

Энгельсский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технологии и оборудование химических, нефтегазовых
и пищевых производств»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Б.1.2.14 Химические реакторы»

направления подготовки

18.03.01 «Химическая технология»

Профиль «Нефтехимия»

форма обучения – **заочная**
курс – **4**
семестр – **8**
зачетных единиц – **2**
всего часов – **72**
в том числе:
лекции – **6**
коллоквиумы – нет
практические занятия – **4**
лабораторные занятия – **нет**
самостоятельная работа – **62**
зачет – **8 семестр**
экзамен – нет
контрольная работа – **8 семестр**
РГР – нет
курсовая работа – нет
курсовой проект – нет

Рабочая программа обсуждена на заседании
кафедры ТОХП
20.06.2022 года, протокол №10
Зав. кафедрой Левкина Н.Л.Левкина

Рабочая программа утверждена
на заседании УМКН
27.06.2022 года, протокол №5
Председатель УМКН Левкина Н.Л.Левкина

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование химико-технологического мировоззрения бакалавров для их научно-исследовательской и производственно-технологической профессиональной деятельности.

Основными задачами освоения дисциплины «Химические реакторы» являются:

- овладение теорией, определяющей конструктивные особенности оборудования производств базовых химических продуктов;
- изучение основных типов химических реакторов и конструкционных материалов, применяемых при их создании;
- овладение навыками технологических расчетов, необходимых в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б.1.2.14 Химические реакторы относится к вариативной части учебного плана.

Знания, приобретенные студентами в результате изучения дисциплины «Химические реакторы», потребуются при освоении следующих дисциплин: Б.1.2.10 «Технология нефтехимического синтеза», Б.1.3.6.2 «Химия и физика полимеров», Б.1.3.7.1 «Химия и технология переработки полимеров», Б.1.3.8.1 «Оборудование в технологии нефтехимического синтеза», Б.1.3.10.1 «Коррозия и защита оборудования нефтяной и газовой промышленности», Б.1.3.11.1 «Экологические проблемы нефтехимического синтеза».

Для освоения дисциплины «Химические реакторы» необходимы знания по дисциплинам учебного плана подготовки бакалавров: Б.1.1.6 «Математика», Б.1.1.8 «Физика», Б.1.1.9 «Общая и неорганическая химия», Б.1.1.10 «Органическая химия», Б.1.1.11 «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», Б.1.1.12 «Физическая химия», Б.1.1.13 «Коллоидная химия», Б.1.1.20 «Общая химическая технология», Б.1.2.12 «Процессы и аппараты химической технологии».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций (в соответствии ФГОС ВО):

ПК-16 - способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять мето-

ды математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

3.1. Знать:

- типы и назначение химических реакторов.
- конструктивные особенности различных типов реакторного оборудования;
- назначение и характеристику основных элементов химических реакторов.

3.2. Уметь:

- обосновать выбор типа реактора;
- произвести расчет материального и теплового баланса для заданного процесса;
- обосновать выбор конструкционного материала для реактора, применяемого в конкретном химическом процессе.

3.3. Владеть:

- методами выбора типа химического реактора;
- методиками расчета материального и теплового балансов реакторного оборудования;
- методиками обоснованного подбора конструкционных материалов для различных типов химических реакторов.

4. Распределение трудоёмкости (час) дисциплины по темам и видам занятий

№ Модуля	№ Недели	№ Темы	Наименование темы	Часы/ из них в интерактивной форме					
				всего	Лекции	Коллоквиумы	Лабораторные	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6 семестр									
1		1	Основные типы химических реакторов. Их классификация.	36	2			2	32
			Составление материального и теплового балансов реактора.						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2		2	Характеристика реакторов для химических реакций в системах Ж-Ж, Г-Ж, Г-Т, Г-Г.	36	4			2	30
			Конструкционные материалы для производства химических реакторов.						
Всего				72	6			4	62

