

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
(МИ ВлГУ)

Кафедра *ТБ*

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
\_\_\_\_\_ Д.Е. Андрианов  
\_\_\_\_\_ 23.05.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Оборудование производств неорганических веществ*

**Направление подготовки**

*18.03.01 Химическая технология*

**Профиль подготовки**

*Химическая технология неорганических  
веществ*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- тная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
8	108 / 3	16	24		3,6	2,35	45,95	8,4	Экз.(53,65)
Итого	108 / 3	16	24		3,6	2,35	45,95	8,4	53,65

Муром, 2023 г.

## 1. Цель освоения дисциплины

Цели дисциплины: изучение современного технологического оборудования, применяемого для производства неорганических веществ.

Задачи изучения дисциплины: формирование компетенций и приобретение знаний о современных технологических процессах характерных для производств неорганических веществ.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Оборудование производств неорганических веществ» базируется на следующих дисциплинах: Общая и неорганическая химия, Общая химическая технология, Основы технологии химического производства и др. Знания, полученные в рамках изучения данной дисциплины, будут использованы при написании бакалаврских работ.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-3 Способен проектировать химико-технологические процессы	ПК-3.3 Разрабатывает проекты химико-технологических процессов и производств	владеть навыками разработки проектов химико-технологических процессов и производств (ПК-3.3)	вопросы, задачи, тест
	ПК-3.2 Подбирает оборудование для производства неорганических веществ	знать основное оборудование производства неорганических веществ (ПК-3.2) уметь подбирать оборудование для производства неорганических веществ (ПК-3.2)	

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

#### 4.1.1. Структура дисциплины

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Условия безопасности технологических процессов.	8	12	10						4	Контрольный опрос
2	Защита оборудования	8	4	14						4,4	тестирование
Всего за семестр		108	16	24			+	3,6	2,35	8,4	Экз.(53,65)
Итого		108	16	24				3,6	2,35	8,4	53,65

#### 4.1.2. Содержание дисциплины

##### 4.1.2.1. Перечень лекций

##### Семестр 8

*Раздел 1. Условия безопасности технологических процессов.*

##### Лекция 1.

Условия безопасности технологических процессов. Многостадийные и одностадийные процессы (2 часа).

##### Лекция 2.

Непрерывность и устойчивость технологических процессов. Вынос оборудования на открытые площадки (2 часа).

##### Лекция 3.

Роль автоматизации в обеспечении безопасных условий труда. Устройства автоматического контроля, регулирования и управления (2 часа).

##### Лекция 4.

Устройство и безопасная эксплуатация аппаратов, работающих под давлением. Арматура, контрольно-измерительные приборы, предохранительные устройств (2 часа).

##### Лекция 5.

Защита аппаратов от повышения давления. Герметизация аппаратов. Общие требования к герметичности аппаратов (2 часа).

##### Лекция 6.

Защита от тепловых излучений. Классификация средств промышленной теплозащиты (2 часа).

*Раздел 2. Защита оборудования*

##### Лекция 7.

Защита от вибрации. Определение размеров зоны вибрационной опасности (2 часа).

## **Лекция 8.**

Защита от шума. Классификация средств защиты от шума. Защита от пылегазовыделений. Классификация местных отсосов (2 часа).

### **4.1.2.2. Перечень практических занятий**

#### **Семестр 8**

*Раздел 1. Условия безопасности технологических процессов.*

##### **Практическое занятие 1**

Конструирование и расчет устройств для перемешивания и теплообмена (2 часа).

##### **Практическое занятие 2**

Гидродинамический расчет аппарата (2 часа).

##### **Практическое занятие 3**

Расчет коэффициента теплоотдачи (2 часа).

##### **Практическое занятие 4**

Механический расчет вала перемешивающего устройства (2 часа).

##### **Практическое занятие 5**

Выбор типа и конструкции теплообменного аппарата (2 часа).

*Раздел 2. Защита оборудования*

##### **Практическое занятие 6**

Технологический расчет теплообменника (2 часа).

##### **Практическое занятие 7**

Расчет нагревателя или холодильника (2 часа).

##### **Практическое занятие 8**

Расчет конденсатора. Определение тепловой нагрузки (2 часа).

##### **Практическое занятие 9**

Расчет испарителя. Уточнение поверхности теплообмена (2 часа).

##### **Практическое занятие 10**

Гидравлический расчет теплообменника (2 часа).

##### **Практическое занятие 11**

Расчет материальных потоков при непрерывной ректификации (2 часа).

##### **Практическое занятие 12**

Расчет колонн со ступенчатым контактом фаз (2 часа).

### **4.1.2.3. Перечень лабораторных работ**

Не планируется.

### **4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Классификация химического оборудования. Требования, предъявляемые к химическому оборудованию. Порядок расчета оборудования. Приемка и испытания химического оборудования. Коррозия конструкционных материалов. Виды коррозии. Скорость коррозии. Способы защиты аппаратов от коррозии. Металлы и сплавы. Легирующие добавки. Маркировка. Области применения. Неметаллические конструкционные материалы. Огнеупорные, теплоизоляционные, прокладочные набивочные материалы. Выбор исходных данных для расчета аппаратов на прочность. Напряжения в аппаратах низкого давления. Расчет тонкостенных обечаек аппаратов, работающих под внутренним давлением. Деформации, возникающие в аппаратах, работающих под внешним давлением. Расчет обечаек, работающих под внешним давлением.
2. Крышки и днища аппаратов низкого давления. Конструкция, области применения, расчет на прочность. Фланцы и фланцевые соединения. Штуцера и бобышки. Смотровые окна, люки и лазы. Опоры. Расчет толщины изоляции. Напряжения, действующие в аппаратах высокого давления. Расчет толстостенных обечаек, днищ и крышек. Затворы аппаратов высокого давления. Конструкции мешалок. Выбор и расчет мешалок. Выбор конструкции аппарата с

мешалкой. Расчет вала мешалок. Классификация и основные принципы конструирования теплообменной аппаратуры.

3. Конструкция змеевиковых, спиральных и блочных теплообменников. Конструкции кожухотрубных теплообменников. Основные элементы кожухотрубных теплообменников и их расчет. Теплообменные устройства аппаратов. Тарельчатые колонны. Основные элементы, конструкции тарелок. Насадочные колонны. Типы насадок и оросительных устройств, области их применения.

4. Конструкции растворителей. Методы кристаллизации. Конструкции кристаллизаторов. Классификация реакционной аппаратуры. Организация теплообмена в контактнокаталитических реакторах с неподвижным слоем катализатора. Конструкции контактных аппаратов с неподвижным слоем катализатора (адиабатические, с промежуточным теплообменом, трубчатые).

5. Контактные аппараты с радиальным и аксиальным движением газовой фазы. Аппараты синтеза аммиака. Контактные аппараты с псевдоожиженным слоем катализатора. Печи: классификация и конструкции печей.

6. Устройство шахтных печей и печей с псевдоожиженным слоем. Расчет шахтных печей. Устройство и расчет барабанных вращающихся печей. Оборудование для сушки. Общие принципы измельчения. Конструкции дробилок.

7. Конструкции мельниц. Организация измельчения. Оборудование для фракционного разделения твердых материалов. Оборудование для гранулирования химических продуктов. Классификация транспортных устройств. Ленточные конвейеры: конструкция и расчет.

8. Скребок и винтовые конвейеры, элеваторы: конструкция и расчет. Установки пневмотранспорта: конструкции и расчет. Бункера и затворы. Дозаторы и питатели сыпучих материалов. Трубопроводы и трубопроводная арматура. Расчет трубопроводов. Склады для хранения твердых материалов. Расчет складов. Оборудование для хранения газов. Склады для хранения жидких продуктов.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

Не планируется.

#### **4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

1. Конструкционные материалы. Неметаллические конструкционные и обкладочные материалы.
2. Рекомендуемые конструкционные материалы для химической аппаратуры, работающей в различных агрессивных средах.
3. Ёмкостное оборудование.
4. Оборудование для подготовки материалов. Дробилки и мельницы.
5. Оборудование для подготовки материалов. Грохоты и сита.
6. Оборудование для подготовки материалов. Питатели.
7. Оборудование для перемещения материалов.
8. Машины и устройства для непрерывного транспортирования твёрдых материалов.
9. Оборудование для перемещения жидкостей.
10. Машины для перемещения и сжатия газов (компрессорные машины).
11. Оборудование для разделения неоднородных систем.
12. Оборудование для очистки газовых смесей от пыли и тумана.
13. Аппараты для разделения систем жидкость–твёрдое.
14. Механические перемешивающие устройства в жидких средах.
15. Пневматические перемешивающие устройства.
16. Основные типы теплообменных аппаратов. Выбор типа и конструкции аппаратов.
17. Расчёт теплообменных аппаратов.
18. Примеры обозначения теплообменной аппаратуры.
19. Аппараты воздушного охлаждения.

