

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 1.1.30 «Химические реакторы»

направления подготовки

18.03.01 Химическая технология

Профиль 4 «Технология химических и нефтегазовых производств»

Формы обучения: очная, заочная

Объем дисциплины:

в зачетных единицах: 2 з.е.

в академических часах: 72 ак.ч.

Рабочая программа по дисциплине Б 1.1.30 «Химические реакторы» направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология» профиль 4 «Технология химических и нефтегазовых производств» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 18.03.01 «Химическая технология», утвержденным приказом Минобрнауки России приказ № 922 от 7 августа 2020 года.

Рабочая программа:

обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств» от «06» июня 2024 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой ТОХП  /Левкина Н.Л./

одобрена на заседании УМКН от «14» июня 2024 г., протокол №5.

Председатель УМКН  /Левкина Н.Л./

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины: формирование химико-технологического мировоззрения бакалавров для их научно-исследовательской и производственно-технологической профессиональной деятельности.

Задачи изучения дисциплины:

- 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 ОПОП ВО

Дисциплина Б 1.1.30 «Химические реакторы» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

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

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

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<p>ОПК-2 - способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ИД-3_{ОПК-2} Способен овладеть теорией, определяющей конструктивные особенности оборудования производств базовых химических продуктов; изучить основные типы химических реакторов и конструкционных материалов, применяемых при их создании; овладеть навыками технологических расчетов для решения задач профессиональной</p>	<p>знать: типы и назначение химических реакторов; конструктивные особенности различных типов реакторного оборудования; назначение и характеристику основных элементов химических реакторов</p> <p>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</p> <p>владеть: методами выбора типа химического реактора; методиками расчета материального и теплового балансов реакторного оборудования; методиками обоснованного подбора конструкционных материалов для различных типов химических реакторов.</p>

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

очная форма обучения

Вид учебной деятельности	ак. часов	
	Всего	по семестрам
		7 семестр
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	32	32
• занятия лекционного типа,	16	16
• занятия семинарского типа:		
практические занятия	16	16
лабораторные занятия		
в том числе занятия в форме практической подготовки		
2. Самостоятельная работа студентов, всего	40	40
– курсовая работа (проект) (отсутствует – / при наличии +)	-	-
– расчетно-графическая работа (отсутствует – / при наличии +)	-	-
3. Промежуточная аттестация: экзамен, зачет с оценкой, зачет	зачет	зачет
Объем дисциплины в зачетных единицах	2	2
Объем дисциплины в акад. часах	72	72

заочная форма обучения

Вид учебной деятельности	Заочная форма обучения (акад. часов)		Заочная форма обучения по индивидуальным планам в ускоренные сроки (акад. часов)	
	Всего	по семестрам	Всего	по семестрам
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	10	10		
• занятия лекционного типа,	6	6		
• занятия семинарского типа:				
практические занятия	4	4		
лабораторные занятия				
в том числе занятия в форме практической подготовки				
2. Самостоятельная работа студентов, всего	62	62		
– курсовая работа (проект) (отсутствует – / при наличии +)	-	-		
– расчетно-графическая работа (отсутствует – / при наличии +)	-	-		
– контрольная работа (отсутствует – / при наличии +)	+	+		
3. Промежуточная аттестация: экзамен, зачет с оценкой, зачет	зачет	зачет		
ИТОГО:	ак. часов	72	72	
Общая трудоемкость	зач. ед.	2	2	

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Основные типы химических реакторов. Их классификация.

Классификация химических реакторов по базовым критериям: гидродинамической обстановке, термическим условиям, условиям теплообмена, фазовому составу, способу организации процесса. Дополнительные критерии классификации. Основные типы химических реакторов.

Тема 2. Расчет реактора. Материальный и тепловой баланс.

Характеристики эффективности химического процесса. Составление материального и теплового баланса реактора.

Тема 3. Характеристика реакторов для химических реакций в системах Ж-Ж, Г-Ж, Г-Т, Г-Г.

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.

Тема 4. Конструкционные материалы для производства химических реакторов.

Требования, предъявляемые к материалам конструкционного назначения. Металлы как группа конструкционных материалов: сталь, чугун, цветные металлы (алюминий, медь, титан). Неметаллические материалы. Неорганические материалы естественного и искусственного происхождения. Органические материалы: резина, пластмассы, полимерные композиционные материалы.

5.2. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки	самостоятельная работа	
1.	Основные типы химических реакторов. Их классификация.	2	2	10	ИД-3ОПК-2
2.	Алгоритм составления материального и теплового баланса химического реактора	2	4	10	ИД-3ОПК-2
3.	Характеристика реакторов для химических реакций в системах Ж-Ж, Г-Ж, Г-Т, Г-Г.	10	6	10	ИД-3ОПК-2
4.	Конструкционные материалы для производства химических реакторов.	2	4	10	ИД-3ОПК-2
	Итого	16	16	40	

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки	самос- стоятельная работа	
1.	Основные типы химических реакторов. Их классификация.	1	1	15	ИД-3ОПК-2
2.	Алгоритм составления материального и теплового баланса химического реактора	1	1	15	ИД-3ОПК-2
3.	Характеристика реакторов для химических ре-акций в системах Ж-Ж, Г-Ж, Г-Т, Г-Г.	2	1	15	ИД-3ОПК-2
4.	Конструкционные материалы для производства химических реакторов.	2	1	17	ИД-3ОПК-2
	Итого	6	4	62	

