Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 07.10.2023 11:59:52
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
_____/А.С. Соколов/
«30» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли

Направление подготовки
20.03.01 «Техносферная безопасность»

Профиль
«Безопасность технологических процессов и производств»

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):

Профессор кафедры «АОиАТП имени проф. М.Б.Генералова»

д.т.н., проф.  /И.А.Кузнецова/

Доцент каф. «АОиАТП имени проф. М.Б.Генералова»,

к.т.н., доцент.  /Е.Ю. Баранова/

Согласовано:

Зав. каф. «АОиАТП имени проф. М.Б.Генералова»,

к.т.н., доцент  /А.С. Соколов/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы6
3. Структура и содержание дисциплины6
   3.1. Виды учебной работы и трудоемкость6
   3.2. Тематический план изучения дисциплины6
   3.3. Содержание дисциплины**Ошибка! Закладка не определена.**
   3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий9
   3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)9
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение9
   4.1. Нормативные документы и ГОСТы9
   4.2. Основная литература9
   4.3. Дополнительная литература9
   4.4. Электронные образовательные ресурсы9
   4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение10
   4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы10
5. Материально-техническое обеспечение10
6. Методические рекомендации10
   6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения10
   6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины12
7. Фонд оценочных средств12
   7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения12
   7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения13
   7.3. Оценочные средства18

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли» следует отнести следующие:

- подготовка бакалавра к практической деятельности по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»;
- формирование у студентов необходимых знаний и практических навыков по проектированию и расчету узлов современных машин и аппаратов химических производств.

К основным задачам освоения дисциплины «Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли» следует отнести:

- овладение студентами необходимыми знаниями и практическими навыками по проектированию и расчету отдельных узлов современных машин и аппаратов химических производств с учетом силовых и температурных воздействий, свойств конструкционных материалов и рабочих сред.

Обучение по дисциплине «Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ИУК-2.1.Формулирует совокупность задач в рамках поставленной цели проекта, решение которых обеспечивает ее достижение ИУК-2.2. Определяет связи между поставленными задачами, основными компонентами проекта и ожидаемыми результатами его реализации ИУК-2.3. Выбирает оптимальные способы планирования, распределения зон ответственности, решения задач, анализа результатов с учетом действующих правовых норм, имеющихся условий, ресурсов и ограничений, возможностей использования
ПК-5 Оценка остаточного ресурса и возможности продления сроков безопасной эксплуатации технических устройств	ИПК-5.1 знать нормативные правовые акты РФ, требования охраны труда, промышленной, пожарной, электрической и экологической безопасности, порядок организации работ по экспертизе технических устройств, проектную (конструкторскую) и эксплуатационную документацию на технические устройства, конструктивные особенности, технологии изготовления, эксплуатации и ремонта технических устройств, типы дефектов (повреждений), их классификация, причины и вероятные зоны образования дефектов (повреждений) с учетом эксплуатационных воздействий, последствия их развития, методы

	технического диагностирования, неразрушающего и разрушающего контроля технических устройств, оценки риска аварии на опасном производственном объекте ИПК-5.2 уметь осматривать технические устройства, выбирать критерии предельного состояния технических устройств, определять условия безопасной эксплуатации конкретных технических устройств, применять исходные данные и документацию по оценке и прогнозированию технического состояния технических устройств, применять расчетно-аналитические процедуры оценки и прогнозирования технического состояния технических устройств, оформлять результаты расчетно-аналитических процедур и технические отчеты, содержащие сведения о возможности или невозможности продления срока безопасной эксплуатации технических устройств в рамках установленного расчетами остаточного ресурса, оформлять заключения по результатам проведения технического диагностирования (обследования) технических устройств на опасном производственном объекте ИПК-5.3 владеть осмотром технических устройств с целью оценки результатов их диагностирования, проверкой или идентификацией фактических режимов работы технических устройств, установлением (выбором) критериев предельного состояния технических устройств, исследованием напряженно-деформированного состояния технических устройств, оценкой остаточного ресурса технических устройств, оценкой и прогнозированием технического состояния технических устройств с учетом выявленных дефектов (отклонений, несоответствий, повреждений), оформлением результатов проведения расчетно-аналитических процедур при продлении срока безопасной эксплуатации технических устройств.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» относится к числу учебных дисциплин обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и входит в образовательную программу подготовки бакалавров направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» для очной формы обучения.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли» составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			5	
1	**Аудиторные занятия**	**90**	90	
	В том числе:			
1.1	Лекции	54	54	
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18	
1.3	Лабораторные занятия	18	18	
2	**Самостоятельная работа**	**126**	126	
	В том числе:			
2.1	Реферат			
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**экзамен**	экзамен	
	Итого	**216**	216	

