

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Д.Ш. Султанова

«07» июня 2021 г.



Рабочая программа дисциплины в виде электронного документа выгружена из информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу
Простая электронная подпись, ID подписи: 1060
Подписал Проректор по учебной работе Д.Ш. Султанова
Дата 07.06.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине «ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ»

Специальность:	18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий
Специализация:	Технология пиротехнических средств
Квалификация выпускника:	Инженер
Форма обучения:	Очная
Институт:	Инженерный химико-технологический институт
Факультет:	Факультет энергонасыщенных материалов и изделий
Кафедра-разработчик:	Кафедра «Общей химической технологии»
Курс; семестр	4; 8

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Лекция	16	0,44
Практическое занятие	16	0,44
Контроль самостоятельной работы	32	0,89
Самостоятельная работа	44	1,22
Форма аттестации: Дифференцированный зачет (8 сем)		
Всего	108	3

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 907 от 07.08.2020) по специальности 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий для специализации «Технология пиротехнических средств» на основании учебных планов набора обучающихся 2021 года.

Разработчик программы:

Доцент

Н.М. Нуруллина

СОГЛАСОВАНО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Общей химической технологии», протокол от 28.05.2021 г. № 12.

Заведующий кафедрой *Согласовано* Х.Э. Харлампиди

УТВЕРЖДЕНО

Начальник центра УМЦ

Утверждаю

Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Химические реакторы» являются:

- раскрытие сущности протекающих в реакторе процессов и установление их взаимосвязи с наблюдаемыми и скрытыми явлениями в ходе эволюции технологического процесса;
- обучение методологии проектирования реактора путем последовательного использования основных факторов, обеспечивающих заданную степень совершенства конструкции и анализ альтернатив с оценкой реализуемости;
- ознакомление с современными промышленными гомо- и гетерофазными аппаратами, анализ их до-стоинств и недостатков и обоснование выбора существующего реактора под новую технологию.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Химические реакторы» относится к обязательной части ООП и формирует у обучающихся по специализации «Технология пиротехнических средств» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Химические реакторы» обучающийся по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Высшая математика
2. Общая и неорганическая химия
3. Общая химическая технология
4. Органическая химия
5. Процессы и аппараты химической технологии
6. Техническая термодинамика и теплотехника
7. Физика
8. Физическая химия

Дисциплина «Химические реакторы» является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

1. Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2. Математическое моделирование технологических процессов
3. Основы проектной деятельности
4. Производственная практика (преддипломная практика)
5. Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика)

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-1 Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы и понятия математических, естественнонаучных и инженерных знаний, теоретические и экспериментальные методы решения профессиональных задач, основы проектирования технических объектов, закономерности протекания химических превращений в масштабах промышленного оборудования

ОПК-1.2. Умеет применять законы и понятия математических, естественнонаучных и инженерных знаний, теоретические и экспериментальные методы решения профессиональных задач, закономерности протекания химических превращений, планировать и ставить научный эксперимент, обрабатывать результаты измерений, применять фундаментальные физические законы для решения инженерных задач

ОПК-1.3. Владеет навыками применения законов и понятий математических, естественнонаучных и инженерных знаний, методами исследования физико-химических свойств материалов и изделий в соответствии со спецификой специальности, навыками работы с измерительными приборами и математическими методами обработки экспериментальных результатов, навыками компьютерного моделирования

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода,

вырабатывать стратегию действий

УК-1.1. Знает методы анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода

УК-1.2. Умеет находить и применять информацию, необходимую для критического анализа проблемных ситуаций

УК-1.3. Владеет навыками выработки стратегии действий по решению проблемных ситуаций в профессиональной сфере

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать:

