с целью снижения антропогенного воздействия на окружающую среду;</p> <p>Владеть: навыками, необходимыми для выбора рациональных режимов</p>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		проведения процессов в типовых реакторах, обеспечивающих заданные показатели функционирования при минимизации воздействия на окружающую среду.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части (Б1.В.08) и изучается на 2 курсе 4 семестре и на 3 курсе 5 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физика», «Математика», «Экология», «Информатика».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Общая химическая технология» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Процессы и аппараты химической технологии», «Промышленная экология», «Оценка воздействия предприятия на окружающую среду», «Процессы и аппараты защиты окружающей среды», «Основы проектирования природоохранных объектов», прохождении практики и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4/144
Контактная работа с преподавателем:	12
занятия лекционного типа	4
занятия семинарского типа, в т.ч.	8
семинары, практические занятия	4
лабораторные работы	4
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	
другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа	123
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен, К(3)

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
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Сырьевая и энергетическая база химической промышленности		0,5		20	ПК-1
2.	Основные характеристики, показатели качества и параметры управления химико-технологических процессов	1	1		20	ПК-1
3.	Молекулярно-кинетический уровень анализа протекания химических процессов	1	0,5	2	20	ПК-1
4.	Модели идеализированных реакторов	1	0,5	1	20	ПК-1
5	Гетерогенные химико-технологические процессы		0,5	1	20	ПК-1 ПК-18
6	Важнейшие химические производства.	1	1		23	ПК-1 ПК-18

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
2	<u>Основные характеристики, показатели качества и параметры управления химико-технологических процессов</u> Основные показатели и параметры протекания химико-технологических процессов (ХТП). Показатели качества протекания ХТП. Степень превращения. Выход продукта. Скорость ХТП. Избирательность. Удельные материальные, энергетические и эксплуатационные затраты.	1	Лекция-презентация
3	<u>Молекулярно-кинетический уровень анализа протекания химических процессов</u> Основные задачи, решаемые на данном уровне анализа. Химическое равновесие. Связь термодинамической константы равновесия и изменения изобарно-изотермического потенциала. Принцип Ле-Шателье-Брауна.	1	Лекция-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<u>Модели идеализированных реакторов</u> Модели проточного реактора полного смешения (РПС) и реактора идеального вытеснения (РИВ) в изотермическом, адиабатическом и политермическом температурных режимах. Допущения, положенные в основу моделей. Уравнения математических моделей.	1	Лекция-презентация
6	<u>Важнейшие химические производства</u> Производство синтез-газа из различного углеводородного сырья.	1	Лекция-презентация

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1 Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Расчёт практических расходных коэффициентов и приведённых затрат по сырью и	0,5	
2	Расчёт материального и теплового баланса при проведении сопряжённых реакций	1	
3	Расчёт области оптимальных температур экзотермического процесса	0,5	
4	Расчёт энергозатрат для реакторов с различным температурным режимом	0,5	-
5	Расчёт времени полного превращения твёрдого материала для гетерогенного процесса, протекающего во внешнедиффузионной области	0,5	-
6	Современные химико-технологические схемы производства аммиака	1	Проблемный семинар

4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
3	Исследование влияния управляющих параметров на изменение равновесного состава реакционной смеси	2	Компьютерная симуляция
4	Исследование влияния управляющих параметров на производительность изотермического реактора в режимах полного смешения и идеального вытеснения	1	Компьютерная симуляция

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
5	Исследование влияния управляющих параметров на наблюдаемую скорость с использованием законов реальной кинетики	1	Компьютерная симуляция

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<u>Сырьевая и энергетическая база химической промышленности</u> Классификация и характеристики сырья и вспомогательных материалов. Вода и воздух в балансе сырья. Требования к их качеству. Природные источники сырья и их ресурсы в РФ. Вторичные сырьевые ресурсы. Принципы обогащения сырья. Комплексное использование сырья и принципы создания малоотходных производств. Многовариантность химических схем производства продукта с использованием различных видов сырья. Энергетика химической промышленности. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии.	20	Контрольная работа №1
2	<u>Основные характеристики, показатели качества и параметры управления химико-технологических процессов</u> Взаимосвязь между показателями качества протекания ХТП и их роль в формировании экономических показателей производства. Параметры управления ХТП: температура, давление, состав реакционной смеси, продолжительность процесса, применение катализаторов и ингибиторов, тип и конструкция реактора. Понятие о структуре производства как стратегической составляющей системы его управления. Установление связи между параметрами управления ХТП и показателями качества протекания ХТП как основной этап прогнозирования эффективности функционирования химического производства. Материальные и тепловые балансы как основа для оценки затрат на сырье, топливо и электроэнергию при производстве химических продуктов.	20	Контрольная работа №1