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	1	Понятие о химическом реакторе. Классификация химических реакторов. Классификация химических реакторов: по гидродинамической обстановке, термическим условиям, условиям теплообмена, фазовому составу, способу организации процесса. Составление материального и теплового баланса реактора	[1-3,5,6]
2	4	2-3	Конструкции химических реакторов. Реакторы для газовых и жидкостных гомогенных процессов, для газожидкостных процессов гетерогенных процессов, для гетерогенных процессов с твердой фазой. Колонные, трубчатые, насадочные, ёмкостные реакторы. Конструкционные материалы для производства химических реакторов.	[1-4, 7,8]

6. Содержание коллоквиумов

Учебным планом не предусмотрены.

7.Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии.	Учебно-методическое обеспечение
1	1	Примеры расчета критериев эффективности химического процесса. Расчет степени превращения (конверсии) компонентов реакционной смеси, выхода целевого продукта и селективности химического процесса по индивидуальному заданию.	[5,6]
1	1	Примеры расчета материального и теплового баланса реактора. Расчет материального и теплового баланса реактора по индивидуальному заданию.	[5,6,]
2	2	Реферативные сообщения по индивидуальным заданиям по конструктивным особенностям химических реакторов и конструкционным материалам для их производства.	

8.Перечень лабораторных работ

Учебным планом не предусмотрены.

9.Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы для самостоятельного изучения	Учебно-методическое обеспечение
1	32	Изучение основных классификационных характеристик химических реакторов, используемых в технологии химических и нефтегазовых производств по индивидуальному заданию	[1-3]
2	20	Изучение конструктивных особенностей химических реакторов, используемых в технологии химических и нефтегазовых производств по индивидуальному заданию.	[1-4,7,8]

2	10	Обоснование выбора конструкционных материалов для реакторов, используемых в технологии химических и нефтегазовых производств по индивидуальному заданию.	[7,8]
---	----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------

Задания для контрольной работы

Вариант 1

1. Аппараты для проведения химических реакций. Классификация химических реакторов. Реакторы идеального вытеснения и идеального смешения.
2. Задача № 13 (Методические указания «Технологические расчеты в химической технологии», Энгельс, 2021, с.15)

Вариант 2

1. Реакторы для химических реакций в жидкой среде. Конструктивные особенности емкостных реакторов с механическими перемешивающими устройствами. Основные типы теплообменных устройств и мешалок.
2. Задача № 18 (Методические указания «Технологические расчеты в химической технологии», Энгельс, 2021, с.16)

Вариант 3

1. Реакторы для химических реакций в системах «газ-жидкость». Основные типы распыливающих газожидкостных реакторов (форсуночные, прямоточные на основе трубы Вентури, с механическим разбрызгиванием жидкости).
2. Задача № 21 (Методические указания «Технологические расчеты в химической технологии», Энгельс, 2021, с.16)

Вариант 4

1. Реакторы для химических реакций в системах «газ-жидкость». Основные типы барботажных газожидкостных реакторов (колонные, с циркуляционным контуром, емкостные с механическим перемешиванием жидкости).

2. Задача № 24 (Методические указания « Технологические расчеты в химической технологии», Энгельс, 2021, с.17)

Вариант 5

1. Реакторы для химических реакций в системах «газ-жидкость». Основные типы поверхностных газожидкостных реакторов (насадочные, пленочные, механические пленочные).

2. Задача № 25 – получение йода (Методические указания « Технологические расчеты в химической технологии», Энгельс, 2021, с.17)

Вариант 6

1. Реакторы для гомогенных химических реакций в газовой фазе (экзо- и эндотермические реакторы, работающие в одном из режимов теплообмена: адиабатические, изотермические, автотермические).

2. Задача № 26 – получение хлорита натрия (Методические указания « Технологические расчеты в химической технологии», Энгельс, 2021, с.17)

Вариант 7

1. Реакторы для химических реакций в системах «газ - твердое тело». Основные типы реакторов (с неподвижным, механически перемещаемым или взвешенным слоем твердого реагента).