3.2 Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1.1	Тема 1. Основные принципы конструирования и проектирования аппаратов	10	4				6
1.2	Тема 2. Влияние методов изготовления на конструкцию аппаратов	9	6				10

1.3	Тема 3. Основные параметры, используемые при проведении расчетов на прочность	5	2				8
1.4	Тема 4. Расчет тонкостенных обечаек на прочность	3	2	4			12
1.5	Тема 5. Расчет тонкостенных обечаек на устойчивость	2,5	4		2		12
1.6	Тема 6. Конструирование и расчет днищ аппаратов		6	4	4		12
1.7	Тема 7. Укрепление отверстий в стенках аппаратов		6	4	2		12
1.8	Тема 8. Конструкции и расчет фланцевых соединений		4	4	2		12
1.9	Тема 9. Расчет опор аппаратов		8		8		22
1.10	Тема 10. Толстостенные сосуды и аппараты		10	2			12
	Итого	90	54	18	18		126

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные принципы конструирования и проектирования аппаратов

Основные требования, предъявляемые к химическому оборудованию. Основные показатели качества и конструктивного совершенства химического оборудования. Нормативно-техническая документация. Основные факторы, определяющие размеры и конструкцию аппаратов, порядок выполнения расчетов при проектировании химического оборудования, содержание и цель каждого этапа. Основные стадии проектирования оборудования.

Тема 2. Влияние методов изготовления на конструкцию аппаратов

Влияние методов изготовления на конструкцию аппаратов, особенности конструирования литой и сварной аппаратуры. Сочетание углеродистых и легированных сталей в одной конструкции. Особенности конструирования деталей и сборочных единиц из цветных металлов, пластмасс, эмалированной аппаратуры.

Тема 3. Основные параметры, используемые при проведении расчетов на прочность

Основные параметры, используемые при проведении расчетов на прочность. Рабочие, расчетные и пробные нагрузки, действующие на элементы конструкции. Методики определения нагрузки для различного состояния оборудования. Рабочая и расчетная температуры. Определение допускаемых напряжений с учетом свойств конструкционных материалов и типа заготовки. Понятие о расчетной и исполнительной толщине стенки конструктивных элементов, определение расчетных прибавок. Коэффициенты прочности сварных соединений.

Тема 4. Расчет тонкостенных обечаек на прочность

Геометрические параметры тонкостенных оболочек. Безмоментная и моментная теория оболочек. Напряженное состояние упругих осесимметричных оболочек. Вывод расчетных зависимостей для определения толщины стенки гладких оболочек (цилиндрических, сферических, конических). Кольца жесткости. Расчет цилиндрических обечаек, подкрепленных кольцами жесткости. Расчет и конструирование емкостной аппаратуры, работающей под атмосферным давлением.

Тема 5. Расчет тонкостенных обечаек на устойчивость

Общие сведения об устойчивости. Общая и местная устойчивость. Факторы, влияющие на устойчивость, критерий устойчивости и коэффициенты запаса. Критическое давление. Расчет коротких и длинных оболочек. Определение критической длины оболочек. Расчет обечаек на прочность и устойчивость под действием наружного давления. Расчет цилиндрической обечайки на устойчивость при осевом сжатии и изгибе. Условие устойчивости при комбинированном нагружении. Конструктивные способы увеличения жесткости оболочек.