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	<p><u>Молекулярно-кинетический уровень анализа протекания химических процессов</u></p> <p>Управление состоянием равновесия на примере единичной химической реакции. Управление состоянием равновесия сопряжённых реакций. Предварительная оценка технически и экономически обоснованных диапазонов изменения микрокинетических параметров при осуществлении ХТП. Скорость химической реакции. Управление скоростью необратимой реакции. Управление скоростью обратимой реакции с использованием закономерностей формальной кинетики. Влияние температуры, давления и состава реакционной смеси на скорость обратимой реакции. Закономерности реальной кинетики. Управление скоростью химической реакции с учётом закономерностей реальной кинетики. Оптимизация параметров оперативного и стратегического управления скоростью химической реакции. Понятие дифференциальной селективности. Методы управления дифференциальной селективностью. Влияние температуры, давления и состава реакционной среды на изменение скорости сопряжённых реакций.</p>	20	Контрольная работа №2
4	<p><u>Модели идеализированных реакторов</u></p> <p>Технико-экономическое обоснование выбора модели реактора. Решение задач проектирования и моделирования. Условия применения моделей. Модель реактора полного смешения периодического действия. Постановка задачи оптимизации режимов работы реактора. Критерии оптимальности. Практическая значимость результатов оптимизации. Оптимальный температурный режим и способы его осуществления в промышленном реакторе. Методы приближения к оптимальному температурному режиму в единичном реакторе. Секционирование реакционных зон. Многосекционные реакторы идеального вытеснения с промежуточным теплообменом. Управление температурным режимом многосекционного РИВ с использованием байпасных потоков.</p>	20	Контрольная работа №3

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
5	<u>Скорость химико-технологических процессов</u> Понятие о лимитирующей стадии ХТП. Методы и технология определения лимитирующей стадии процесса Скорость химической реакции. Управление скоростью необратимой реакции. Управление скоростью обратимой реакции с использованием закономерностей формальной кинетики. Влияние температуры, давления и состава реакционной смеси на скорость обратимой реакции. Закономерности реальной кинетики. Управление скоростью химической реакции с учётом закономерностей реальной кинетики. Оптимизация параметров оперативного и стратегического управления скоростью химической реакции. Понятие дифференциальной селективности. Методы управления дифференциальной селективностью. Влияние температуры, давления и состава реакционной среды на изменение скорости сопряжённых реакций	20	Контрольная работа №2
6	<u>Важнейшие химические производства</u> Основные производства на основе синтез-газа. Производство водорода. Синтез аммиака. Контактное производство серной кислоты. Производство азотной кислоты и минеральных удобрений. Производство алюминия. Экологические аспекты современных химических производств и функционирования топливно-энергетического комплекса. Водородная энергетика.	23	Контрольная работа №3

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: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена .

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) теоретического характера и практического характера.

При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Влияние управляющих параметров на наблюдаемую скорость обратимой экзотермической реакции
2. Технология производства синтез-газа

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем: учебник для вузов по химико-технологическим направлениям подготовки и специальностям / И. М. Кузнецова [и др.] ; под ред. Х. Э. Харлампиди. - 2-е изд., перераб. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014. - 381 с.
2. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов : учебник для вузов по химико-технологическим направлениям подготовки и специальностям / И. М. Кузнецова [и др.] ; под ред. Х. Э. Харлампиди. - 2-е изд., перераб. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2013. - 448 с.
3. Общая химическая технология: учебник для хим.-технол. спец. вузов. В 2-х ч./ под ред. И.П. Мухленова. – 5 изд. стер. -М.:Альянс, 2009.- Ч 1: Теоретические основы химической технологии.- 255с.
4. Общая химическая технология: учебник для хим.-технол. спец. вузов. В 2-х ч./ под ред. И.П. Мухленова. – 5 изд., стер. -М.:Альянс, 2009.- Ч 2: Важнейшие химические производства.- 264с.
5. Власов, Е.А. Общая химическая технология: учеб. пособие / Е.А. Власов, А.Ю. Постнов, С.А. Лаврищева: под ред. Е.А. Власова; СПбГТИ(ТУ).-СПб., 2009.- 140 с.