- основные функции бакалавра на химическом производстве: решать профессиональные задачи в производственно-технологической и проектировочной деятельности;
- параметры и режимы работы реакционных устройств;
- условия безопасной работы
- основные функции бакалавра на химическом производстве: решать профессиональные задачи в производственно-технологической и проектировочной деятельности;
- классификацию реакторов;
- показатели эффективности функционирования реактора;
- конструкции современных гомо- и гетерофазных промышленных реакционных аппаратов;
- элементы структуры реактора;
- параметры и режимы работы реакционных устройств;
- динамические свойства гетерофазных реакторов;
- основные требования к конструкции реактора;
- тенденции современного реакторостроения;
- условия безопасной работы;

Уметь:

- обосновать выбор элементов конструкции реактора для поддержания заданных параметров процесса;
- проанализировать химико-технологическую систему и выявить совокупность протекающих в ней процессов и явлений;
- рассчитать материальный и тепловой балансы реактора;
- дать экологическую и экономическую оценки конструкции промышленного реактора-аналога проектируемого аппарата;
- проанализировать химико-технологическую систему и выявить совокупность протекающих в ней процессов и явлений;

Владеть:

-методами анализа эффективности работы химических производств при разработке технологических процессов

-методами работы на ЭВМ для выполнения расчетов и нахождения необходимой для этих целей информации;

- методами анализа эффективности работы химических производств при разработке технологических процессов;
- методами расчета материальных, тепловых балансов, критериев эффективности технологических процессов;
- навыками решения прикладных, учебных, инженерных задач с использованием современной компьютерной техники и программных средств;
- активного и пассивного экспериментов на модели или промышленном реакторе.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации	
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные	КСР	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.	Теория химического реактора: основные понятия	8	2				2	6	Практические занятия
2.	Гидродинамический режим реактора (реакторы смешения и вытеснения, каскад реакторов). Время пребывания реагентов в зоне реакции. Одно- и двухпараметрическая диффузионные модели реактора вытеснения. Химические реакторы с неидеальной структурой потоков. Материальный баланс реактора.	8	10	10			12	20	Доклад, сообщение; Контрольная работа; Практические занятия; Разноуровневые задачи и задания
3.	Теплоперенос в химических реакторах	8	3	3			8	8	Практические занятия; Собеседование
4.	Промышленные реакторы	8	1	3			10	10	Доклад, сообщение; Тест
	Итого по семестру	8	16	16			32	44	Дифференцированный зачет

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
1.	Теория химического реактора: основные понятия	2	Теория химического реактора: основные понятия, параметры реактора. Классификация химических реакторов. Показатели эффективности работы реактора.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
2.	Гидродинамический режим реактора (реакторы смешения и вытеснения, каскад реакторов). Время пребывания реагентов в	4	Основные математические модели процессов в химических реакторах	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
	зоне реакции. Одно- и двухпараметрическая диффузионные модели реактора вытеснения. Химические реакторы с неидеальной структурой потоков. Материальный баланс реактора.		(гидродинамические модели) и методика их расчета.	УК-1.2
3.		2	Каскад реакторов К-РИС. Сравнение РИС и РИВ.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
4.		1	Химические реакторы с неидеальной структурой потоков. Факторы, влияющие на характер распределения концентраций реагентов в объеме реактора.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
5.		3	Материальный баланс химического реактора	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
6.		Теплоперенос в химических реакторах	3	Тепловой баланс реактора. Устойчивость режима работы химического реактора. Графический метод определения условий стационарности режима реактора.
7.	Промышленные реакторы	1	Промышленные реакторы. Реакторы для проведения гомогенных, гетерогенных, гетерогенно-каталитических процессов.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3
	ВСЕГО	16		