Тема 6. Конструирование и расчет днищ аппаратов

Конструкции и область применения днищ и крышек аппаратов. Расчет выпуклых, конических и плоских днищ, работающих под внутренним давлением, на прочность. Расчет днищ, присоединенных на болтах к фланцу. Расчет на устойчивость днищ, работающих под наружным давлением.

Тема 7. Укрепление отверстий в стенках аппаратов

Устройства для присоединения трубопроводов и осмотра аппаратов. Ослабление оболочек отверстиями и вырезами. Методы укрепления отверстий. Типы укрепляющих элементов. Геометрические размеры зоны укрепления. Проверка необходимости укрепления отверстий. Расчет укрепления отверстия по геометрическому критерию. Порядок расчета одиночного отверстия и расчет укрепляющих элементов.

Тема 8 Конструкции и расчет фланцевых соединений

Конструкции фланцевых соединений, их классификация. Требования, предъявляемые к фланцевым соединениям. Расчетные параметры и геометрические соотношения. Выбор формы привалочных поверхностей, прокладочные материалы, области применения различных типов прокладок. Герметичность фланцевого соединения и нагрузки, действующие на его конструктивные элементы. Расчет болтовой нагрузки и крепежных элементов. Расчет на прочность элементов фланцевого соединения. Учет температурного фактора. Алгоритм расчета фланцевого соединения.

Тема 9. Расчет опор аппаратов

Определение ветровой и сейсмической нагрузки, действующей на колонные аппараты, расчет колонных аппаратов на прочность и устойчивость при совместном действии нагрузок, расчет напряжений в корпусе аппарата. Тип опор. Конструкции опор вертикальных аппаратов колонного типа. Расчет элементов опорной обечайки, опорного кольца.

Опорные лапы. Расчет напряжений в стенке аппарата, установленного на опорных лапах. Опорные стойки. Расчет напряжений в стенке аппарата, установленного на опорных стойках. Конструкции опор горизонтальных аппаратов. Седловые опоры. Расчет напряжений в опасных сечениях горизонтального аппарата, размещенного на седловых опорах. Конструктивные способы увеличения жесткости стенок аппаратов в местах установки опор. Крепление опор на несущих фундаментах.

Тема 10. Толстостенные сосуды и аппараты

Конструкции и методы изготовления толстостенных аппаратов: однослойных и многослойных. Особенности эксплуатации и конструкционные материалы. Напряженное состояние однослойной обечайки. Расчет толщины стенки по методу максимальных напряжений. Несущая способность толстостенных сосудов.

Расчет толстостенных сосудов по методу предельных нагрузок. Температурные напряжения в толстостенной цилиндрической обечайке. Составные толстостенные обечайки. Распределение напряжений по толщине стенки.

Пути повышения несущей способности толстостенных сосудов. Автофреттаж. Конструкции и расчет днищ аппаратов высокого давления. Особенности конструкций затворов высокого давления. Область их применения, условия работы.

Методика расчета на герметичность и прочность элементов конструкции соединений. Особенности конструирования крепежных деталей, их расчет.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Тема 1. Расчет тонкостенных обечаек на прочность
Тема 2. Конструирование и расчет днищ аппаратов
Тема 3. Укрепление отверстий в стенках аппаратов
Тема 4. Конструкции и расчет фланцевых соединений
Тема 5. Толстостенные сосуды и аппараты

3.4.2. Лабораторные занятия

Тема 1. Расчет тонкостенных обечаек на устойчивость
Тема 2. Конструирование и расчет днищ аппаратов
Тема 3. Конструкции и расчет фланцевых соединений
Тема 4. Расчет опор аппаратов

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Конструктивная разработка и прочностной расчет теплообменника.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 34233.1-2017 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования».
2. ГОСТ 34233.2-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек
3. ГОСТ 34233.3-2017 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Укрепление отверстий в обечайках и днищах при внутреннем и наружном давлениях. Расчет на прочность обечаек и днищ при внешних статических нагрузках на штуцер».