20. Конвективные сушилки с неподвижным или движущимся плотным слоем материала.
21. Конвективные сушилки с перемешиванием слоя материала.
22. Конвективные сушилки со взвешенным слоем материала.
23. Основные способы растворения и выщелачивания.
24. Устройство выпарных аппаратов.
25. Выпарные аппараты с принудительной циркуляцией.
26. Плёночные выпарные аппараты.
27. Подбор выпарных аппаратов.
28. Кристаллизаторы охлаждения (изогидрические кристаллизаторы).
29. Изотермические кристаллизаторы.
30. Выбор типа кристаллизатора.
31. Расчёт кристаллизаторов.
32. Расчёт элементов аппаратов, нагруженных внутренним давлением.
33. Расчёт элементов аппаратов, нагруженных наружным давлением.

## **5. Образовательные технологии**

Для реализации познавательной и творческой активности студента в учебном процессе используются современные образовательные технологии, дающие возможность повышать качество образования, более эффективно использовать учебное время. Применяются пассивные и интерактивные формы занятий. Студенты выполняют индивидуальные и групповые задания. Подробное объяснение теоретического материала на лекционных занятиях позволяет студентам применять свои знания при решении практических заданий.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

### **7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Луценко, О. В. Технологические процессы, производства и оборудование : учебное пособие / О. В. Луценко. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. — 90 с. - <http://www.iprbookshop.ru/28408>
2. Шлегель А. Н., Коростелев В. Ф. Автоматизация технологических процессов: учебное пособие , 2013 - <https://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/3403>
3. Нажарова, Л. Н. Оборудование и материалы для производств неорганических веществ : учебно-методическое пособие / Л. Н. Нажарова. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2020. — 88 с.- <https://www.iprbookshop.ru/109565>

### **7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Блощицина Ю. В. Методические указания к практическим работам "Моделирование и оптимизация технологических процессов":, 2012 - <https://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/2653>
2. Решетняк Е. П. Системы управления химико-технологическими процессами [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Решетняк Е.П., Алейников А.К., Комиссаров А.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский военный институт биологической и химической безопасности, Вузовское образование, 2008.— 416 с - <http://www.iprbookshop.ru/8144>
3. Леонтьева, А. И. Оборудование химических производств. Часть 2 : учебное пособие / А. И. Леонтьева. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 281 с. - <https://www.iprbookshop.ru/64133>

4. Леонтьева, А. И. Оборудование химических производств. Часть 1 : учебное пособие / А. И. Леонтьева. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 234 с. - <https://www.iprbookshop.ru/64134>

### **7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института ([www.mivlgu.ru/iop](http://www.mivlgu.ru/iop)), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Сайт о химии для химиков. Химическая энциклопедия, фармацевтические справочники, методики синтеза и другие полезные материалы он-лайн. <https://xumuk.ru/>

Химический портал ChemToday <https://chemtoday.ru/>

Chemical Portal Промышленная химия <https://chemicalportal.ru/>

Программное обеспечение:

LibreOffice (Mozilla Public License v2.0)

### **7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

[iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru)

[dspace.www1.vlsu.ru](http://dspace.www1.vlsu.ru)

[mivlgu.ru/iop](http://mivlgu.ru/iop)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционная аудитория

проектор SANYO PDG - DSU 20; ноутбук HP.

Лаборатория общей и неорганической химии

Вытяжные шкафы «Ламинар»; комплекс для анализа тяжелых металлов; химический мультиметр с набором ионоселективных электродов; печь сушильная; весы аналитические ВЛТ-1; весы лабораторные ВЛТэ-150; весы лабораторные ВЛТэ-150; вискозиметр стеклянный; реохорд; специальная химическая посуда; водяная и песчаная баня; электроплитки; штативы химические с держателями; секундомеры; ионметр Микон-2; рН-метр ИПЛ-311.

## **9. Методические указания по освоению дисциплины**

Глубокому освоению теоретического материала способствует предварительная подготовка, включающая чтение предыдущей лекции, работу с учебными пособиями и научными материалами. Для успешного освоения теоретического материала студент знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями. Чтобы содержательная информация по дисциплине запоминалась, целесообразно изучать ее поэтапно – по темам и в строгой последовательности, поскольку последующие темы опираются на предыдущие.

При подготовке к практическим занятиям целесообразно повторить основные понятия по теме занятия, изучить примеры, внимательно прочитать нужную тему, разобраться со всеми теоретическими положениями. Для более глубокого усвоения материала крайне важно обратиться за помощью к основной и дополнительной учебной, справочной литературе, журналам или к преподавателю за консультацией. На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется решением задач по основным темам дисциплины. Решая задачу, студент должен предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать и наметить план решения. В конце занятия обучающиеся демонстрируют полученные результаты преподавателю и при необходимости делают работу над ошибками.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Важной частью работы студента является знакомство с рекомендуемой и дополнительной литературой, поскольку лекционный материал, при всей его важности для процесса изучения дисциплины, содержит лишь минимум необходимых теоретических сведений. Высшее образование предполагает более глубокое знание предмета. Кроме того, оно предполагает не только усвоение информации, но и формирование навыков исследовательской работы. Для этого необходимо изучать и самостоятельно анализировать статьи периодических изданий и Интернет-ресурсы.

Курсовая работа выполняется в соответствии с методическими указаниями на курсовую работу. Обучающийся выбирает одну из указанных в перечне тем курсовых работ, исходя из своих интересов, наличия соответствующих литературных и иных источников. В ходе выполнения курсовой работы преподаватель проводит консультации обучающегося. На заключительном этапе обучающийся оформляет пояснительную записку к курсовой работе и выполняет ее защиту в присутствии комиссии из преподавателей кафедры.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – экзамен. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению  
*18.03.01 Химическая технология* и профилю подготовки *Химическая технология  
неорганических веществ*  
Рабочую программу составил к.х.н. *Ермолаева В.А.*\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТБ*

протокол № 17 от 23.05.2023 года.

Заведующий кафедрой *ТБ* \_\_\_\_\_*Шарапов Р.В.*  
(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической  
комиссии факультета

протокол № 6 от 23.05.2023 года.

Председатель комиссии МСФ \_\_\_\_\_*Калиниченко М.В.*  
(Подпись) (Ф.И.О.)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине**  
Оборудование производств неорганических веществ

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине**

Тест

1. Давление, при котором производятся гидравлические испытания, называется...
2. Наибольшее значения давления, обеспечивающее заданный режим эксплуатации - ...
3. Теплообменники с неподвижными трубными решетками нельзя использовать при разности температур сред более...
4. Теплообменники типа «труба в трубе» используют при разности температур сред не более ...
5. В процессе эксплуатации насадочных колонн может произойти... насадки
6. ... колонна представляет собой несколько простых колонн, объединенных в общем корпусе и расположенных одна над другой
7. В динамическом режиме работают.... тарелки
8. Полная компенсация температурных напряжений обеспечивается в теплообменниках...
  - а) с неподвижными трубными решетками
  - б) U-образными трубами
  - в) с плавающей головкой
  - г) с компенсатором на кожухе
9. Разделение смесей, состоящих из компонентов с низкими температурами кипения, осуществляют при....давлении
  - а) повышенном
  - б) пониженном
  - в) атмосферном
  - г) абсолютном
10. Для разделения компонентов с высокими температурами кипения ректификацию проводят при .... давлении
  - а) повышенном
  - б) пониженном
  - в) атмосферном
  - г) абсолютном
11. Крепление S-образных элементов к опорным полосам осуществляют при помощи ....
12. .... части S-образных тарелок должны быть обращены в сторону слива жидкости с тарелки
13. Особенность работы ..... колонн – небольшое гидравлическое сопротивление, что позволяет использовать их в процессах вакуумной ректификации
14. Важнейшим эксплуатационным показателем работы клапанных тарелок является.....
15. Для бесколпачковых тарелок отклонение от горизонтальности должно составлять....
  - а) н/б 3 мм
  - б) н/б 1/1000 диаметра колонны
  - в) н/м 1/3000 диаметра колонны
16. Наиболее просты по конструкции и в эксплуатации .... отбойники
17. При работе аб- ад- и десорберов ..... концентрации могут возникнуть при нарушении количественных показателей сырья или при попадании воздуха в аппарат
18. Трубы в печах соединены в единый змеевик при помощи..... камер
19. Перед использованием газообразного топлива в трубчатых печах из его состава необходимо отделить ....
20. Найти соответствие между типом тарелки и основными эксплуатационными показателями:

- 1) S-образные      а) динамический режим работы
  - 2) клапанные      б) узкий диапазон нагрузок
  - 3) Ситчатые      в) Точность установки и работа с чистыми жидкостями
  - 4) решетчатые      г) колпачковая часть обращена в сторону слива жидкости.
21. Порядок аварийной остановки печи при .... – погасить форсунки, прекратить подачу сырья, продуть змеевик паром.
22. Найти соответствие между аппаратами и характерными аварийными ситуациями
- 1) теплообменники жесткой конструкции
  - 2) трубный змеевик
  - 3) абсорбер
  - 4) дымоход трубчатых печей
- а) взрыв
  - б) разгерметизация вследствие температурных деформаций
  - в) возгорание сажи
  - г) прогар и возгорание сырья
23. Увеличение .... свидетельствует о нарушении теплового режима и ухудшении теплопередачи
- а) температура сырья на выходе из трубного змеевика
  - б) температура дымовых газов над перевальной стенкой
24. Для предотвращения прогара труб необходимо поддерживать .... в уставленных пределах
25. Путем выжигания кокса проводят.....катализатора
26. Подача хладоагента предусмотрена в аппараты, предназначенные для протекания.....реакций
27. Подача теплоносителя предусмотрена в аппараты, предназначенные для протекания... реакций
28. К реакторам с ... слоем катализатора относятся трубчатые и адиабатические
29. ...реакторы представляют собой пустотелые аппараты, заполненные слоем катализатора
30. Аппаратура для проведения процессов хлорирования работает в условиях сильной ...
31. Реакционные аппараты подвержены наибольшим температурным деформациям во время...
32. Для предотвращения разгерметизации реакционного аппарата со взрывом необходимо предусмотреть установку...
33. К аппаратам внешней пылеочистки на установках с псевдоожиженным слоем катализатора относятся
- а) циклоны
  - б) скрубберы
  - в) электрофильтры
  - г) рукавные фильтры
34. Важнейший параметр, определяющий безопасность эксплуатации реакционных аппаратов - ...
35. ... устройства используют в реакторах, для осуществления реакций в газовой фазе на твердом катализаторе
36. Насадки, решетки, диффузоры, сетки и т.п., используемые в реакторах с твердым катализатором, относятся к ...устройствам газораспределительным
37. Неточная центровка, ненадежное крепление деталей, отсутствие смазки, уплотняющей и охлаждающей жидкости и т.д. приводят к ... центробежных насосов
38. Разрушающее действие на насос оказывает...
39. Работа насоса в режиме... может вызвать вибрацию
40. При эксплуатации поршневых насосов обслуживающий персонал должен регулярно «прослушивать» работу...
41. Износ гильзы цилиндра, поломка клапанов, седел и т.д. – это характерные неисправности для ... насосов

42. Конструктивно различают центробежные и ... вентиляторы
43. При необходимости подачи или отсоса большого количества воздуха без избыточного напора используют ... вентиляторы
44. ...установки подразделяют на воздушные и газовые
45. Основное требование, обеспечивающее нормальную работу ... - сохранение их геометрической формы и обеспечение герметичности всех элементов и участков сопряжений
46. Трубопроводы с температурой наружной поверхности стенки более ... должны быть покрыты изоляцией
47. В самой верхней отметке трубопроводов устанавливают...
48. В самых низких участках трубопроводов предусматривают ...
49. Состояние арматуры и привода проверяют
- а) каждый месяц
  - б) раз в год
  - в) каждые три месяца
  - г) раз в полгода
50. В реакторах с псевдоожиженным слоем катализатора наиболее характерным видом износа является...
51. Наиболее сильно изнашиваются внутренние элементы
- а) трубчатых реакторов
  - б) адиабатических реакторов
  - в) реакторов с псевдоожиженным слоем катализатора
  - г) реакторов с рубашками и мешалками
52. Скорость разогрева реактора при пуске необходимо поддерживать в установленных пределах для предотвращения
- а) перегрева сырья
  - б) возникновения температурных деформаций
  - в) роста давления
53. В реакторах-полимеризаторах используют мешалки, снабженные специальными...
54. Основным условием обеспечения безаварийной эксплуатации реакторов с твердым катализатором является равномерное распределение
- а) сырья во всех сечениях аппарата
  - б) сырья на входе в аппарат
  - в) катализатора по высоте аппарата
55. Основным недостатком трубчатых реакторов является трудность поддержания температурного режима по
- а) сечению трубы
  - б) сечению аппарата
  - в) длине трубы
  - г) длине аппарата
56. Основной недостаток ...реакторов – сложность регулирования температуры по высоте слоя катализатора
57. Для предотвращения температурных деформаций корпуса в... реакторах предусмотрена установка линзовых компенсаторов
- а) трубчатых
  - б) адиабатических
  - в) реакторах с мешалками
58. Реакцию и регенерацию катализатора проводят в одном аппарате
- а) в реакторах с рубашкой и мешалкой
  - б) в реакторах с неподвижным слоем катализатора
  - в) в реакторах с псевдоожиженным слоем катализатора
59. Реакцию и регенерацию катализатора проводят в различных аппаратах при проведении процесса
- а) в жидкой фазе
  - б) с использованием неподвижного слоя катализатора

- в) с использованием псевдоожиженного слоя катализатора
60. Нарушения технологического режима при проведении процессов окисления может привести к ...
61. Превышение допустимых пределов скорости хлорирования может привести к ...
62. Для предотвращения разгерметизации аппаратов, предназначенных для проведения процессов хлорирования, их следует изготавливать из материалов, стойких, в первую очередь
- а) к воздействию высоких давлений  
б) к коррозии  
в) к воздействию высоких температур
63. Для улавливания катализаторной пыли внутри аппаратов с псевдоожиженным слоем размещают...
64. Подача катализатора в реактор с псевдоожиженным слоем осуществляется потоком...
65. Подача катализатора в регенератор с псевдоожиженным слоем осуществляется потоком...
66. ...насоса включает разборку, проверку состояния, чистку, сборку и центровку с приводом
67. Нарушение нормальной работы... насосов проявляется в падении производительности и развиваемого напора
68. Потеря полного давления, развиваемого вентилятором по сравнению с паспортной величиной не должна превышать ...%
- а) 6 б) 3 в) 10 г) 12
69. При работе ... нарушение герметичности можно обнаружить путем замера расхода до и после агрегата, которое не должно превышать 5%
70. Основные опасности при эксплуатации... компрессорных установок связаны с повышением давления, температуры и с возможностью образования взрывоопасных смесей
71. Повышенный расход ... на узлы воздушного компрессора может привести к возникновению аварийной ситуации
72. Важное условие безопасности ... компрессорных установок – применение только тех марок смазочных масел, которые указаны в паспорте
73. Полная герметичность агрегата, отвод газа после уплотнений и защитная продувка азотом предусмотрены для обеспечения безопасности компрессоров для сжатия
- а) углеводородных газов б) хлора в) кислорода г) ацетилена
74. Ротационные компрессоры с водяным уплотнением рекомендуется использовать для сжатия
- а) углеводородных газов  
б) хлора  
в) кислорода  
г) ацетилена
75. Причиной забивки циклонов может быть их эксплуатация при температурах ниже...
76. Резкое снижение сопротивления в рукавных фильтрах свидетельствует о...
- а) выходе из строя механизма встряхивания  
б) забивке фильтровальной ткани  
в) разрыве рукава
77. Арматура, предназначенная для сжиженных углеводородных газов и легковоспламеняющихся жидкостей, независимо от температуры и давления должна быть выполнена из
- а) чугуна  
б) титана  
в) стали  
г) вольфрама
78. Предупреждающие кольца красного цвета наносят на трубопроводах, предназначенных для перекачивания ... веществ
- а) легковоспламеняющихся