6. Содержание практических/семинарских занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции	
1	2	3	4	6	
1.	Гидродинамический режим реактора (реакторы смешения и вытеснения, каскад реакторов). Время пребывания реагентов в зоне реакции. Одно- и двухпараметрическая диффузионные модели реактора вытеснения. Химические реакторы с неидеальной структурой потоков. Материальный баланс реактора.	2	Семинар "Гидродинамические модели реакторов"	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	
2.		1	Расчет материального баланса и критериев эффективности химического реактора. Простая необратимая реакция.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	
3.		1	Контрольная работа «Расчет материального баланса и критериев эффективности химического производства»	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	
4.		3	Расчет материального баланса химического реактора (сложные необратимые реакции, обратимые реакции).	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	
5.		2	Расчет химических реакторов (РИС, РИВ)	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	
6.		1	Контрольная работа "Расчет РИС и РИВ"	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	
7.		Теплоперенос в химических реакторах	2	Расчет материального и теплового балансов химического реактора	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
8.			1	Семинар "Тепловые режимы работы химического реактора. Устойчивость режима работы"	ОПК-1.1 ОПК-1.3

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
			химического реактора. Теплообмен в промышленных реакторах: прямой, косвенный"	
9.	Промышленные реакторы	2	Студенческая конференция «Промышленные реакторы»	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3
10.		1	Тестирование по теоретическому материалу курса	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3
	ВСЕГО	16		

7. Содержание лабораторных занятий

Проведение лабораторных занятий не предусмотрено учебным планом

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Теоретические закономерности изучаемых реакторов и их практическое применение.	6	подготовка к практическому занятию	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
2.	Функция распределения времени пребывания. Факторы, влияющие на характер распределения концентраций реагентов в объеме реактора. Химические реакторы с неидеальной структурой потоков. Схемы питания реакторов периодического и непрерывного действия.	20	подготовка к контрольной работе, подготовка к практическому занятию	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
3.	Тепловая устойчивость режима реактора. Графический метод определения условий стационарности режима реактора. Теплообмен в промышленных реакторах: прямой, косвенный. Теплоносители и хладагенты. Теплообменные устройства реакторов. Реакторы с внутренним и наружным теплообменом.	8	подготовка к практическому занятию, подготовка к участию в дискуссии	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
4.	Реакторы для проведения процессов в системе газ-жидкость. Реакторы барботажной группы. Реакторы с механическим диспергированием газа (работающие в пленочном режиме; типа колонн с насадкой; колонны с колпачковыми и ситчатыми тарелками). Реакторы для проведения некаталитических и каталитических процессов.	10	подготовка доклада, подготовка к тестированию	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3
	ВСЕГО	44		

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Теоретические закономерности изучаемых реакторов и их практическое применение.	2	консультирование	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
2.	Функция распределения времени пребывания. Факторы, влияющие на характер распределения концентраций реагентов в объеме реактора. Химические реакторы с неидеальной структурой потоков. Схемы питания реакторов периодического и непрерывного действия.	12	заслушивание доклада, проверка контрольной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
3.	Тепловая устойчивость режима реактора. Графический метод определения условий стационарности режима реактора. Теплообмен в промышленных реакторах: прямой, косвенный. Теплоносители и хладагенты. Теплообменные устройства реакторов. Реакторы с внутренним и наружным теплообменом.	8	консультирование, участие в дискуссии	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
4.	Реакторы для проведения процессов в системе газ-жидкость. Реакторы барботажной группы. Реакторы с механическим диспергированием газа (работающие в пленочном режиме; типа колонн с насадкой; колонны с колпачковыми и ситчатыми тарелками). Реакторы для проведения некаталитических и каталитических процессов.	10	заслушивание доклада, проверка тестирования	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3
	ВСЕГО	32		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Химические реакторы» используется рейтинговая система. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. За контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Мин.баллов	Макс.баллов
8-й семестр			
Контрольная работа	2	18	30
Тест	1	5	10
Собеседование	1	5	10
Практические занятия	3	9	15
Разноуровневые задачи и задания	1	3	5
Доклад, сообщение	2	20	30
Итого		60	100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итоговой аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Химические реакторы» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Количество экземпляров
Х. Э. Харлампиدي, Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : Санкт-Петербург : Лань, 2021	https://e.lanbook.com/book/169385 Режим доступа: по подписке КНИТУ
И.М. Кузнецова, Х.Э. Харлампиدي, В.Г. Иванов [и др.], Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов [Учебник] учебник для студ. вузов, обуч. по хим.-технол. напр. подг. и спец.: СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2013	100 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Х.Э. Харлампиدي, И.М. Кузнецова, Н.Н. Батыршин, Общая химическая технология [Учебник] материальный баланс хим.-технол. процесса : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. "Хим. технология и биотехнология": М. : Логос, 2007	986 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
И.М. Кузнецова, Х.Э. Харлампиدي, В.Г. Иванов [и др.], Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем [Учебник] учебник для студ. вузов, обуч. по хим.-технол. напр. подгот. и спец.: СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014	100 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А. К. Корытцева, В. И. Петьков, Химические реакторы. Введение в теорию и практику [Электронный ресурс] учебное пособие: Санкт-Петербург : Лань, 2019	https://e.lanbook.com/book/113903 Режим доступа: по подписке КНИТУ

