

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»
Энгельсский технологический институт (филиал)

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине
«Б.1.1.30 Химические реакторы»
направление подготовки
18.03.01 «Химическая технология»

Профиль 4 «Технология химических и нефтегазовых производств»

форма обучения – **очная**
курс – **4**
семестр – **7**
зачетных единиц – **3**
часов в неделю – **2**
всего часов – **72**
в том числе:
лекции – **16**
коллоквиумы – **нет**
практические занятия – **16**
лабораторные занятия – **нет**
самостоятельная работа – **40**
зачет – **нет**
экзамен – **7 семестр**
РГР – **нет**
курсовая работа – **7 семестр**
курсовой проект – **нет**

Рабочая программа обсуждена на заседании
кафедры ТОХП
19 июня 2023 г., протокол № 13
Зав. кафедрой Левкина Н.Л. Левкина

Рабочая программа утверждена на заседании
УМКН направления ХМТН
26 июня 2023 г., 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 ВО

Дисциплина Б.1.1.22 Химические реакторы относится к базовой части.

Знания, приобретенные студентами в результате изучения дисциплины «Химические реакторы», потребуются при освоении следующих дисциплин: Б.1.1.18 «Безопасность жизнедеятельности», Б.1.1.21 «Моделирование химико-технологических процессов», Б.1.1.23 «Системы управления химико-технологическими процессами», Б.1.2.15 «Научные основы технологии переработки полимеров», Б.1.3.7.1 «Технология переработки полимеров», Б.1.3.8.1 «Оборудование в технологии переработки полимеров», Б.1.3.12.2 «Химия и технология полимерных композиционных материалов», Б.1.3.13.1 «Технология армирующих волокон», Б.2.5. Производственная (пред-дипломная) практика.

Для освоения данной дисциплины студентам необходимы знания и умения, приобретенные при изучении следующих дисциплин: 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.1.1.14 «Экология», Б.1.1.19 «Общая химическая технология», Б.1.1.20 «Процессы и аппараты химической технологии».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующей компетенции (в соответствии ФГОС ВО):

ОПК-2 - способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности;

ОПК-4 - способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.

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.

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)
ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-2} Знает математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.
	ИД-2 _{ОПК-2} Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением математических, физических, физико-химических, химических методов
	ИД-3 _{ОПК-2} Имеет навыки теоретического и

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)
	экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
ОПК-4. Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	ИД-1 _{ОПК-4} Знает технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции.
	ИД-2 _{ОПК-4} Умеет осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья
	ИД-3 _{ОПК-4} Владеет навыками проведение технологического процесса

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ИД-1 _{ОПК-2} Знает математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.	Знание математических, физических, физико-химических, химических методов для решения задач профессиональной деятельности.
ИД-2 _{ОПК-2} Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением математических, физических, физико-химических, химических методов	Умение решать стандартные профессиональные задачи с применением математических, физических, физико-химических, химических методов
ИД-3 _{ОПК-2} Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
ИД-1 _{ОПК-4} Знает технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции.	Знание технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции.
ИД-2 _{ОПК-4} Умеет осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья	Умение осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья
ИД-3 _{ОПК-4} Владеет навыками проведение технологического процесса	Владение навыками проведение технологического процесса

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

№ Мо-ду-ля	№ Не-де-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы/ из них в интерактивной форме					
				все-го	Лек-ции	Кол-лок-виумы	Лабора-торные	Прак-ти-чес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7 семестр									
1	1-5	1	Основные типы химических реакторов. Их классификация.	24	4			6	14
		2	Расчет реактора. Материальный и тепловой баланс.						
2	6-13	3	Характеристика реакторов для химических реакций в системах Ж-Ж, Г-Ж, Г-Т, Г-Г.	30	10			6	14
3	14-16	4	Конструкционные материалы для производства химических реакторов.	18	2			4	12
Всего				72	16			16	40