5.2. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование практического занятия	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
1	Основные типы химических реакторов. Их классификация.				
2	Алгоритм составления материального и теплового баланса химического реактора	Анализ критериев эффективности химического процесса. Расчет степени превращения (конверсии) компонентов реакционной смеси, выхода целевого продукта и селективности химического процесса по индивидуальному заданию.	6		2

3	Характеристика реакторов для химических реакций в системах Ж-Ж, Г-Ж, Г-Т, Г-Г.	Обоснование выбора данных для составления материального и теплового баланса реактора для конкретного химического процесса. Расчет материального и теплового баланса реактора по индивидуальному заданию.	10		2
4	Конструкционные материалы для производства химических реакторов.				
	Итого		16		4

5.3. Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены

5.4. Задания для самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
1.	Основные типы химических реакторов. Их классификация.	Изучение основных классификационных характеристик реакторов, используемых в технологии синтеза и переработки полимеров по индивидуальному заданию	10		15
2.	Алгоритм составления материального и теплового баланса химического реактора	Изучение конструктивных особенностей химических реакторов, используемых в технологии синтеза и переработки полимеров по индивидуальному заданию	10		15

		заданию			
3.	Характеристика реакторов для химических ре-акций в системах Ж-Ж, Г-Ж, Г-Т, Г-Г.	Обоснование выбора конструкционных материалов для реакторов, используемых в технологии синтеза и переработки полимеров по индивидуальному заданию	10		15
4.	Конструкционные материалы для производства химических реакторов.		10		17
	Итого		40		62

6. Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа не предусмотрена

7. Курсовая работа

Курсовая работа не предусмотрена

8. Курсовой проект

Курсовой проект не предусмотрен

9. Контрольная работа

Контрольная работа студентами заочного обучения выполняется в соответствии методическими указаниями, расположенными в ИОС. Задание выдается на установочной сессии.

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

Оценивание результатов обучения по дисциплине и уровня сформированности компетенций (части компетенции) осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в соответствии с Фондом оценочных средств.

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины «Химические реакторы», проводится итоговая аттестация в виде зачета. Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине «Химические реакторы» включает учет успешности выполнения программы практических занятий, самостоятельной работы, тестовых заданий и сдачу зачета.

Практические работы считаются успешно выполненными в случае предоставления 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.

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 зачету 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).

Зачет сдается устно, по билетам, в которых представлено по 2 вопроса из перечня «Вопросы к зачету».

«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 компетенции в рамках дисциплины
«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 типа 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 прямоочные 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 псевдооживленным (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 беспламенные (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 зачету

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.

11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Рекомендуемая литература

1. Общая химическая технология. Ч.1. Химические процессы и реакторы : учебное пособие / составители Ю. Б. Швалёв, Д. А. Горлушко. — 2-е изд. — Томск : Томский политехнический университет, 2019. — 187 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/96108.html> (дата обращения: 11.09.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

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. Семакина, О. К. Машины и аппараты химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств : учебное пособие / О. К. Семакина. — Томск : Томский политехнический университет, 2016. — 154 с. — ISBN 978-5-4387-0693-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL:

<https://www.iprbookshop.ru/83969.html> (дата обращения: 11.09.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. 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.

5. Углев, Н. П. Теория химических реакторов: введение в основные разделы курса : учебное пособие / Н. П. Углев. — Пермь : Пермский государственный технический университет, 2008. — 184 с. — ISBN 978-5-88151-894-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/110560.html> (дата обращения: 11.09.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. 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

7. 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>

8. Общая химическая технология и химические реакторы. Сборник задач : учебное пособие / Н. Ю. Санникова, А. С. Губин, Л. А. Власова [и др.]. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2021. — 60 с. — ISBN 978-5-00032-534-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/119643.html> (дата обращения: 11.09.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

9. Основы расчетов химических реакторов : учебно-методическое пособие / Ф. Р. Гариева, И. Н. Гончарова, А. Г. Сафиулина [и др.]. — Казань : Издательство КНИТУ, 2022. — 80 с. — ISBN 978-5-7882-3152-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/129148.html> (дата обращения: 11.09.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

11.2. Периодические издания

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

11.3 Перечень электронно-образовательных ресурсов

1. Учебно-методические материалы по дисциплине «Общая химическая технология» размещены в ИОС ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=1004>
2. Сайт ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А. <http://techn.sstu.ru/>

11.4 Электронно-библиотечные системы

1. «ЭБС IPRbooks»,
2. «ЭБС elibrary»
3. ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА»

11.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://elibrary.ru/defaultx.asp?> Научная электронная библиотека
2. <http://www.iprbookshop.ru/> Электронная библиотечная система IPRbooks
3. <http://lib.sstu.ru/> Научно-техническая библиотека СГТУ имени Гагарина Ю.А
4. <http://www.edu.ru/index.php> «Российское образование» - федеральный портал
5. <http://www.runnet.ru/> Федеральная университетская компьютерная сеть России
6. <http://window.edu.ru/> Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»

11.7. Печатные и электронные образовательные ресурсы в формах, адаптированных для студентов с ограниченными возможностями здоровья (для групп и потоков с такими студентами)

Адаптированная версия НЭБ, для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

12. Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных

технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

12.1 Перечень информационно-справочных систем

Справочная правовая система «Консультант Плюс»

12.2 Перечень профессиональных баз данных

Не используются

12.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения

Образовательный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости).

Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint).

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде.

13. Материально-техническое обеспечение

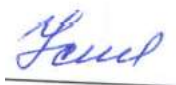
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 20 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.

Учебная аудитория для проведения занятий практического типа

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 20 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины

Рабочую программу составила



Т.П. Устинова

14. 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 _____ / _____ /