б) дополнительная литература:

1. Бесков, В.С. Общая химическая технология : учеб. для вузов по хим.-технол. направлениям подгот. бакалавров и дипломир. специалистов.- М.: Академкнига, 2006. - 452 с.
2. Чоркендорф, И. Современный катализ и химическая кинетика/И.Чоркендорф, Х.Наймантсведрайт, пер. с англ. В.Н.Ролдугина.–Долгопрудный,«Интеллект», 2010.-501с.
3. Луцко, Ф.Н. Химико-технологические расчеты с применением *MathCAD*: учебное пособие/ Ф.Н. Луцко, В.Е. Сороко, А.Н. Прокопенко; СПбГТИ(ТУ).-СПб., 2006.– 456 с.

в) вспомогательная литература

1. Холоднов, В.А. Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов: практическое руководство/ В.А. Холоднов, В.П. Дьяконов, Е.Н. Иванова, Л.С. Кирьянова.-СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2003. – 480 с.
2. Бесков, В.С. Общая химическая технология : учеб. для вузов по хим.-технол. направлениям подгот. бакалавров и дипломир. специалистов.- М. : Академкнига, 2005. - 452 с.
3. Кутепов, А.М. Общая химическая технология : учеб. для вузов по специальностям хим.-технол. профиля / А.М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г. Беренгартен.- 3-е изд., перераб. - М.: Академкнига, 2003. - 528 с.
4. Крылов, О.В. Гетерогенный катализ [Текст] : Учебное пособие для вузов по специальности 011013 "Химическая кинетика и катализ" специальности 011000 "Химия" / О. В. Крылов. - М. : Академкнига, 2004. - 679 с

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

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:
<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

Полнотекстовая коллекция (база данных) электронных книг издательства Springer Nature с 2011 по 2017 год (46332 книги). <http://link.springer.com/>

База данных REAXYS . www.reaxys.com

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

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

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

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ (ТУ) 044 – 2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

СТП СПбГТИ 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов 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 с обучающимися с использованием системы Moodle.
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2. Программное обеспечение.

Пакеты прикладных программ стандартного набора (Libre Office, MathCAD);

10.3. Информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-плюс»

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Кафедра Общей химической технологии и катализа оснащена необходимым научно-исследовательским оборудованием, измерительными и вычислительными комплексами и другим материально-техническим обеспечением, необходимым для полноценного лабораторных работ, существует возможность использования оборудования Центров коллективного пользования СПбГТИ(ТУ) и Лаборатории каталитических технологий. Компьютеры кафедры и аудиторий №205, 209, 210 соединены в локальную вычислительную сеть с выходом в Интернет через отдельный сервер, подключенный к сети института.

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

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

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Общая химическая технология»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ПК-1	способность принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива	промежуточный
ПК-18	готовность осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации	промежуточный

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

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает: - сырьевую и энергетическую базу химической промышленности.	Правильные ответы на вопросы №1-8 к экзамену.	ПК-1,
Освоение раздела №2	Знает: - методы оценки эффективности производства.	Правильные ответы на вопросы № 9-13 к экзамену.	ПК-1,
	Владеет: -навыками выполнения материальных и тепловых расчётов	Правильные ответы на вопросы № 14-15 к экзамену.	ПК-1,
Освоение раздела № 3	Умеет: -на основе знаний по термодинамике и кинетики химического процесса выбирать значения управляющих параметров химико-технологического процесса;	Правильные ответы на вопросы № 16-22 к экзамену.	ПК-1