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Понятие о химическом реакторе. Типы реакторов. Классификация химических реакторов по базовым критериям: гидродинамической обстановке, термическим условиям, условиям теплообмена, фазовому составу, способу организации процесса. Дополнительные критерии классификации. Основные типы химических реакторов.	[1-5]
2	2	2	Теоретическое обеспечение расчёта химического реактора. Характеристики эффективности химического процесса. Составление материального и теплового баланса реактора.	[1,4, 6-8]
3	10	3-7	Конструкции реакторов. Реакторы для газовых и жидкостных гомогенных процессов, для газожидкостных процессов, для гетерогенных процессов с твердой фазой. Экзо- и эндотермические реакторы. Емкостные реакторы и их основные элементы. Реакторы абсорбционного типа: распыливающие, барботажные, поверхностные. Реакторы с неподвижным, механически перемещаемым и взвешенным слоем твердого реагента.	[2,3,7-9]
4	2	8	Конструкционные материалы для производства химических реакторов (металлы, неметаллические материалы).	[2,8]
	16			

6. Содержание коллоквиумов

Учебным планом не предусмотрено.

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии.	Учебно-методическое обеспечение
2	6	Анализ критериев эффективности химического процесса. Расчет степени превращения (конверсии) компонентов реакционной смеси, выхода целевого продукта и селективности химического процесса по индивидуальному заданию.	[1,2,6]
3	10	Обоснование выбора данных для составления материального и теплового баланса реактора для конкретного химического процесса. Расчет материального и теплового баланса реактора по индивидуальному заданию.	[1,2,6]
	16		

8. Перечень лабораторных работ

Учебным планом не предусмотрено

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы для самостоятельного изучения	Учебно-методическое обеспечение
1	14	Изучение основных классификационных характеристик реакторов, используемых в технологии синтеза и переработки полимеров по индивидуальному заданию	[1-5]
2	14	Изучение конструктивных особенностей химических реакторов, используемых в технологии синтеза и переработки полимеров по индивидуальному заданию	[2,3,7-9]
3	12	Обоснование выбора конструкционных материалов для реакторов, используемых в технологии синтеза и переработки полимеров по индивидуальному заданию	[2,8]
	40		

10. Расчетно-графическая работа

Учебным планом не предусмотрено.

11. Курсовая работа

Курсовая работа в 7 семестре.

Надо примерные темы курсовых работ

12. Курсовой проект

Учебным планом не предусмотрено.

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

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося при изучении дисциплины Б.1.1.28 «Химические реакторы» должны сформироваться компетенции ОПК-2 и ОПК-4.

В рамках научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности под компетенцией ОПК-2 понимается способность использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности.

Формирование данной компетенции происходит при изучении следующих дисциплин: 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.1.1.19 Общая химическая технология, Б.1.1.20 Процессы и аппараты химической технологии.

Формирование данной компетенции происходит также при выполнении курсовых работ и проектов, работы в день НПП и при прохождении Производственной практики.

В рамках научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности под компетенцией ОПК-4 понимается способность обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.

Формирование данной компетенции происходит при изучении следующих дисциплин: 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.1.1.19 Общая химическая технология, Б.1.1.20 Процессы и аппараты химической технологии.

Формирование данной компетенции происходит также при выполнении курсовых работ и проектов, работы в день НПП и при прохождении Производственной практики.

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины Б.1.1.28 «Химические реакторы», проводится итоговая аттестация в виде экзамена. Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине Б.1.1.28 «Химические реакторы» включает учет успешности выполнения про-

граммы практических занятий, самостоятельной работы, тестовых заданий и сдачу экзамена.

Практические работы считаются успешно выполненными в случае представления в конце занятия отчета, включающего решение поставленных задач. Шкала оценивания – «зачтено / не зачтено». «Зачтено» за практическую 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, если проработан теоретический материал по каждой теме, а также представлены подготовленные в виде презентации ответы по индивидуальным заданиям. Задания соответствуют пункту 9 рабочей программы.