- б) ядовитых
  - в) взрывоопасных
  - г) едких
79. Для жидкостных реакций, протекающих с большим тепловым эффектом целесообразно использовать реактор
- а) с турбинными мешалками
  - б) с рубашкой
  - в) с встроенными внутренними теплообменниками
80. Общий недостаток... реакторов - периодичность их работы, связанная с необходимостью регенерации катализатора
- а) адиабатических
  - б) трубчатых
  - в) с рубашкой и мешалкой
  - г) с псевдоожиженным слоем катализатора
81. Реакционные аппараты покрывают слоем футеровки
- а) при проведении высокотемпературных процессов
  - б) при использовании агрессивных сред
  - в) при высоком давлении в аппарате
- для защиты металла от атмосферной коррозии
82. Нарушение целостности ... может явиться причиной возможных температурных деформаций корпуса и, как следствие, разгерметизации аппарата
83. Найти соответствие между типом реактора и протекающим в нем процессе
- 1) адиабатический реактор
  - а) риформинг
  - 2) реактор с рубашкой и мешалкой
  - б) жидкофазный процесс
  - 3) реактор с псевдоожиженным слоем катализатора
  - в) каталитический крекинг
84. Для перекачивания химически активных и легковоспламеняющихся веществ находят применение центробежные ... насосы
85. Если стояки циклонных элементов в аппаратах с псевдоожиженным слоем катализатора не погружены в слой катализатора, то на их концах устанавливают...
86. Найти соответствие между аппаратами и их эксплуатационными особенностями:
- 1) регенератор с псевдоожиженным слоем
  - а) полное использование кислорода
  - 2) реактор с мешалкой
  - б) герметизация вала
  - 3) циклонные элементы
  - в) поддержание столба катализатора
  - 4) адиабатический реактор
  - г) регулирование температуры по высоте слоя катализатора
87. Для предотвращения интенсивного износа ... в аппаратах с псевдоожиженным слоем катализатора предусмотрена их защита при помощи протекторов
- а) стенок корпуса
  - б) криволинейных участков транспортных линий
  - в) газораспределительных решеток
88. Найти соответствие между типом химического процесса и наиболее вероятными аварийными ситуациями:
- 1) процессы окисления
  - а) образование взрывоопасных смесей
  - 2) процессы хлорирования
  - б) возможность разгерметизации и возгорания вследствие сильной коррозии
  - 3) процессы нитрования
  - в) повышение температуры и давления вследствие попадания в реактор воды

- 4) процессы сульфирования
- г) перегрев реактора и местные перегревы в связи с большим тепловым эффектом
- 89. Для перекачивания химически активных и легковоспламеняющихся веществ находят применение центробежные ... насосы
  - а) моноблочные
- 90. При остановке центробежного насоса следует сначала
  - а) остановить привод
  - б) закрыть задвижку на напорном трубопроводе
  - в) дренировать перекачиваемую жидкость
  - г) закрыть задвижку на приемном трубопроводе
- 91. Изменяя длину хода поршня можно изменять ... поршневых электроприводных насосов
  - а) производительность
  - б) напор
  - в) мощность

Перечень вопросов:

1. Классификация химического оборудования. Требования, предъявляемые к химическому оборудованию.
2. Порядок расчета оборудования. Приемка и испытания химического оборудования.
3. Коррозия конструкционных материалов. Виды коррозии. Скорость коррозии. Способы защиты аппаратов от коррозии.
4. Металлы и сплавы. Легирующие добавки. Маркировка. Области применения.
5. Неметаллические конструкционные материалы. Огнеупорные, теплоизоляционные, прокладочные набивочные материалы.
6. Выбор исходных данных для расчета аппаратов на прочность.
7. Напряжения в аппаратах низкого давления. Расчет тонкостенных обечаек аппаратов, работающих под внутренним давлением.
8. Деформации, возникающие в аппаратах, работающих под внешним давлением. Расчет обечаек, работающих под внешним давлением.
9. Крышки и днища аппаратов низкого давления. Конструкция, области применения, расчет на прочность. Фланцы и фланцевые соединения.
10. Штуцера и бобышки. Смотровые окна, люки и лазы. Опоры. Расчет толщины изоляции.
11. Напряжения, действующие в аппаратах высокого давления. Расчет толстостенных обечаек, днищ и крышек. Затворы аппаратов высокого давления.
12. Конструкции мешалок. Выбор и расчет мешалок.
13. Выбор конструкции аппарата с мешалкой. Расчет вала мешалок.
14. Классификация и основные принципы конструирования теплообменной аппаратуры.
15. Конструкция змеевиковых, спиральных и блочных теплообменников.
16. Конструкции кожухотрубных теплообменников.
17. Основные элементы кожухотрубных теплообменников и их расчет.
18. Теплообменные устройства аппаратов.
19. Тарельчатые колонны. Основные элементы, конструкции тарелок.
20. Насадочные колонны. Типы насадок и оросительных устройств, области их применения.
21. Конструкции растворителей.
22. Методы кристаллизации. Конструкции кристаллизаторов.
23. Классификация реакционной аппаратуры. Организация теплообмена в контактнокаталитических реакторах с неподвижным слоем катализатора.
24. Конструкции контактных аппаратов с неподвижным слоем катализатора (адиабатические, с промежуточным теплообменом, трубчатые).
25. Контактные аппараты с радиальным и аксиальным движением газовой фазы. Аппараты синтеза аммиака.

26. Контактные аппараты с псевдооживленным слоем катализатора.
27. Печи: классификация и конструкции печей.
28. Устройство шахтных печей и печей с псевдооживленным слоем. Расчет шахтных печей.
29. Устройство и расчет барабанных вращающихся печей.
30. Оборудование для сушки.
31. Общие принципы измельчения. Конструкции дробилок.
32. Конструкции мельниц. Организация измельчения.
33. Оборудование для фракционного разделения твердых материалов.
34. Оборудование для гранулирования химических продуктов.
35. Классификация транспортных устройств. Ленточные конвейеры: конструкция и расчет.
36. Скребок и винтовые конвейеры, элеваторы: конструкция и расчет.
37. Установки пневмотранспорта: конструкции и расчет. Бункера и затворы.
38. Дозаторы и питатели сыпучих материалов.
39. Трубопроводы и трубопроводная арматура. Расчет трубопроводов.
40. Склады для хранения твердых материалов. Расчет складов. Оборудование для хранения газов.
41. Склады для хранения жидких продуктов.

#### **Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов**

Рейтинг-контроль 1	устный опрос	10
Рейтинг-контроль 2	тестирование	10
Рейтинг-контроль 3	тестирование	20
Посещение занятий студентом		5
Дополнительные баллы (бонусы)		5
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		10

## **2. Промежуточная аттестация по дисциплине**

### **Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.**

### **Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)**

Тест, вопросы

ПК-3

Блок 1 (знать):

1. Классификация химического оборудования. Требования, предъявляемые к химическому оборудованию.
2. Порядок расчета оборудования. Приемка и испытания химического оборудования.
3. Коррозия конструкционных материалов. Виды коррозии. Скорость коррозии. Способы защиты аппаратов от коррозии.
4. Металлы и сплавы. Легирующие добавки. Маркировка. Области применения.
5. Неметаллические конструкционные материалы. Огнеупорные, теплоизоляционные, прокладочные набивочные материалы.
6. Выбор исходных данных для расчета аппаратов на прочность.
7. Напряжения в аппаратах низкого давления. Расчет тонкостенных обечаек аппаратов, работающих под внутренним давлением.



8. Деформации, возникающие в аппаратах, работающих под внешним давлением. Расчет обечаек, работающих под внешним давлением.
9. Крышки и днища аппаратов низкого давления. Конструкция, области применения, расчет на прочность. Фланцы и фланцевые соединения.
10. Штуцера и бобышки. Смотровые окна, люки и лазы. Опоры. Расчет толщины изоляции.
11. Напряжения, действующие в аппаратах высокого давления. Расчет толстостенных обечаек, днищ и крышек. Затворы аппаратов высокого давления.
12. Конструкции мешалок. Выбор и расчет мешалок.
13. Выбор конструкции аппарата с мешалкой. Расчет вала мешалок.
14. Классификация и основные принципы конструирования теплообменной аппаратуры. Конструкция змеевиковых, спиральных и блочных теплообменников.
15. Конструкции кожухотрубных теплообменников.
16. Основные элементы кожухотрубных теплообменников и их расчет.
17. Теплообменные устройства аппаратов.
18. Тарельчатые колонны. Основные элементы, конструкции тарелок.
19. Насадочные колонны. Типы насадок и оросительных устройств, области их применения.
20. Конструкции растворителей.
21. Методы кристаллизации. Конструкции кристаллизаторов.
22. Классификация реакционной аппаратуры. Организация теплообмена в контактнокаталитических реакторах с неподвижным слоем катализатора.
23. Конструкции контактных аппаратов с неподвижным слоем катализатора (адиабатические, с промежуточным теплообменом, трубчатые).
24. Контактные аппараты с радиальным и аксиальным движением газовой фазы. Аппараты синтеза аммиака.
25. Контактные аппараты с псевдоожиженным слоем катализатора.
26. Печи: классификация и конструкции печей.
27. Устройство шахтных печей и печей с псевдоожиженным слоем. Расчет шахтных печей.
28. Устройство и расчет барабанных вращающихся печей.
29. Оборудование для сушки.
30. Общие принципы измельчения. Конструкции дробилок.
31. Конструкции мельниц. Организация измельчения.
32. Оборудование для фракционного разделения твердых материалов.
33. Оборудование для гранулирования химических продуктов.
34. Классификация транспортных устройств. Ленточные конвейеры: конструкция и расчет.
35. Скребок и винтовые конвейеры, элеваторы: конструкция и расчет.
36. Установки пневмотранспорта: конструкции и расчет. Бункера и затворы.
37. Дозаторы и питатели сыпучих материалов.
38. Трубопроводы и трубопроводная арматура. Расчет трубопроводов.
39. Склады для хранения твердых материалов. Расчет складов. Оборудование для хранения газов.
40. Склады для хранения жидких продуктов.
41. Экономически оптимальная скорость жидкости в трубопроводах. Определение расхода энергии на транспортирование жидкости по трубопроводам.
42. Гидродинамика зернистых материалов. Гидравлическое сопротивление зернистого слоя (или насадочных колец). Скорость псевдоожижения, скорость витания, скорость уноса.
43. Двух- и трехфазные системы. Классификация двухфазных систем. Режимы движения двухфазных потоков. Газосодержание. Законы сопротивления. Трехфазные системы.
44. Разделение жидких и газовых неоднородных систем. Классификация неоднородных систем. Методы их разделения. Осаждение. Гравитационное осаждение.