4.2 Основная литература

1. Машины и аппараты химических производств: Учебное пособие для вузов/ А.С. Тимонин, Б.Г. Балдин, В.Я. Борщев, Ю.И. Гусев и др./ Под общей редакцией А.С. Тимонина. – Калуга: Издательство Н.Ф. Бочкаревой. 2008. – 872 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Процессы и аппараты химической технологии. Основной курс и перспективные процессы. Расчет прочности оборудования и остаточного ресурса. Реакторы и химические процессы: учебник. В 2 ч. Часть 1 (главы 1-8): Теоретические основы массопередачи, гидродинамических, теплообменных и тепломассообменных процессов. Получение нанодисперсных материалов / В.Г. Систер, М.Г. Лагуткин.- Москва: Московский Политех, 2018. -372 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. ЭОР «Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли. Часть 1» URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=3220
2. ЭОР «Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли. Часть 2»

URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=3452
3. ЭОР «Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли. Часть 3»
URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=3404
4. ЭОР «Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли. Часть 4»
URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=12563

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Консультант Плюс
URL: https://www.consultant.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Проведение лекций осуществляется в аудиториях 4407, 4409, 4410, где предусмотрена демонстрация фильмов, слайдов или использование раздаточных материалов. Семинарские/практические и лабораторные работы проводятся в компьютерном классе, где установлена программа MathCAD (АВ-4408).

	Лабораторная работа	Лабораторное оборудование
1	Расчет тонкостенных обечаек на устойчивость	Компьютеры с установленной программой MathCAD (Аудитория Ав-4408)
2	Конструирование и расчет днищ аппаратов	Компьютеры с установленной программой MathCAD (Аудитория Ав-4408)
3	Конструкции и расчет фланцевых соединений	Компьютеры с установленной программой MathCAD (Аудитория Ав-4408)
4	Расчет и конструирование элементов теплообменников	Компьютеры с установленной программой MathCAD (Аудитория Ав-4408)
5	Расчет опор аппаратов	Компьютеры с установленной программой MathCAD (Аудитория Ав-4408)

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная, лабораторная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах

конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, лабораторные работы консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли» необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий – обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и

индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа.

Преподаватель, принимающий зачёт или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа студента направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, лабораторных занятиям и выполнение практических работ и лабораторных работ.
- подготовка и выполнение тестирования с использованием общеобразовательного портала
- написание и защита реферата по предложенной теме

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу также из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Настроение нужно создавать самому. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности представлены в таблице.

Перечень обязательных работ, выполняемых в течение семестра по дисциплине «Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли»

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Лабораторные работы	Оформленные в программе MathCAD расчёты и отчёты, предусмотренные рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено» в журнале, если выполнены и оформлены все работы.
Тестирование	Оценка преподавателя «зачтено», если результат тестирования по шкале (приложение Б) составляет более 41 %.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1. Шкала оценивания тестирования

Результат тестирования оценивается по процентной шкале оценки.

Оценка	Количество правильных ответов
отлично	от 81% до 100%
хорошо	от 61% до 80%
удовлетворительно	от 41% до 60%
неудовлетворительно	40% и менее правильных ответов

7.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	**Критерий оценивания**	
знать: нормативные правовые акты РФ, требования охраны труда, промышленной, пожарной, электрической и экологической безопасности, порядок организации работ по экспертизе технических устройств, проектную (конструкторскую) и эксплуатационную документацию на технические устройства, конструктивные	2	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: нормативные правовые акты РФ, требования охраны труда, промышленной, пожарной, электрической и экологической безопасности, порядок организации работ по экспертизе технических устройств, проектную (конструкторскую) и эксплуатационную документацию на технические устройства, конструктивные особенности, технологии изготовления, эксплуатации и ремонта технических устройств, типы дефектов (повреждений), их классификация, причины и вероятные зоны образования дефектов (повреждений) с учетом эксплуатационных воздействий, последствия их развития, методы технического диагностирования, неразрушающего и разрушающего контроля технических устройств, оценки риска аварии на