В конце семестра обучающийся письменно (или на компьютере) отвечает на тестовые задания, содержащие вопросы по изученному материалу. Оценивание тестовых заданий проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. При ответе на 60 и более % вопросов выставляется «зачтено», что является основанием допуска обучающегося к сдаче зачета.

К экзамену по дисциплине обучающиеся допускаются при:

- предоставлении всех отчетов по всем практическим работам;
- сдачи отчета по самостоятельной работе и его защите;
- активном участии при проведении практических занятий (занятий в интерактивной форме).

Экзамен сдается устно, по билетам, в которых представлено по 2 вопроса из перечня «Вопросы для экзамена». Оценивание проводится по **пятибалльной шкале**.

«Зачтено» ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе,
 - умении оперировать специальными терминами,
 - использовании в ответе дополнительного материала,
 - иллюстрировании теоретических положений 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,
- не умении оперировать специальными терминами или при их незнании.

Уровни освоения компетенций в рамках дисциплины

Б.1.1.28 «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: принципов классификации реакторного оборудования; основных типов химических реакторов и их конструктивных особенностей; 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 эффективной организации химического процесса в реакторе; методами выбора химических реакторов.</p>

Тестовые задания по дисциплине

1. Химическими реакторами называют используемые в химической технологии аппараты, в которых

- протекают химические реакции между используемыми сырьевыми компонентами;

- протекают химические реакции, сопровождаемые массо- и теплопереносом;

- протекают химические реакции и процессы теплообмена;

- протекают химические реакции, сопровождаемые изменением массы.

2. При классификации химических реакторов по гидродинамической обстановке в реакционной зоне к реакторам смешения относят

- аппараты с удлиненным корпусом или каналом, отличающиеся направленным движением реакционной среды;

- аппараты, обеспечивающие перемешивание реакционной среды;

- емкостные аппараты, в которых для перемешивания реакционной среды используют механические мешалки или циркуляционные насосы;

- аппараты, в которых осуществляется однонаправленное перемешивание реакционной среды.

3. При классификации химических реакторов по гидродинамической обстановке в реакционной зоне к реакторам вытеснения относят

- аппараты, в которых осуществляется распределение потоков реакционной среды;

- аппараты, обеспечивающие перемешивание реакционной среды;

- емкостные аппараты, в которых для перемешивания реакционной среды используют механические мешалки или циркуляционные насосы;

- аппараты с удлиненным корпусом или каналом, отличающиеся направленным движением реакционной среды.

4. При классификации химических реакторов по термическим условиям протекающих в них процессов экзотермическими реакторами называют

- аппараты, в которых в ходе химических реакций чередуются циклы выделения и поглощения тепла;

- аппараты, в которых химические реакции протекают с выделением тепла;

- аппараты, в которых в химическом процессе не происходит выделения или поглощения тепла;

- аппараты, в которых химические реакции протекают с поглощением тепла.

5. При классификации химических реакторов по термическим условиям протекающих в них процессов эндотермическими реакторами называют

- аппараты, в которых химические реакции протекают с выделением тепла;

- аппараты, в которых в ходе химических реакций чередуются циклы выделения и поглощения тепла;

- аппараты, в которых химические реакции протекают с поглощением тепла;

- аппараты, в которых в химическом процессе не происходит выделения или поглощения тепла.

6. При классификации химических реакторов по термическим условиям протекающих в них процессов сменно-циклическими реакторами называют

- аппараты, в которых в химическом процессе не происходит выделения или поглощения тепла;

- аппараты, в которых химические реакции протекают с выделением тепла;

- аппараты, в которых в ходе химических реакций чередуются циклы выделения и поглощения тепла;

- аппараты, в которых химические реакции протекают с поглощением тепла.

7. При адиабатическом режиме работы химического реактора в процессе химической реакции

- поддерживается постоянная температура во всем объеме реакционной среды с помощью теплообменных устройств;

- отсутствует теплообмен с окружающей средой;

- поддерживается постоянная температура во всем объеме реакционной среды без использования теплообменных устройств;

- периодически происходит теплообмен с окружающей средой.