45. Осаждение под действием центробежной силы. Центробежная сила, фактор разделения. Разделение жидких смесей отстаиванием. Производительность отстойника. Скорость осаждения, поверхность осаждения. Отстойники.
46. Способы очистки газов. Производительность осадительных камер. Очистка газа в циклонах. Устройство и принципы работы циклонов. Батарейные циклоны. Мокрая очистка газов. Полые и насадочные скрубберы. Пенные аппараты.
47. Центрифугирование. Фактор разделения. Отстойные и фильтрующие центрифуги. Сепараторы. Гидроциклоны. Классификация центрифуг; расчет производительности, расход энергии.
48. Перемешивание в жидких средах. Способы перемешивания. Классификация и устройство мешалок. Режимы перемешивания. Расход мощности при механическом перемешивании.
49. Классификация насосов, вентиляторов, компрессоров. Параметры работы насосов. Поршневые насосы. Устройство. Величина создаваемого напора, производительность, потребляемая мощность.
50. Центробежные насосы. Устройство и принцип действия. Рабочие характеристики. Законы пропорциональности. Выбор насоса по производительности и создаваемому напору. Работа насоса на сеть. Рабочая точка. Параллельная и последовательная работа двух насосов.
51. Вентиляторы центробежные и осевые. Устройство, назначение. Создаваемый напор, потребляемая мощность. Поршневые компрессоры. Устройство и принцип действия. Индикаторная диаграмма идеального (теоретического) компрессора.
52. Массопередача с твердой фазой. Уравнение массопроводности. Подобие процессов массопередачи с твердой фазой, определение поля концентраций.
53. Абсорбция. Область применения. Равновесие при абсорбции. Закон Генри. Графическое изображение линии равновесия. Материальный баланс абсорбера. Скорость абсорбции и расход абсорбента. Классификация и устройство абсорберов.
54. Пленочные абсорберы. Насадочные абсорберы. Гидродинамические режимы работы тарелок абсорберов. Устройство тарелок. Распыливающие абсорберы.
55. Схемы абсорбционных установок. Десорбция.
56. Адсорбция и ионный обмен. Область применения. Адсорбенты. Равновесие при адсорбции. Уравнение Лэнгмюра. Графическое изображение изотерм адсорбции.
57. Устройство адсорберов. Статическая и динамическая активность адсорбента. Время защитного действия слоя адсорбента. Схемы адсорбционных установок. Ионообменные процессы.
58. Дистилляция и ректификация. Общие сведения. Уравнение равновесия систем, подчиняющихся закону Рауля. Графическое изображение линии равновесия.
59. Виды перегонки. Классификация бинарных жидких смесей. Простая перегонка. Фракционная перегонка. Перегонка с водяным паром.
60. Ректификация. Материальный баланс ректификации. Построение рабочих линий ректификационной колонны и числа ступеней изменения концентраций. Флегмовое число.
61. Тепловой баланс ректификационной колонны. Схема периодически действующей ректификационной колонны. Разделение многокомпонентных смесей. Экстрактивная и азеотропная ректификация.
62. Экстрагирование. Экстракция в системе жидкость-жидкость. Характеристика процесса. Выбор растворителя. Коэффициент распределения. Фазовое равновесие системы. Треугольная диаграмма. Методы экстракции.
63. Одноступенчатое однократное экстракционное разделение. Материальный баланс. Графо-аналитический расчет. Расход экстрагента. Графо-аналитический расчет противоточной многоступенчатой экстракции. Устройство экстракционных аппаратов.

Блок 2 (уметь):

1. Давление, при котором производятся гидравлические испытания, называется...
2. Наибольшее значения давления, обеспечивающее заданный режим эксплуатации - ...

3. Теплообменники с неподвижными трубными решетками нельзя использовать при разности температур сред более...
4. Теплообменники типа «труба в трубе» используют при разности температур сред не более ...
5. В процессе эксплуатации насадочных колонн может произойти... насадки
6. ... колонна представляет собой несколько простых колонн, объединенных в общем корпусе и расположенных одна над другой
7. В динамическом режиме работают.... тарелки
8. Полная компенсация температурных напряжений обеспечивается в теплообменниках...
  - а) с неподвижными трубными решетками
  - б) с U-образными трубами
  - в) с плавающей головкой
  - г) с компенсатором на кожухе
9. Разделение смесей, состоящих из компонентов с низкими температурами кипения, осуществляют при....давлении
  - а) повышенном
  - б) пониженном
  - в) атмосферном
  - г) абсолютном
10. Для разделения компонентов с высокими температурами кипения ректификацию проводят при .... давлении
  - а) повышенном
  - б) пониженном
  - в) атмосферном
  - г) абсолютном
11. Крепление S-образных элементов к опорным полосам осуществляют при помощи ....
12. .... части S-образных тарелок должны быть обращены в сторону слива жидкости с тарелки
13. Особенность работы ..... колонн – небольшое гидравлическое сопротивление, что позволяет использовать их в процессах вакуумной ректификации
14. Важнейшим эксплуатационным показателем работы клапанных тарелок является.....
15. Для бесколпачковых тарелок отклонение от горизонтальности должно составлять....
  - а) н/б 3 мм
  - б) н/б 1/1000 диаметра колонны
  - в) н/м 1/3000 диаметра колонны
16. Наиболее просты по конструкции и в эксплуатации .... отбойники
17. При работе аб- ад- и десорберов ..... концентрации могут возникнуть при нарушении количественных показателей сырья или при попадании воздуха в аппарат
18. Трубы в печах соединены в единый змеевик при помощи..... камер
19. Перед использованием газообразного топлива в трубчатых печах из его состава необходимо отделить ....
20. Найти соответствие между типом тарелки и основными эксплуатационными показателями:
 

1) S-образные	а) динамический режим работы
2) клапанные	б) узкий диапазон нагрузок
3) Ситчатые	в) Точность установки и работа с чистыми жидкостями
4) решетчатые	г) колпачковая часть обращена в сторону слива жидкости.
21. Порядок аварийной остановки печи при .... – погасить форсунки, прекратить подачу сырья, продуть змеевик паром.
22. Найти соответствие между аппаратами и характерными аварийными ситуациями
  - 1) теплообменники жесткой конструкции
  - 2) трубный змеевик

- 3) абсорбер
  - 4) дымоход трубчатых печей
  - а) взрыв
  - б) разгерметизация вследствие температурных деформаций
  - в) возгорание сажи
  - г) прогар и возгорание сырья
23. Увеличение .... свидетельствует о нарушении теплового режима и ухудшении теплопередачи
- а) температура сырья на выходе из трубного змеевика
  - б) температура дымовых газов над перевальной стенкой
24. Для предотвращения прогара труб необходимо поддерживать .... в уставленных пределах
25. Путем выжигания кокса проводят.....катализатора
26. Подача хладоагента предусмотрена в аппараты, предназначенные для протекания.....реакций
27. Подача теплоносителя предусмотрена в аппараты, предназначенные для протекания... реакций
28. К реакторам с ... слоем катализатора относятся трубчатые и адиабатические
29. ...реакторы представляют собой пустотелые аппараты, заполненные слоем катализатора
30. Аппаратура для проведения процессов хлорирования работает в условиях сильной ...
31. Реакционные аппараты подвержены наибольшим температурным деформациям во время...
32. Для предотвращения разгерметизации реакционного аппарата со взрывом необходимо предусмотреть установку...
33. К аппаратам внешней пылеочистки на установках с псевдоожиженным слоем катализатора относятся
- а) циклоны
  - б) скрубберы
  - в) электрофильтры
  - г) рукавные фильтры
34. Важнейший параметр, определяющий безопасность эксплуатации реакционных аппаратов - ...
35. ... устройства используют в реакторах, для осуществления реакций в газовой фазе на твердом катализаторе
36. Насадки, решетки, диффузоры, сетки и т.п., используемые в реакторах с твердым катализатором, относятся к ...устройствам газораспределительным
37. Неточная центровка, ненадежное крепление деталей, отсутствие смазки, уплотняющей и охлаждающей жидкости и т.д. приводят к ... центробежных насосов
38. Разрушающее действие на насос оказывает...
39. Работа насоса в режиме... может вызвать вибрацию
40. При эксплуатации поршневых насосов обслуживающий персонал должен регулярно «прослушивать» работу...
41. Износ гильзы цилиндра, поломка клапанов, седел и т.д. — это характерные неисправности для ... насосов
42. Конструктивно различают центробежные и ... вентиляторы
43. При необходимости подачи или отсоса большого количества воздуха без избыточного напора используют ... вентиляторы
44. ...установки подразделяют на воздушные и газовые
45. Основное требование, обеспечивающее нормальную работу ... - сохранение их геометрической формы и обеспечение герметичности всех элементов и участков сопряжений
46. Трубопроводы с температурой наружной поверхности стенки более ... должны быть покрыты изоляцией
47. В самой верхней отметке трубопроводов устанавливают...