2. Задача № 27 (Методические указания « Технологические расчеты в химической технологии», Энгельс, 2021, с.17-18)

Вариант 8

1. Требования к конструкционным материалам в производстве химических реакторов. Металлы и сплавы (сталь, чугун, сплавы цветных металлов: алюминия, меди, титана).

2. Задача № 28 (Методические указания « Технологические расчеты в химической технологии», Энгельс, 2021, с.18)

Вариант 9

1. Требования к конструкционным материалам в производстве химических реакторов. Не-металлические конструкционные материалы (неорганические материалы естественного и искусственного происхождения: стекло, ситаллы, керамика, углеграфит).

2. Задача № 29 (Методические указания « Технологические расчеты в химической технологии», Энгельс, 2021, с.18)

Вариант 10

1. Требования к конструкционным материалам в производстве химических реакторов. Не-металлические конструкционные материалы (органические конструкционные материалы: резина, эбонит, пластмассы, композиционные материалы).

2.Задача № 30 (Методические указания « Технологические расчеты в химической технологии», Энгельс, 2021, с.18)

Учебно-методическое обеспечение приведено в разделе 15 («Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине»).

10.Расчетно-графическая работа

Учебным планом не предусмотрена.

11.Курсовая работа

Учебным планом не предусмотрена.

12.Курсовой проект

Учебным планом не предусмотрен.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Б.1.2.14 Химические реакторы» должны сформироваться следующие компетенции:ПК-16.

В рамках производственно-технологической деятельности под компетенцией ПК-16 - способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Для формирования компетенции ПК-16 необходимы базовые знания дисциплин: Б.1.1.6 Математика, Б.1.1.8Физика, Б.1.1.9 Общая и неорганическая химия, Б.1.1.10 Органическая химия, Б.1.1.11 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа, Б.1.1.12 Физическая химия, Б.1.1.13 Коллоидная химия, Б.1.1.20 Общая химическая технология, Б.1.2.12 Процессы и аппараты химической технологии.

Формирование данной компетенции происходит также при выполнении курсовых работ и проектов и при прохождении Б.2.3 2-й производственной практики, Б.2.4. Производственной (НИР) практики, Б.2.5. Производственной (преддипломной) практики.

Код компетенции	Этап формирования	Цель освоения	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ПК- 16	8 семестр	Приобретение навыков проведения теоретико-экспериментальных исследований с применением математического моделирования и анализа полученных химических и физических данных; сопровождения технологических процессов в соответствии с регламентом; использования технических средств для определения основных параметров процесса и определением свойств сырья и готовой продукции	Контрольная работа Зачет	Задания для контрольной работы Вопросы для зачета.	зачтено / не зачтено

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины Б.1.2.14 «Химические реакторы», проводится итоговая аттестация в виде зачета. Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине Б.1.2. 14 «Химические реакторы» включает учет успешности выполнения заданий на практических занятиях и при выполнении самостоятельной работы и сдачу зачета.

«Зачтено» за контрольную работу ставится в случае, если она полностью правильно выполнена, при этом обучающимся показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если работа выполнена неправильно, тогда она возвращается на доработку и затем вновь сдаётся на проверку преподавателю.

Самостоятельная работа считается успешно выполненной в случае, если проработан теоретический материал по каждой теме. Задания соответствуют пункту 9 рабочей программы.

К **зачету** по дисциплине обучающиеся допускаются при:
- представлении отчетов по всем практическим работам;

- сдачи отчета по самостоятельной работе;
- при успешно выполненной контрольной работе;

Зачет сдается устно, по билетам, в которых представлено 2 вопроса из перечня «Вопросы для зачета». Оценивание проводится по принципу «зачтено /не зачтено».