8. При изотермическом режиме работы химического реактора в процессе химической реакции

- отсутствует теплообмен с окружающей средой;

- поддерживается постоянная температура во всем объеме реакционной среды с помощью теплообменных устройств;

- поддерживается постоянная температура во всем объеме реакционной среды без использования теплообменных устройств;

- периодически происходит теплообмен с окружающей средой.

9. При автотермическом режиме работы химического реактора в процессе химической реакции

- поддерживается постоянная температура во всем объеме реакционной среды с помощью теплообменных устройств;

- отсутствует теплообмен с окружающей средой;

- поддерживается постоянная температура во всем объеме реакционной среды без использования теплообменных устройств;
- периодически происходит теплообмен с окружающей средой.

10. При использовании в химической реакции компонентов, находящихся в одном агрегатном состоянии, протекающий в реакторе процесс называют

- эмульсионным
- гетерогенным;
- суспензионным;
- гомогенным.

11. При проведении в реакторе химических реакций, протекающих на границе раздела фаз, процесс называют

- суспензионным;
- гетерогенным;
- гомогенным;
- эмульсионным.

12. К химическим реакторам периодического действия относятся аппараты, в которых

- осуществляется непрерывная подача реагентов при периодической выгрузке продуктов реакции;
- загрузка реагентов, химические превращения и выгрузка продуктов реакции осуществляется параллельно;
- загрузка реагентов осуществляется до начала реакции, а продукты реакции выгружают по окончании реакции;
- осуществляется периодическая подача реагентов при непрерывной выгрузке продуктов реакции.

13. К химическим реакторам непрерывного действия относятся аппараты, в которых

- осуществляется периодическая подача реагентов при непрерывной выгрузке продуктов реакции;
- осуществляется непрерывная подача реагентов при периодической выгрузке продуктов реакции;
- загрузка реагентов осуществляется до начала реакции, а продукты реакции выгружают по окончании реакции;
- загрузка реагентов, химические превращения и выгрузка продуктов реакции осуществляется параллельно.

14. К химическим реакторам полунепрерывного действия относятся аппараты, в которых

- осуществляется периодическая подача реагентов при непрерывной выгрузке продуктов реакции;

- осуществляется полунепрерывная подача реагентов при полунепрерывной выгрузке продуктов реакции;

- загрузка реагентов осуществляется до начала реакции, а продукты реакции выгружают по окончании реакции;

- загрузка реагентов, химические превращения и выгрузка продуктов реакции осуществляется параллельно.

15. Если в произвольно выбранной точке реакционного пространства происходит изменение параметров химического процесса с течением времени, режим реактора называют

- каталитическим;

- некаталитическим;

- стационарным;

- нестационарным.

16. Если химический процесс в любой точке реакционной зоны характеризуется постоянством параметров во времени, режим реактора называют

- стационарным;

- нестационарным;

- каталитическим;

- некаталитическим.

17. Ёмкость с днищем и крышкой, теплообменное и перемешивающее устройства являются основными элементами реакторов для проведения химических реакций

- в системе газ – жидкость;

- в газовой фазе;

- в жидкой фазе;

- в системе газ – твердое тело.

18. Гладкие рубашки и приваренные к корпусу реактора змеевики относятся

- к выносным теплообменным устройствам;

- к встроенным наружным теплообменным устройствам;

- к встроенным внутренним теплообменным устройствам;

- к крышке или днищу аппарата.

19. Поверхностные кожухотрубчатые теплообменники, смонтированные совместно с реактором, относятся

- к встроенным наружным теплообменным устройствам;

- к встроенным внутренним теплообменным устройствам;

- к выносным теплообменным устройствам;

- к крышке или днищу аппарата.

20. Цилиндрическая или плоская трубчатая спираль, пучок прямых вертикальных труб, полые диффузоры в виде стаканов относятся

- к встроенным внутренним теплообменным устройствам;
- к встроенным наружным теплообменным устройствам;
- к выносным теплообменным устройствам;
- к крышке или днищу аппарата.