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
Н. . Смирнов, А. . Волжинский, Химические реакторы в примерах и задачах [Задачник] учеб. пособие для студ. химико-технол. спец. вузов: Л. : Химия, 1986	10 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
М. . Генералов, В. . Силин, Химические реакторы производств нитропродуктов [Учебник] учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подготовки дипломирован. спец. "Хим. технология энергонасыщен. материалов и изделий": М. : ИКЦ "Академкнига", 2004	75 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
В.С. Бесков, Общая химическая технология [Учебник] учеб. для студ. вузов, обуч. по хим.-технол. напр. подготовки бакалавров и дипломирован. спец.: М. : ИКЦ "Академкнига", 2006	25 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
В.И. Ксензенко, В.Г. Немцова, И.В. Семенова [и др.], Общая химическая технология и	25 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

основы промышленной экологии [Учебник] учебник для студ. вузов, обуч. по хим.-технол. спец.: М. : КолосС, 2003	
А. Ю. Загкейм, Общая химическая технология: введение в моделирование химико- технологических процессов [Прочее] : Москва : Издательская группа "Логос", 2012	http://znanium.com/go.php?id=468690 Режим доступа: по подписке КНИТУ

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Химические реакторы» предусмотрено использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
3. Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Znanium.com»: Режим доступа: <http://znanium.com/>
5. ЭБС Университетская библиотека онлайн: Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
6. ЭБС IPRbooks: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
7. ЭБС BOOK.ru : Режим доступа: <https://www.book.ru/>
8. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>
9. Справочники по химии и химической технологии: <http://www.fptl.ru/biblioteka/spravo4niki.html>
10. Реферативный журнал ВИНИТИ: <http://www.viniti.ru/products/abstract-journal>

УНИЦ
Согласовано

11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Базы данных

Scopus Доступ свободный: www.scopus.com

Web of Science Доступ свободный: apps.webofknowledge.com

Информационные справочные системы

Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: www.garant.ru

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: www.consultant.ru

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Химические реакторы»:

Офисные и деловые программы: ABBYY FineReader 9.0 проф;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Professional Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2010-2016 Standard

Архиватор 7 Zip

Блокнот Notepad

Яндекс Браузер

ПО для коллективной работы Microsoft Teams

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства; наборы слайдов; демонстрационные приборы, технические средства обучения:

1. Лекционные занятия:

1. комплект электронных презентаций/слайдов,
2. аудитории, оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

2. Практические занятия:

- комплект задач с примерами решения;
- аудитории, оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

3. Прочее:

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом к сети "Интернет", предназначенные для работы в электронной образовательной КНИ

13. Образовательные технологии

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе по дисциплине «Химические реакторы» составляет 16 ч.

В процессе освоения дисциплины «Химические реакторы» используются следующие образовательные технологии:

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе составляет 16 часов. В качестве образовательных технологий могут быть использованы:

- дискуссия;
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками);
- эвристическая беседа;
- системы дистанционного обучения;
- обсуждение и разрешение проблем.