48. В самых низких участках трубопроводов предусматривают ...
49. Состояние арматуры и привода проверяют
- а) каждый месяц
  - б) раз в год
  - в) каждые три месяца
  - г) раз в полгода
50. В реакторах с псевдооживленным слоем катализатора наиболее характерным видом износа является...
51. Наиболее сильно изнашиваются внутренние элементы
- а) трубчатых реакторов
  - б) адиабатических реакторов
  - в) реакторов с псевдооживленным слоем катализатора
  - г) реакторов с рубашками и мешалками
52. Скорость разогрева реактора при пуске необходимо поддерживать в установленных пределах для предотвращения
- а) перегрева сырья
  - б) возникновения температурных деформаций
  - в) роста давления
53. В реакторах-полимеризаторах используют мешалки, снабженные специальными...
54. Основным условием обеспечения безаварийной эксплуатации реакторов с твердым катализатором является равномерное распределение
- а) сырья во всех сечениях аппарата
  - б) сырья на входе в аппарат
  - в) катализатора по высоте аппарата
55. Основным недостатком трубчатых реакторов является трудность поддержания температурного режима по
- а) сечению трубы
  - б) сечению аппарата
  - в) длине трубы
  - г) длине аппарата
56. Основной недостаток ...реакторов – сложность регулирования температуры по высоте слоя катализатора
57. Для предотвращения температурных деформаций корпуса в... реакторах предусмотрена установка линзовых компенсаторов
- а) трубчатых
  - б) адиабатических
  - в) реакторах с мешалками
57. Реакцию и регенерацию катализатора проводят в одном аппарате
- а) в реакторах с рубашкой и мешалкой
  - б) в реакторах с неподвижным слоем катализатора
  - в) в реакторах с псевдооживленным слоем катализатора
58. Реакцию и регенерацию катализатора проводят в различных аппаратах при проведении процесса
- а) в жидкой фазе
  - б) с использованием неподвижного слоя катализатора
  - в) с использованием псевдооживленного слоя катализатора
59. Нарушения технологического режима при проведении процессов окисления может привести к ...
60. Превышение допустимых пределов скорости хлорирования может привести к ...
61. Для предотвращения разгерметизации аппаратов, предназначенных для проведения процессов хлорирования, их следует изготавливать из материалов, стойких, в первую очередь
- а) к воздействию высоких давлений
  - б) к коррозии
  - в) к воздействию высоких температур

62. Для улавливания катализаторной пыли внутри аппаратов с псевдоожиженным слоем размещают...
63. Подача катализатора в реактор с псевдоожиженным слоем осуществляется потоком...
64. Подача катализатора в регенератор с псевдоожиженным слоем осуществляется потоком...
65. ...насоса включает разборку, проверку состояния, чистку, сборку и центровку с приводом
66. Нарушение нормальной работы... насосов проявляется в падении производительности и развиваемого напора
67. Потеря полного давления, развиваемого вентилятором по сравнению с паспортной величиной не должна превышать ...%
- а) 6 б) 3 в) 10 г) 12
68. При работе ... нарушение герметичности можно обнаружить путем замера расхода до и после агрегата, которое не должно превышать 5%
69. Основные опасности при эксплуатации... компрессорных установок связаны с повышением давления, температуры и с возможностью образования взрывоопасных смесей
70. Повышенный расход ... на узлы воздушного компрессора может привести к возникновению аварийной ситуации
71. Важное условие безопасности ... компрессорных установок – применение только тех марок смазочных масел, которые указаны в паспорте
72. Полная герметичность агрегата, отвод газа после уплотнений и защитная продувка азотом предусмотрены для обеспечения безопасности компрессоров для сжатия
- а) углеводородных газов б) хлора в) кислорода г) ацетилена
73. Ротационные компрессоры с водяным уплотнением рекомендуется использовать для сжатия
- а) углеводородных газов  
б) хлора  
в) кислорода  
г) ацетилена
74. Причиной забивки циклонов может быть их эксплуатация при температурах ниже...
75. Резкое снижение сопротивления в рукавных фильтрах свидетельствует о...
- а) выходе из строя механизма встряхивания  
б) забивке фильтровальной ткани  
в) разрыве рукава
76. Арматура, предназначенная для сжиженных углеводородных газов и легковоспламеняющихся жидкостей, независимо от температуры и давления должна быть выполнена из
- а) чугуна  
б) титана  
в) стали  
г) вольфрама
77. Предупреждающие кольца красного цвета наносят на трубопроводах, предназначенных для перекачивания ... веществ
- а) легковоспламеняющихся  
б) ядовитых  
в) взрывоопасных  
г) едких
78. Для жидкостных реакций, протекающих с большим тепловым эффектом целесообразно использовать реактор
- а) с турбинными мешалками  
б) с рубашкой  
в) с встроенными внутренними теплообменниками

79. Общий недостаток... реакторов - периодичность их работы, связанная с необходимостью регенерации катализатора

- а) адиабатических
- б) трубчатых
- в) с рубашкой и мешалкой
- г) с псевдоожиженным слоем катализатора

80. Реакционные аппараты покрывают слоем футеровки

- а) при проведении высокотемпературных процессов
- б) при использовании агрессивных сред
- в) при высоком давлении в аппарате
- г) для защиты металла от атмосферной коррозии

81. Нарушение целостности ... может явиться причиной возможных температурных деформаций корпуса и, как следствие, разгерметизации аппарата

82. Найти соответствие между типом реактора и протекающим в нем процессе

- 1) адиабатический реактор
- а) риформинг
- 2) реактор с рубашкой и мешалкой
- б) жидкофазный процесс
- 3) реактор с псевдоожиженным слоем катализатора
- в) каталитический крекинг

83. Для перекачивания химически активных и легковоспламеняющихся веществ находят применение центробежные ... насосы

84. Если стояки циклонных элементов в аппаратах с псевдоожиженным слоем катализатора не погружены в слой катализатора, то на их концах устанавливают...

85. Найти соответствие между аппаратами и их эксплуатационными особенностями:

- 1) регенератор с псевдоожиженным слоем
- а) полное использование кислорода
- 2) реактор с мешалкой
- б) герметизация вала
- 3) циклонные элементы
- в) поддержание столба катализатора
- 4) адиабатический реактор
- г) регулирование температуры по высоте слоя катализатора

86. Для предотвращения интенсивного износа ... в аппаратах с псевдоожиженным слоем катализатора предусмотрена их защита при помощи протекторов

- а) стенок корпуса
- б) криволинейных участков транспортных линий
- в) газораспределительных решеток

87. Найти соответствие между типом химического процесса и наиболее вероятными аварийными ситуациями:

- 1) процессы окисления
- а) образование взрывоопасных смесей
- 2) процессы хлорирования
- б) возможность разгерметизации и возгорания вследствие сильной коррозии
- 3) процессы нитрования
- в) повышение температуры и давления вследствие попадания в реактор воды
- 4) процессы сульфирования
- г) перегрев реактора и местные перегревы в связи с большим тепловым эффектом

88. Для перекачивания химически активных и легковоспламеняющихся веществ находят применение центробежные ... насосы