21. Для перемешивания низковязких жидкостей при турбулентном режиме их движения применяют быстроходные перемешивающие устройства с перпендикулярным по отношению к плоскости вращения расположением лопастей, к которым относятся

- якорные и рамные мешалки;
- все разновидности винтовых мешалок;
- лопастные, турбинные, листовые и клетьевые мешалки;
- шнековые, ленточные, скребковые мешалки.

22. Для перемешивания низковязких жидкостей при турбулентном режиме их движения применяют быстроходные перемешивающие устройства с расположением лопастей под постоянным или переменным углом наклона к плоскости вращения, к которым относятся

- якорные и рамные мешалки;
- все разновидности винтовых мешалок;
- лопастные, турбинные, листовые и клетьевые мешалки;
- шнековые, ленточные, скребковые мешалки.

23. При реализации ламинарного режима вязких жидкостей применяют тихоходные перемешивающие устройства с перпендикулярным расположением лопастей по отношению к плоскости вращения, к которым относятся

- якорные и рамные мешалки;
- все разновидности винтовых мешалок;
- лопастные, турбинные, листовые и клетьевые мешалки;
- шнековые, ленточные, скребковые мешалки.

24. При реализации ламинарного режима вязких жидкостей применяют тихоходные перемешивающие устройства с расположением лопастей под постоянным или переменным углом наклона к плоскости вращения, к которым относятся

- якорные и рамные мешалки;
- все разновидности винтовых мешалок;
- лопастные, турбинные, листовые и клетьевые мешалки;
- шнековые, ленточные, скребковые мешалки.

25. В газожидкостных реакторах распыливающего типа, к которым относятся форсуночные аппараты, а также прямоточные аппараты на основе трубы Вентури и аппараты с механическими распыливающими устройствами, поверхность контакта фаз создаётся

- на пузырьках газа, пропускаемого через объём жидкости;
- на каплях распыленной в потоке газа жидкости;
- между потоком газа и поверхностью жидкости;
- при взаимодействии фаз.

26. В газожидкостных реакторах барботажного типа, к которым относятся колонные, газлифтные и емкостные с механическими мешалками аппараты, поверхность контакта фаз создаётся

- на пузырьках газа, пропускаемого через объём жидкости;
- на каплях распыленной в потоке газа жидкости;
- между потоком газа и поверхностью жидкости;
- при взаимодействии фаз.

27. В газожидкостных реакторах поверхностного типа, к которым относятся насадочные, плёночные и механические плёночные аппараты, поверхность контакта фаз создаётся

- на пузырьках газа, пропускаемого через объём жидкости;
- на каплях распыленной в потоке газа жидкости;
- между потоком газа и поверхностью жидкости;
- при взаимодействии фаз.

28. В системах газ - твёрдое тело применяют горизонтальные с вращающимся корпусом (барабанные) печи-реакторы, в которых химические реакции протекают между потоком газа и

- взвешенным слоем твёрдого реагента;
- неподвижным или компактно движущимся слоем твёрдого реагента;
- механически перемещаемым слоем твёрдого реагента;
- измельчённым твёрдым реагентом.

29. В системах газ - твёрдое тело применяют вихревые (циклонные) реакторы, а также реакторы с аэрофонтанным или псевдоожигженным (кипящим) слоем твёрдого реагента, в которых химические реакции протекают между потоком газа и

- взвешенным слоем твёрдого реагента;
- неподвижным или компактно движущимся слоем твёрдого реагента;
- механически перемещаемым слоем твёрдого реагента;
- измельчённым твёрдым реагентом.

30. Для проведения химических гомогенных реакций в газовой фазе применяют пламенные (реакция идёт в области температур воспламенения) и бес-

пламенные (реакции протекают ниже температур воспламенения) реакторы, которые называют

- низкотемпературными реакторами;
- эндотермическими реакторами;
- высокотемпературными реакторами;
- экзотермическими реакторами.