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	Умеет:- проводить обоснование полученных экспериментальных результатов с использованием основных законов химической науки	Правильные ответы на вопросы № 23-24 к экзамену.	ПК-1,
	Умеет: - рассчитывать кинетические параметры процессов с использованием пакетов лицензионных прикладных программ.	Правильные ответы на вопросы № 25-26 к экзамену.	ПК-1,
Освоение раздела №4	Умеет:- на основе знаний по термодинамике и кинетики химического процесса выбирать технологическую систему, и типовое аппаратное оформление.	Правильные ответы на вопросы 27-32 к экзамену.	ПК-1
	Владеет:- основами выполнения технологического расчета технологического процесса в типовом реакторе	Правильные ответы на вопросы 33-44 к экзамену.	ПК-1
Освоение раздела №5	Умеет:- на основе знаний по термодинамике и кинетики химического процесса выбирать значения управляющих параметров химико-технологического процесса	Правильные ответы на вопросы 45-56 к экзамену.	ПК-1
Освоение раздела №6	Знает: - типовые процессы химической технологии; основные принципы организации химического производства, создания его иерархической структуры,	Правильные ответы на вопросы 57-71 к экзамену.	ПК-1
	Знает:- методы оптимизации химико-технологических процессов с целью снижения антропогенного воздействия на окружающую среду	Правильные ответы на вопросы 72-77 к экзамену.	ПК-18
	Владеет: навыками, необходимыми для выбора рациональных режимов проведения процессов в типовых реакторах, обеспечивающих заданные показатели функционирования при минимизации воздействия на окружающую среду.	Правильные ответы на вопросы 78-82 к экзамену.	ПК-18

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):
промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, результат оценивания – пятибалльная шкала.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы и для оценки сформированности элементов компетенции ПК-1:

1. Методы обогащения твёрдого сырья.
2. Методы разделения газов
3. Методы кондиционирования продукции
4. Водоподготовка в химической промышленности.
5. Ресурсосбережение в химической технологии.
6. Энергосбережение в химической технологии
7. Вторичные материальные ресурсы в химической технологии.
8. Вторичные энергетические ресурсы в химической технологии
9. Оптимизация работы реактора по технологическим критериям.
10. Оптимизация работы реактора по экологическим критериям.
11. Оптимизация работы реактора по экономическим критериям
12. Управляющие параметры ХТП.
13. Показатели эффективности протекания ХТП.
14. Общие принципы составления материального баланса химического реактора
15. Общие принципы составления теплового баланса химического реактора
16. Определение равновесного состава реакционной смеси с использованием программного пакета IVTANtermo.
17. Определение равновесного состава реакционной смеси с использованием программного пакета Matcad.
18. Определение равновесного состава реакционной смеси многомаршрутного процесса с использованием программного пакета Matcad.
19. Влияние температуры на наблюдаемую скорость обратимых реакций
20. Влияние давления на наблюдаемую скорость обратимых реакций
21. Влияние состава реакционной смеси на наблюдаемую скорость обратимых реакций
22. Дифференциальная селективность. Методы управления дифференциальной селективностью при проведении сопряжённых реакций.
23. Выбор значений управляющих параметров ХТП при проведении обратимой экзотермической реакции
24. Выбор значений управляющих параметров ХТП при проведении обратимой экзотермической реакции
25. Линия оптимальных температур и линия равновесных температур. Вывод уравнений для расчёта.
26. Определение кинетических параметров процесса по экспериментальным данным.
27. Модель реактора идеального вытеснения в изотермическом температурном режиме.
28. Модель реактора полного смешения в адиабатическом температурном режиме.
29. Модель реактора идеального вытеснения в адиабатическом температурном режиме.
30. Модель реактора полного смешения в адиабатическом адиабатическом температурном режиме.
31. Модель реактора идеального вытеснения в политермическом температурном режиме.
32. Модель реактора полного смешения в адиабатическом температурном режиме.