«Зачтено» ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе ,
 - умении оперировать специальными терминами,
 - использовании в ответе дополнительного материала,
 - иллюстрировании теоретического положения практическим материалом;
- при этом в ответе могут иметься
- негрубые ошибки или неточности,
 - затруднения в использовании практического материала,
 - не вполне законченные выводы или обобщения.

«Не зачтено» ставится при:

- неполном схематичном ответе,
- неумении оперировать специальными терминами или их незнании.

Уровни освоения компетенций в рамках дисциплины Б.1.1.22 «Химические реакторы»

Уровни сформированности компетенций	Содержательное описание уровня	Основные признаки уровня освоения компетенции
Пороговый уровень	Обязательный для всех студентов-выпускников вуза по завершении освоения ООП ВО	<p>1. Знание: типов химических реакторов; конструктивных особенностей различных типов реакторного оборудования; назначения и характеристик основных элементов химических реакторов.</p> <p>2. Умение: обосновать выбор типа реактора; произвести расчет материального и теплового балансов для заданного процесса; определить параметры повышения эффективности процесса в химическом реакторе.</p> <p>3. Владение: методами определения технологических показателей процесса; методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования и наилучшей организации процесса в химическом реакторе; методами выбора химических реакторов.</p>

Вопросы для зачета

1. Основные классификационные признаки химических реакторов.
2. Характеристика показателей материального баланса химических реакторов и методика его составления.
3. Характеристика показателей теплового баланса химических реакторов и методика его составления
4. Основные типы химических реакторов. Реакторы для химических реакций в жидкой среде.
5. Распыливающие реакторы для химических реакций в системах Г-Ж на примере форсуночных абсорберов.
6. Распыливающие реакторы для химических реакций в системах Г-Ж на примере прямоточных аппаратов на основе трубы Вентури.
7. Распыливающие реакторы для химических реакций в системах Г-Ж на примере аппаратов с механическими распыливающими устройствами.
8. Барботажные реакторы для химических реакций в системах Г-Ж на примере колонных аппаратов.
9. Барботажные реакторы для химических реакций в системах Г-Ж на примере газлифтных аппаратов.
10. Барботажные реакторы для химических реакций в системах Г-Ж на примере ёмкостных аппаратов с механическими перемешивающими устройствами.
11. Поверхностные реакторы для химических реакций в системах Г-Ж на примере насадочных аппаратов.
12. Поверхностные реакторы для химических реакций в системах Г-Ж на примере плёночных аппаратов.
13. Поверхностные реакторы для химических реакций в системах Г-Ж на примере механических плёночных аппаратов.
14. Реакторы с неподвижным или компактно движущимся слоем твердого реагента для химических реакций в системах Г-Т.
15. Реакторы с механически перемещаемым слоем твердого реагента для химических реакций в системах Г-Т на примере барабанных вращающихся аппаратов.
16. Реакторы со взвешенным слоем твердого реагента для химических реакций в системах Г-Т на примере аппаратов с псевдооживленным (кипящим) слоем.
17. Реакторы со взвешенным слоем твердого реагента для химических реакций в системах Г-Т на примере аппаратов с аэрофонтанным (распылительным) слоем.
18. Реакторы со взвешенным слоем твердого реагента для химических реакций в системах Г-Т на примере вихревых (циклонных) аппаратов.
19. Экзотермические реакторы для гомогенных химических реакций в газовой фазе.
20. Эндотермические реакторы для гомогенных химических реакций в газовой фазе.

21. Условия эксплуатации химического оборудования и требования, предъявляемые к конструкционным материалам.
22. Классификация конструкционных материалов. Неорганические материалы естественного и искусственного происхождения, применяемые для оборудования химических производств.
23. Стали как основной конструкционный материал для оборудования химических производств.
24. Цветные металлы и их сплавы как конструкционные материалы для оборудования химических производств.
25. Органические конструкционные материалы (резина, эбонит, пластмассы, полимерные композиты), применяемые для оборудования химических производств.