31. Для проведения химических гомогенных реакций в газовой фазе применяют реакторы с прямым нагревом сырья (смешением газообразного/твёрдого теплоносителя или с помощью электрической дуги) или с не прямым нагревом (нагрев дымовыми газами через стенку), которые называют

- низкотемпературными реакторами;
- эндотермическими реакторами;
- высокотемпературными реакторами;
- экзотермическими реакторами.

32. Какие конструкционные материалы, применяемые при производстве химических реакторов, относятся к сталям?

- неорганические материалы естественного происхождения;
- неорганические материалы искусственного происхождения;
- сплавы железа с углеродом при его содержании от 0,08 до 2,14 %;
- сплав меди с никелем при его высоком содержании.

33. Стали, содержащие от 2,5 до 10 % функциональных добавок, называют

- двухслойными конструкционными сталями;
- углеродистыми сталями обыкновенного качества;
- качественными углеродистыми сталями;
- легированными сталями.

34. При производстве химических реакторов широко используют такие металлы как алюминий, медь, титан или их сплавы, которые являются

- неорганическими материалами естественного происхождения;
- неорганическими материалами искусственного происхождения;
- цветными металлами;
- высоколегированными сталями.

35. К неметаллическим конструкционным неорганическим материалам естественного происхождения относятся

- керамика, стекло, ситталы, стеклоэмали, цементы;
- андезит, базальт, гранит, диабаз, доломит, каолин;
- мягкая и жёсткая резина, эбонит;
- полиамиды, полиолефины, фенопласты, эпоксипласты.

36. К неметаллическим конструкционным неорганическим материалам искусственного происхождения относятся

- керамика, стекло, ситталы, стеклоэмали, цементы;
- андезит, базальт, гранит, диабаз, доломит, каолин;
- мягкая и жёсткая резина, эбонит;
- полиамиды, полиолефины, фенопласты, эпоксипласты.

37. К конструкционным органическим материалам на основе каучука с содержанием вулканизата до 3-х, от 3 до 8, от 25 и более % относятся

- керамика, стекло, ситталы, стеклоэмали, цементы;
- андезит, базальт, гранит, диабаз, доломит, каолин;
- мягкая и жёсткая резина, эбонит;
- полиамиды, полиолефины, фенопласты, эпоксипласты.

38. К неметаллическим конструкционным органическим материалам относятся такие пластмассы как

- полиамиды, полиолефины, фенопласты, эпоксипласты;
- керамика, стекло, ситталы, стеклоэмали, цементы;
- андезит, базальт, гранит, диабаз, доломит, каолин;
- мягкая и жёсткая резина, эбонит.

39. К неметаллическим конструкционным органическим материалам относятся полимерные композиционные материалы, которыми называют

- поликомпонентные материалы, в которых в качестве полимерного связующего используют термопластичные или термореактивные смолы, а в качестве наполнителей – волокна или дисперсные вещества;
- многокомпонентные материалы, состоящие, как правило, из пластичной основы (матрицы), армированной наполнителями;
- материал с гетерогенной структурой, состоящей, как минимум, из двух фаз, выполняющих функции связующего/матрицы, наполнителя и различных модификаторов;
- материалы, состоящие из непрерывной фазы (полимерной матрицы), усиливающих наполнителей и функциональных добавок.

Вопросы к экзамену

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.

В рамках учебных занятий по данной дисциплине предусмотрено обсуждение с представителями предприятия ОАО «Саратоворгсинтез» конкретных производственных ситуаций, связанных с эксплуатацией химических реакторов в технологии получения нитрила акриловой кислоты.

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

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>.

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 обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

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/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1004&tip=5>.

16. Материально-техническое обеспечение

<p>1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа ауд.433</p>	<p>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.</p> <p>Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), Google-Chrome</p>
<p>2. Учебная аудитория для проведения занятий практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций ауд.313</p>	<p>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.</p> <p>Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), Google-Chrome</p>

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 _____ / _____ /