моноблочные

89. При остановке центробежного насоса следует сначала

- а) остановить привод
- б) закрыть задвижку на напорном трубопроводе

- в) дренировать перекачиваемую жидкость
  - г) закрыть задвижку на приемном трубопроводе
90. Изменяя длину хода поршня можно изменять ... поршневых электроприводных насосов
- а) производительность
  - б) напор
  - в) мощность
91. При полностью открытых задвижках на приемном и напорном трубопроводе запускают... насосы
- а) центробежные
  - б) поршневые
  - в) вакуум-насосы
92. Перед пуском насоса следует закрыть задвижку на приемной линии, чтобы в нее не попала вода. Это правило относится к... насосам
- а) центробежным
  - б) поршневым
  - в) ротационным
  - г) вакуум-насосам
93. Найти соответствие между типом насоса и особенностями эксплуатации:
- 1) при запуске насоса открывают задвижку на приеме при закрытой задвижке на напорном трубопроводе
    - а) центробежные
  - 2) используются для перекачки смазочных масел, уплотняющей и охлаждающей жидкости
    - б) ротационные
  - 3) разрушение цилиндра, клапанной коробки, износ штока и т.д.
    - в) поршневые
  - 4) при закрытой задвижке на приемной линии открыть воду в сальники
    - г) вакуум-насос
94. Для предотвращения подсоса воздуха через сальники предусмотрена камера гидравлического затвора, в которую непрерывно поступает вода. Это характерно для...насосов.
- а) центробежных
  - б) поршневых
  - в) ротационных
  - г) вакуум-насосов
95. Найти соответствие между агрегатами и их эксплуатационными особенностями
- 1) температура воздуха после каждой ступени сжатия н/б 1700С    а) воздушный компрессор
  - 2) использование ротационных и центробежных компрессоров, рабочие объемы которых не смазываются маслом    б) компримирование хлора
  - 3) исключить попадание масла в рабочие объемы    в) кислородный компрессор
  - 4) температура компримируемого газа н/б 1100С    г) компримирование ацетилена
96. Бронзовые, баббитовые, графитовые поршневые кольца используют в...компрессорах
- а) углеводородных
  - б) кислородных
  - в) воздушных
  - г) аммиачных
97. Найти соответствие между типом пылеуловителя и эксплуатационными особенностями
- 1) поддержание температуры газов в допустимых пределах - а) тканевые фильтры
  - 2) забивка выходных штуцеров и газоходов - б) мокрые пылеуловители
  - 3) захлебывание аппарата в связи с переполнением бункера - в) циклоны



- 4) осевшая пыль постепенно разряжается и удаляется встряхивающим механизмом - г) электрофильтры
98. Оросители предназначены для равномерного распределения .... По сечению колонны
99. Для распределения пара по сечению колонны используют... решетки
100. Если плотность орошения выше максимальной, то произойдет... насадки
101. Для орошения нижележащих слоев насадки используют ... тарелки
- а) Камерные и дифференциально-контактные – это разновидности...экстракторов
- б) Взаимодействие легкой и тяжелой фаз происходит в...
- 102 Туннельные, ленточные, распылительные относятся к ...сушилкам
- а) конвективным
103. Другое название контактных сушилок -...
- а) кондуктивные
104. Подача нагретого воздуха в сушилку осуществляется при помощи...
- а) вентиляторов
105. В конвективных сушилках используют
- а) сушильные агенты
- б) токи высокой частоты
- в) обогреваемые перегородки
106. Горячий воздух, топочные или дымовые газы, используемые при сушке называют...
- а) сушильными агентами
107. Отработанный воздух перед сбросом в атмосферу следует
- а) осушить
- б) очистить от пыли
- в) охладить
108. Тепло через обогреваемую перегородку передается в...сушилках
- а) конвективных
- б) кондуктивных
- в) сублимационных
109. Что такое абсолютное давление?
- а) давление выше атмосферного б) давление атмосферное плюс убыточное в) давление атмосферное г) давление вакуума
110. Что является движущей силой перемещения жидкости или газа в трубопроводе?
- а) разность давлений б) разность напоров в) разность концентрации г) разность плотностей

Блок 3 (владеть):

1. По внутренней трубе теплообменника движется четыреххлористый углерод с массовым расходом  $G_{\text{ЧХУ}} = 2 \text{ кг/с}$  и охлаждается от  $77^\circ\text{C}$  до  $40^\circ\text{C}$  ( $c_{\text{ЧХУ}} = 905 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$ ). Вода в кольцевом пространстве нагревается от  $20^\circ\text{C}$  до  $32^\circ\text{C}$  ( $c = 4190 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$ ). Определить расход воды  $G_{\text{В}}$ , тепловую нагрузку  $Q$  и удельную тепловую нагрузку  $q$ , если поверхность теплообмена  $F = 12 \text{ м}^2$ .

2. Определить тепловую нагрузку и расход греющего пара в выпарном аппарате при концентрировании раствора  $\text{NaOH}$ . Расход исходного раствора  $G_{\text{Н}} = 2 \text{ т/ч}$  ( $0,555 \text{ кг/с}$ ), его концентрация  $\text{ВН} = 14\%$  масс, и температура  $t_{\text{Н}} = 20^\circ\text{C}$ . Упаренный раствор с расходом  $G_{\text{к}} = 1,17 \text{ т/час}$  ( $0,324 \text{ кг/с}$ ) и концентрацией  $24\%$  уходит из аппарата при температуре кипения,  $t_{\text{кп}} = 137^\circ\text{C}$ . Давление в аппарате  $\text{РАП} = 1,6 \text{ ата}$  ( $t_{\text{конд}} = 113^\circ\text{C}$ ;  $r = 2221400 \text{ Дж/кг}$ ). Давление греющего пара  $\text{РГР} = 5 \text{ ата}$  ( $t_{\text{конд}} = 51,8^\circ\text{C}$ ;  $r = 2108400 \text{ Дж/кг}$ ). Переохлаждения конденсата нет. Тепловые потери принять в размере  $2\%$  от тепловой нагрузки.

Удельная тепловая нагрузка на плоскую стенку из нержавеющей стали  $16 \text{ Вт/мК}$  толщиной  $\delta = 7 \text{ мм}$  составляет  $700 \text{ Вт/м}^2$ . Определить разность температур на поверхности стенки и градиент температуры.

3. Плоскую поверхность аппарата площадью  $5 \text{ м}^2$  необходимо изолировать так, чтобы потери тепла в единицу времени не превышали  $2250 \text{ Вт}$ . Температура поверхности под

изоляция 450 С, температура внешней поверхности 50 С. Определить толщину изоляции для двух случаев:

- 1) Изоляция выполнена из совелита ( $\lambda = 0,098 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{К}$ ).
- 2) Изоляция выполнена из стекловаты ( $\lambda = 0,05 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{К}$ ).

4. Резиновая пластина толщиной  $2\delta = 20 \text{ мм}$ , нагретая до температуры  $t_0 = 140 \text{ }^{\circ}\text{С}$ , помещена в воздушную среду с температурой  $t_{\text{ж}} = 15 \text{ }^{\circ}\text{С}$ . Определить температуры в середине и на поверхности пластины через 20 мин (1200 с) после начала охлаждения. Коэффициент теплопроводности резины  $\lambda = 0,175 \text{ Вт/мК}$ , теплоемкость резины  $c_t = 1680 \text{ Дж/кгК}$ , плотность резины  $\rho_t = 1500 \text{ кг/м}^3$ . Коэффициент теплоотдачи от поверхности к окружающему воздуху  $\alpha = 65 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ .

5. Определить минимальную высоту установки центробежного насоса над уровнем жидкости в открытой емкости при подаче  $75 \text{ м}^3/\text{час}$  воды при  $20^{\circ}\text{С}$  в следующих условиях: барометрическое давление  $735 \text{ мм.рт.ст.}$ ; давление насыщенных паров воды  $17,54 \text{ мм.рт.ст.}$ ; кавитационный запас принять равным  $0,11 \text{ атм}$ ; диаметр всасывающего трубопровода  $108 \times 4 \text{ мм}$ ; сумма всех коэффициентов сопротивлений (трения и местных) равна 9.

6. Экспериментально измерены: разность температур между стенкой и водой  $5^{\circ}\text{С}$ . Градиент температуры у стенки  $(-5) \text{ град/мм}$ . Определить коэффициент теплоотдачи. Коэффициент теплопроводности воды  $0,58 \text{ Вт/(м град)}$ .

7. В газовом противоточном холодильнике, имеющем поверхность теплопередачи  $200 \text{ м}^2$  охлаждается газ от  $100^{\circ}\text{С}$  до  $60^{\circ}\text{С}$ . Средняя температура стенки со стороны газа  $48,9^{\circ}\text{С}$ . Охлаждающая вода нагревается от  $30^{\circ}\text{С}$  до  $50^{\circ}\text{С}$ . Определить объемный расход воды и коэффициент теплоотдачи со стороны газа, если коэффициент теплопередачи составляет  $40 \text{ Вт/(м}^2\text{-К)}$ , а теплоемкость и плотность воды можно считать не зависящей от температуры.