33. Выбор модели и температурного режима работы реактора при проведении необратимой экзотермической реакции
34. Выбор модели и температурного режима работы реактора при проведении обратимой экзотермической реакции
35. Выбор модели и температурного режима работы реактора при проведении необратимой эндотермической реакции
36. Выбор модели и температурного режима работы реактора при проведении обратимой эндотермической реакции
37. Обоснование диапазона значений управляющих параметров при проведении обратимой экзотермической реакции в реакторе полного смешения с адиабатическим температурным режимом.
38. Обоснование диапазона значений управляющих параметров при проведении обратимой экзотермической реакции в реакторе идеального вытеснения с адиабатическим температурным режимом.
39. Обоснование диапазона значений управляющих параметров при проведении обратимой эндотермической реакции в реакторе полного смешения с адиабатическим температурным режимом.
40. Обоснование диапазона значений управляющих параметров при проведении обратимой эндотермической реакции в реакторе идеального вытеснения с адиабатическим температурным режимом.
41. Обоснование диапазона значений управляющих параметров при проведении обратимой экзотермической реакции в реакторе полного смешения с изотермическим температурным режимом.
42. Обоснование диапазона значений управляющих параметров при проведении обратимой экзотермической реакции в реакторе идеального вытеснения с изотермическим температурным режимом.
43. Обоснование диапазона значений управляющих параметров при проведении обратимой эндотермической реакции в реакторе полного смешения с изотермическим температурным режимом.
44. Обоснование диапазона значений управляющих параметров при проведении обратимой эндотермической реакции в реакторе идеального вытеснения с изотермическим температурным режимом.
45. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций.
46. Влияние управляющих параметров на скорость гетерогенно-каталитического процесса.
47. Определение величины температуры при проведении обратимой экзотермической реакции по уравнению реальной кинетики.
48. Области протекания гетерогенного процесса. Лимитирующая стадия и её идентификация.
49. Кинетическая модель процесса в области внешней диффузии.
50. Кинетическая модель процесса в области внутренней диффузии.
51. Переходная область протекания ХТП
52. Расчёт кинетических параметров гетерогенного процесса в системе газ-твёрдое.
53. Методика определения времени полного превращения твёрдого материала в кинетической области
54. Методика определения времени полного превращения твёрдого материала во внешнедиффузионной области
55. Методика определения времени полного превращения твёрдого материала во внутривнутреннедиффузионной области
56. Гетерогенный процесс в системе «газ-жидкость». Плёночная модель. Модель обновляющейся поверхности.
57. Типы технологических связей ХТС

58. Энерготехнологическое комбинирование в химической промышленности.
59. Динамические режимы проведения ХТП
60. Типы технологических связей ХТС
61. Циклическая схема организации ХТС
62. Синтез метанола. Физико-химические основы процесса.
63. Синтез аммиака. Физико-химические основы процесса.
64. Контактное окисление диоксида серы. Физико-химические основы процесса.
65. Окисление аммиака. Физико-химические основы процесса.
66. Производство водорода.
67. Конверсия метана водяным паром. Физико-химические основы процесса.
68. Производство синтез-газа из различного углеводородного сырья.
69. ХТП первичной переработки нефти.
70. Деструктивные процессы переработки нефти.
71. Термический и каталитический крекинг нефтепродуктов.

б) Вопросы и для оценки сформированности элементов компетенции ПК-18:

72. Температурная устойчивость химического реактора.
73. Множественность стационарных состояний.
74. Нестационарные режимы работы проточного реактора.
75. Методы защиты атмосферы от оксидов азота.
76. Методы защиты атмосферы от оксидов углерода
77. Методы защиты атмосферы от оксидов серы.
78. Оптимизация работы химико-технологической системы по технико-экологическим критериям
79. Оптимизация работы химико-технологической системы по эколого-экономическим критериям
80. Методы утилизации твердых отходов химических производств.
81. Методы утилизации сточных вод химических предприятий.
82. Рециклинг отходов в химической технологии.

в) типовые задания для выполнения контрольных работ

Контрольная работа №1.

Вариант №1

1. Рассчитайте состав воздуха в массовых процентах, условно принимая, что в нем 21 об% кислорода, остальное – азот.

2. Рассчитать материальный баланс реактора синтеза аммиака. Объемный расход конечной смеси $60000 \text{ м}^3/\text{ч}$. В исходной смеси объемная доля аммиака составляет **0,02**. Концентрации компонентов в конечной смеси (объемные доли): водород **0,48**; азот **0,16**; аммиак **0,17**; остальное метан. Дополнительно рассчитать степень превращения азота.

Рассчитать количество теплоты, которое необходимо отвести из реактора, чтобы температура на выходе составляла 500°C . Температура входной смеси 450°C , потери тепла в окружающую среду составляют 1% от теплоты, поступающей с потоком исходных веществ.

3. Рассчитать материальный баланс реактора окисления оксида серы (4). Степень превращения диоксида серы **0,9**. Производительность $12000 \text{ м}^3/\text{ч}$ оксида серы (6). Концентрации компонентов в исходной смеси (объемные доли): оксид серы (4) **0,13**; кислород **0,07**; оксид серы (6) **0,01**; остальное азот. Дополнительно рассчитать фактические расходные коэффициенты по сырью.

Рассчитать температуру смеси на выходе из реактора, если температура входной смеси 420°C , потери тепла в окружающую среду составляют 3% от теплоты, поступающей

с потоком исходных веществ, а с помощью теплообменных устройств отводят 40% теплоты химической реакции.

Контрольная работа №2.

