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.1.1.22 Химические реакторы»**

направление подготовки

**18.03.01 «Химическая технология»**

**Профиль 1 «Технология и переработка полимеров»**

форма обучения – **очная**

курс – **4**

семестр – **7**

зачетных единиц – **2**

часов в неделю – **2**

всего часов – **72**

в том числе:

лекции – **16**

коллоквиумы – **нет**

практические занятия – **16**

лабораторные занятия – **нет**

самостоятельная работа – **40**

зачет – **7 семестр**

экзамен – нет

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет



 Энгельс 2022

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.

1. **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 (преддипломная) 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».

1. **Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующей компетенции (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 методы 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**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № Мо-ду-ля | № Не-де-ли | № Те-мы | Наименование темы | Часы/ из них в интерактивной форме |
| всего | Лек-ции | Коллок-виумы | Лабора-торные | Прак-тичес-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 ре-акций в системах Ж-Ж, Г-Ж, Г-Т, Г-Г. | 36 | 10     |  |  | 6 | 20 |
| 3 | 14-16 | 4 | Конструкционные материалы для производства химических реакторов. |  12 | 2 |  |  | 4 | 6 |
| Всего | 72 | 16 |  |  | 16 | 40 |

1. **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  |  | .  |   |

1. **Содержание коллоквиумов**

Учебным планом не предусмотрено.

1. **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 |   |   |

1. **Перечень лабораторных работ**

Учебным планом не предусмотрено

1. **Задания для самостоятельной работы студентов**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №темы | Всего часов | Задания, вопросы для самостоятельного изучения | Учебно-методическое обеспечение |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 10 | Изучение основных классификационных характеристик реакторов, используемых в технологии синтеза и переработки полимеров по индивидуальному заданию | [1-5] |
| 2 | 20 | Изучение конструктивных особенностей химических реакторов, используемых в технологии синтеза и переработки поли-меров по индивидуальному заданию | [2,3,7-9] |
| 3 | 10 |  Обоснование выбора конструкционных материалов для реакторов, используемых в технологии синтеза и переработки полимеров по индивидуальному заданию | [2,8] |
|   | 40 |   |   |

1. **Расчетно-графическая работа**

Учебным планом не предусмотрено.

**11.Курсовая работа**

Учебным планом не предусмотрено.

**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.1.1.22 «Химические реакторы» должна сформироваться компетенцию ПК-16.

В рамках научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности под компетенцией ПК-16 понимается способность и готовность осуществлять теоретико-экспериментальные исследования с применением математического моделирования и анализа полученных химических и физических данных.

 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 НПР и при прохождении Б.2.5 Производственной практики.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Код компе-тенции | Этап форми-рования | Цель освоения | Критерии оценивания |
| Промежу-точная аттестация | Типовые задания | Шкала оцени-вания |
| ПК-16 | 7 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  | Текущий контроль в форме круглого стола, тестирова-ние.Зачет | Задания для практи-ческих за-нятий, тес-товые зада-ния.Вопросы для зачета. | зачтено / не зачтено |

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины Б.1.1.22 «Химические реакторы», проводится итоговая аттестация в виде зачета. Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине Б.1.1.22 «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. 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 **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 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 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.1.1.22 «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  | 1. Знание: принципов классификации реакторного обору-дования; основных типов химических реакторов и их конструктивных особенностей; назначения и характеристик основных элементов химических реакторов.2. *Умение: обосновать выбор* типа реактора; произвести расчет материального и теплового балансов для заданного процесса; определить параметры повышения эффективности процесса в химическом реакторе; 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. |

**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.

1. 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.

1. 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.

1. 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.

1. 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.

1. 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.

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

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

- отсутствует теплообмен с окружающей средой;

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

- периодически происходит теплообмен с окружающей средой.

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

- отсутствует теплообмен с окружающей средой;

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

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

- периодически происходит теплообмен с окружающей средой.

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

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

- отсутствует теплообмен с окружающей средой;

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

- периодически происходит теплообмен с окружающей средой.

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

- эмульсионным

- гетерогенным;

- суспензионным;

- гомогенным.

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

- суспензионным;

- гетерогенным;

- гомогенным;

- эмульсионным.

1. 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.

1. 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.

1. 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 псевдоожижженным (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 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 псевдоожиженным (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, пред-являемые 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**

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 c. - 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. пользовате-лей.

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. пользовате-лей.

4. Семакина О.К. Машины и аппараты химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств : учебное пособие / Семакина О.К. — Томск : Томский политехнический университет, 2016. — 154 c. — 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 c. — 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/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 \_\_\_\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/