8. Как увеличить термическое сопротивление стенки стальной трубы  $38 \times 2,5 \text{ мм}$ , если покрыть ее с одной стороны слоем эмали  $0,5 \text{ мм}$ ?  $\lambda_{\text{стали}} = 17,5 \text{ Вт/(м-К)}$   $\lambda_{\text{эмали}} = 1,1 \text{ Вт/(м-К)}$

9. Определить удельный тепловой поток с поверхности паропровода диаметром  $40 \times 2,5$ , покрытым слоем шлаковой ваты толщиной  $30 \text{ мм}$  с коэффициентом теплопроводности  $0,076 \text{ Вт/(м-К)}$ , если температура наружной поверхности паропровода  $45^{\circ}\text{С}$ , температура внутренней поверхности трубы  $190^{\circ}\text{С}$ ,  $\lambda_{\text{стали}} = 46,5 \text{ Вт/(м-К)}$ .

10. Двухслойная стенка с внутренней стороны конденсирует с горячим теплоносителем и имеет температуру  $150^{\circ}\text{С}$ . Толщина первого слоя стенки со стороны теплоносителя  $3 \text{ мм}$ , коэффициент теплопроводности  $17,4 \text{ Вт/(м-К)}$ , толщина второго слоя стенки  $4 \text{ мм}$ , коэффициент теплопроводности  $46,4 \text{ Вт/(м-К)}$ . Определите температуру на стыке стенок на внешней поверхности стенки при тепловом потоке  $58000 \text{ Вт/м}^2$

11. В начале процесса теплопередачи были получены следующие данные  $\alpha_1 = 8000 \text{ Вт/м}^2$ ;  $\alpha_2 = 1000 \text{ Вт/(м}^2\text{-К)}$ , толщина стенки  $2 \text{ мм}$ , теплопроводность стенки  $40 \text{ Вт/(м-К)}$ . Оцените толщину слоя накипи в конце процесса, если коэффициент теплопередачи снизился при этом в два раза. Теплопроводность накипи  $3 \text{ Вт/(м-К)}$ .

12. В холодильнике типа «труба в трубе» охлаждается кислота в количестве  $468 \text{ кг/час}$  от температуры  $120^{\circ}\text{С}$  до  $40^{\circ}\text{С}$ . Охлаждение производится водой, поступающей в холодильник с температурой  $15^{\circ}\text{С}$ . Теплоемкость кислоты  $3,35 \text{ кДж/(кг-К)}$ . Разность температур между теплоносителями на входе теплоты в аппарат составляет  $75^{\circ}\text{С}$ . Определить среднюю разность температур между кислотой и водой, а также расход воды.

13. Определить соотношение поверхностей при противотоке, если с обоих случаях одинаковые тепловые потоки и коэффициенты теплопередачи. Температура более горячего теплоносителя на входе  $300^{\circ}\text{С}$ , а выход  $200^{\circ}\text{С}$ . Температура менее горячего теплоносителя на входе  $25^{\circ}\text{С}$ , на выходе  $175^{\circ}\text{С}$ .

14. В кожухотрубчатом теплообменнике насыщенные пары бензола в количестве  $10000 \text{ кг/час}$  без охлаждения конденсата. Температура кипения бензола при условиях в аппарате  $80^{\circ}\text{С}$ , теплоемкость  $2,5 \text{ кДж/(кг-К)}$ , энтальпия паров  $594 \text{ кДж/кг}$ . Определите объемный расход воды ( $\text{м}^3/\text{час}$ ), если ее начальная температура  $20^{\circ}\text{С}$ , конечная  $40^{\circ}\text{С}$ . До какой температуры охладиться конденсат, если расход воды увеличить в 1,2 раза (температура воды осталась неизменной)?

15. В теплообменном аппарате конденсируется  $10000 \text{ кг/час}$  насыщенных паров бензола за счет отвода теплоты через стенку водой, с начальной температурой  $20^{\circ}\text{С}$  и конечной  $40^{\circ}\text{С}$ .

Теплота парообразования бензола при рабочих условиях 394 кДж/кг. Коэффициент теплопередачи составляет 580 Вт/(м<sup>2</sup>·К), температура кипения бензола 80°C. Определить расход воды и оценить уменьшение производительности аппарата по конденсату, если учесть, что в процессе его эксплуатации, образовалась накипь толщиной 1мм с коэффициентом теплопроводности 1 Вт/(м·К). Считать начальную и конечную температуру воды не изменившимися.

16. Температура внутренней поверхности изоляции плоских стенок аппарата равна 120°C, а наружной поверхности изоляции равна 40°C. Коэффициент теплоотдачи от внешней поверхности стенок к окружающей среде равна 10 Вт/(м<sup>2</sup>·К). Температура окружающей среды 20 °C. Определить потери теплоты в окружающую среду с 1м<sup>2</sup> поверхности, термическое сопротивление в установившихся условиях и толщину изоляции, если ее коэффициент теплопроводности равен 0,1 Вт/(м·К). Какую температуру будет иметь наружная поверхность изоляции, если ее толщину увеличить вдвое? Принять постоянными коэффициенты теплоотдачи и теплопроводности.

17. В теплообменном аппарате конденсируется 9500 кг/час насыщенного пара бензола за счет отвода тепла через стенку водой с начальной температурой 10°C и конечной 38°C. Теплота парообразования бензола при рабочих условиях 394 кДж/кг. Коэффициент теплопередачи составляет 520 Вт/(м<sup>2</sup>·К), температура кипения бензола 80°C. Определить расход воды и поверхность теплопередачи. Потери теплоты пренебречь.

18. В холодильник требуется подать 2057 кг/час азотной кислоты от температуры 105 до температуры 28°C. Охлаждение производится водой, поступающей в холодильник, с температурой 18°C и уходящей из него с температурой 25°C. Теплоемкость кислоты 2,940кДж/(кг·К). Коэффициент теплоотдачи: от кислоты к стенке аппарата 400 Вт/(м<sup>2</sup>·К), от стенки аппарата к воде 500 Вт/(м<sup>2</sup>·К). Сумма термических сопротивлений стенки и загрязнений составляет 0,00136 м<sup>2</sup>·К/Вт. Определить расход охлаждающей воды и требуемую поверхность теплопередачи. Тепловыми потерями пренебречь.

19. В кожухотрубчатом кипятильнике в трубах кипит толуол при температуре 110°C и межтрубном пространстве конденсируется водяной пар при температуре 120°C. Определить поверхность теплопередачи и расход образующихся паров толуола (кг/час) если расход водяного пара составляет 468 кг/час, его удельная теплота парообразования 2208 кДж/кг, коэффициент теплопередачи 495 Вт/(м<sup>2</sup>·К), удельная теплота парообразования толуола 362 кДж/кг. Потери теплоты в окружающую среду принять равными 4% от полезного расхода теплоты.

### Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

На основе контрольных вопросов к практическим занятиям и качества выполнения курсового проекта, владения темой курсового проектирования и процента правильных ответов на вопросы при защите курсового проекта (КП) формируется индивидуальный семестровый рейтинг студента и определяется оценка за выполнение КП. На основе типовых контрольных вопросов формируется тематика экзаменационных билетов и с учетом качества ответов на экзаменационные и дополнительные вопросы экзаменатора, с учетом семестрового рейтинга определяется экзаменационная оценка.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	<i>Уровень сформированности компетенций</i>
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все	<b>Высокий уровень</b>

		предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b><i>Продвинутый уровень</i></b>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b><i>Пороговый уровень</i></b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b><i>Компетенции не сформированы</i></b>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

1. Для жидкостных реакций, протекающих с большим тепловым эффектом целесообразно использовать реактор

- а) с встроенными внутренними теплообменниками
- б) с турбинными мешалками
- в) с внешними теплообменниками
- г) с рубашкой

2. Реакцию и регенерацию катализатора проводят в одном аппарате

- а) в реакторах с рубашкой и мешалкой
- б) в реакторах с неподвижным слоем катализатора
- в) в реакторах с турбинными мешалками
- г) в реакторах с псевдооживленным слоем катализатора

3. Для бесколпачковых тарелок отклонение от горизонтальности должно составлять....

- а) не менее 1/3000 диаметра колонны

- б) не более  $1/1000$  диаметра колонны
- в) не более 3 мм
- г) не менее  $1/1000$  диаметра колонны

4. Арматура, предназначенная для сжиженных углеводородных газов и легко воспламеняющихся жидкостей, независимо от температуры и давления должна быть выполнена из ...

5. Для предотвращения прогара труб необходимо поддерживать в уставленных пределах скорость ..... реактора

6. Аппаратура для проведения процессов хлорирования работает в условиях сильной ...

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=196&category=28191%2C1735&qbshowtext=0&recurse=0&recurse=1&showhidden=0>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.