14. Образовательные технологии

Чтение лекций по данной дисциплине проводится с использованием мультимедийных средств. На практических занятиях используются ролевые игры, проведение анализа эффективности конкретных химико-технологических процессов, выбор данных для составления материального и теплового баланса конкретных типов химических реакторов. Отчет по СРС проводится в форме семинара с представлением подготовленных в виде презентации ответов по индивидуальным заданиям.

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

Основная литература

1. Швалёв Ю.Б. Общая химическая технология. Ч.1. Химические процессы и реакторы: учебное пособие. / Ю.Б.Швалёв, Д.А. Гормушко.- Томск : Томский политехнический университет, 2019. - 187 с. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/96108.html>
2. Химические реакторы : учебное пособие / В. Ю. Долуда, А. В. Быков, М. Е. Григорьев [и др.]. — Тверь : ТвГТУ, 2019. — 160 с. — ISBN 978-5-7995-1061-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171336> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Воронцов, К. Б. Химические реакторы : учебное пособие / К. Б. Воронцов. — Архангельск : САФУ, 2017. — 80 с. — ISBN 978-5-00058-584-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/161737> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Семакина О.К. Машины и аппараты химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств : учебное пособие / Семакина О.К. — Томск : Томский политехнический университет, 2016. — 154 с. — ISBN 978-5-

4387-0693-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83969.html>.

Дополнительная литература

5. Попов, Ю. В. Химические реакторы (теория химических процессов и расчет реакторов) : учебное пособие / Ю. В. Попов, Т. К. Корчагина, В. С. Лобасенко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Волгоград : ВолгГТУ, 2015. — 240 с. — ISBN 978-5-9948-2027-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157211> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Углев Н.П. Теория химических реакторов: введение в основные разделы курса: учебное пособие / Углев Н.П. - Пермь: Пермский государственный технический университет, 2008. - 184 с. — ISBN 978-5-88151-894-3. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/110560.html>

7. Машины и аппараты химических производств: уч.пособие для вузов под общ.ред. А.С.Тимонина.- Калуга: Изд-во Н.Ф.Бочкаревой,2008.-872 с. Экземпляры всего: 3

8. Ульянов В.М. Химические реакторы и печи: уч.пос./ В.М.Ульянов.- Нижегородский гос.техн.ун-т, Н.Новгород, 2006.-202 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785996301096-SCN0003.html>

Методические указания для освоения дисциплины (модуля) обучающимися

9. Левкина Н.Л. Технологические расчеты в химической технологии : МУ к практическим занятиям для студентов направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология» / Н.Л. Левкина, Т.П. Устинова, 2019.- 20 с. - Текст: электронный. Режим доступа: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1004&tip=6>

Периодические издания (журналы)

10. Пластические массы. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1112589>. Доступные архивы 2009-2020 гг.

11. Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. Ивановский государственный химико-технологический университет. Режим доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=942222>. Доступные архивы 2006-2020 гг.

12. Химическая промышленность сегодня

13. Химическая технология

14. Российский химический журнал

15. Журнал прикладной химии

Интернет-источники

16. <http://www.encyclopedia.ru> / Мир энциклопедий on-line
17. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>
18. Библиотека Российской академии наук (БАН) <http://www.rasl.ru>
19. Российская государственная библиотека (РГБ) <http://www.rsl.ru>
<http://science.kaznu.kz>

Источники ИОС

19. Конспект лекций. Режим доступа: <http://techn.sstu.ru/WebLib/16070.doc>

16. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 40 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome

Учебная аудитория для проведения занятий практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 24 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome

Рабочую программу составили _____

проф. Устинова Т.П.
доц. Левкина Н.Л.

28.06.2021

17. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры
« ____ » _____ 20 ____ года, протокол № _____

Зав. кафедрой _____ / _____ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКН
« ____ » _____ 20 ____ года, протокол № _____

Председатель УМКН _____ / _____ /