Вариант №1

1. Проанализируйте на основании принципа Ле-Шателье влияние давления на смещение равновесия реакции $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ (г)

2. HI получают по реакции: $\text{H}_2 + \text{I}_{2(\text{газ.})} \leftrightarrow 2\text{HI}_{(\text{газ.})}$.

Концентрации водорода, газообразного йода и йодистого водорода в исходной смеси равны, соответственно (моль. доли): а) $Z_{\text{N}_2} = 0.30$, $Z_{\text{H}_2} = 0.45$, остальное – азот; б) $Z_{\text{N}_2} = 0.30$, $Z_{\text{H}_2} = 0.45$, $Z_{\text{HI}} = 0.05$, остальное – азот.

Дана зависимость константы равновесия от температуры:

$$\lg K_p = 302.4/T - 1.448 \cdot \lg(T) + 0.21 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0.054 \cdot 10^5/T^2 + 5.29.$$

А) Рассчитать равновесную степень превращения йода (ХЕ) и равновесный состав (Z_{E_i}) при $T = 600$ К и $P = 1$ ат.

Б) Рассчитать равновесную степень превращения йода (ХЕ) и равновесный состав (Z_{E_i}) при $T = 1000$ К и $P = 1$ ат.

В) Рассчитать равновесную степень превращения йода (ХЕ) и равновесный состав (Z_{E_i}) при $T = 600$ К и $P = 5$ ат.

Г) Рассчитать равновесную степень превращения йода (ХЕ) и равновесный состав (Z_{E_i}) при $T = 1000$ К и $P = 5$ ат.

3. Конверсия монооксида углерода водяным паром.

Кинетическое уравнение:

$$U = k_+ \cdot P \cdot (Z_{\text{CO}} - Z_{\text{CO}_2} \cdot Z_{\text{H}_2} / (Z_{\text{H}_2\text{O}} \cdot K_p)) \quad (\text{моль CO} / \text{м}^3 \cdot \text{с})$$

Зависимость константы скорости прямой реакции от температуры:

$$K_+ = (9000/22,4) \cdot \exp((40000/8,31) \cdot (1/498 - 1/T))$$

Зависимость константы равновесия от температуры:

$$\lg K_p = 2485.5/T + 1.565 \cdot \lg(T) - 0.066 \cdot 10^{-3} \cdot T - 0.207 \cdot 10^5/T^2 - 6.946$$

Исходный состав (мольные доли): монооксид углерода 0,15, водяной пар 0,5, водород 0,1, диоксид углерода 0,05, остальное – азот.

А) Построить зависимость скорости реакции от температуры при давлении 0,1 МПа и степени превращения монооксида углерода 0,5.

Б) Построить зависимость скорости реакции от температуры при давлении 1 МПа и степени превращения монооксида углерода 0,5.

В) Построить зависимость скорости реакции от температуры при давлении 0,1 МПа и степени превращения монооксида углерода 0,6.

Контрольная работа №3.

Вариант №1

1. Дайте определение катализа?

2. Конверсию монооксида углерода водяным паром проводят в адиабатическом реакторе полного смешения.

Кинетическое уравнение:

$$U = k_+ \cdot P \cdot (Z_{\text{CO}} - Z_{\text{CO}_2} \cdot Z_{\text{H}_2} / (Z_{\text{H}_2\text{O}} \cdot K_p)) \quad (\text{моль CO} / \text{м}^3 \cdot \text{с})$$

Зависимость константы скорости прямой реакции от температуры:

$$K_+ = (9000/22,4) \cdot \exp((40000/8,31) \cdot (1/498 - 1/T))$$

Зависимость константы равновесия от температуры:

$$\lg K_p = 2485.5/T + 1.565 \cdot \lg(T) - 0.066 \cdot 10^{-3} \cdot T - 0.207 \cdot 10^5/T^2 - 6.946$$

Рассчитать объём реактора, необходимого для достижения степени превращения монооксида углерода $X_{\text{CO}} = 0,7$ и производительность по водороду, если исходный состав (мольные доли): монооксид углерода 0,15, водяной пар 0,5, водород 0,1, диоксид углерода 0,05, остальное – азот; расход смеси $10000 \text{ м}^3/\text{ч}$, температура смеси на входе в реактор 700 К, давление 0,1 МПа.

3. Как получают исходное сырье: азот и водород, для синтеза аммиака?

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.