особенности, технологии изготовления, эксплуатации и ремонта технических устройств, типы дефектов (повреждений), их классификация, причины и вероятные зоны образования дефектов (повреждений) с учетом эксплуатационных воздействий, последствия их развития, методы технического диагностирования, неразрушающего и разрушающего контроля технических устройств, оценки риска аварии на опасном производственном объекте		опасном производственном объекте.
	3	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: нормативные правовые акты РФ, требования охраны труда, промышленной, пожарной, электрической и экологической безопасности, порядок организации работ по экспертизе технических устройств, проектную (конструкторскую) и эксплуатационную документацию на технические устройства, конструктивные особенности, технологии изготовления, эксплуатации и ремонта технических устройств, типы дефектов (повреждений), их классификация, причины и вероятные зоны образования дефектов (повреждений) с учетом эксплуатационных воздействий, последствия их развития, методы технического диагностирования, неразрушающего и разрушающего контроля технических устройств, оценки риска аварии на опасном производственном объекте. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.
	4	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: нормативные правовые акты РФ, требования охраны труда, промышленной, пожарной, электрической и экологической безопасности, порядок организации работ по экспертизе технических устройств, проектную (конструкторскую) и эксплуатационную документацию на технические устройства, конструктивные особенности, технологии изготовления, эксплуатации и ремонта технических устройств, типы дефектов (повреждений), их классификация, причины и вероятные зоны образования дефектов (повреждений) с учетом эксплуатационных воздействий, последствия их развития, методы технического диагностирования, неразрушающего и разрушающего контроля технических устройств, оценки риска аварии на опасном производственном объекте. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.
	5	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: нормативные правовые акты РФ, требования охраны труда, промышленной, пожарной, электрической и экологической безопасности, порядок организации работ по экспертизе технических устройств, проектную (конструкторскую) и эксплуатационную документацию на технические устройства, конструктивные особенности, технологии изготовления, эксплуатации и ремонта технических устройств, типы дефектов (повреждений), их классификация, причины и вероятные зоны образования дефектов (повреждений) с учетом эксплуатационных воздействий, последствия их развития, методы технического диагностирования, неразрушающего и разрушающего контроля технических устройств, оценки

		риска аварии на опасном производственном объекте. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: осматривать технические устройства, выбирать критерии предельного состояния технических устройств, определять условия безопасной эксплуатации конкретных технических устройств, применять исходные данные и документацию по оценке и прогнозированию технического состояния технических устройств, применять расчетно-аналитические процедуры оценки и прогнозирования технического состояния технических устройств, оформлять результаты расчетно-аналитических процедур и технические отчеты, содержащие сведения о возможности или невозможности продления срока безопасной эксплуатации технических устройств в рамках установленного расчетами остаточного ресурса, оформлять заключения по результатам проведения технического диагностирования (обследования) технических устройств на опасном производственном объекте	2	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет осматривать технические устройства, выбирать критерии предельного состояния технических устройств, определять условия безопасной эксплуатации конкретных технических устройств, применять исходные данные и документацию по оценке и прогнозированию технического состояния технических устройств, применять расчетно-аналитические процедуры оценки и прогнозирования технического состояния технических устройств, оформлять результаты расчетно-аналитических процедур и технические отчеты, содержащие сведения о возможности или невозможности продления срока безопасной эксплуатации технических устройств в рамках установленного расчетами остаточного ресурса, оформлять заключения по результатам проведения технического диагностирования (обследования) технических устройств на опасном производственном объекте
	3	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: осматривать технические устройства, выбирать критерии предельного состояния технических устройств, определять условия безопасной эксплуатации конкретных технических устройств, применять исходные данные и документацию по оценке и прогнозированию технического состояния технических устройств, применять расчетно-аналитические процедуры оценки и прогнозирования технического состояния технических устройств, оформлять результаты расчетно-аналитических процедур и технические отчеты, содержащие сведения о возможности или невозможности продления срока безопасной эксплуатации технических устройств в рамках установленного расчетами остаточного ресурса, оформлять заключения по результатам проведения технического диагностирования (обследования) технических устройств на опасном производственном объекте Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.
	4	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: осматривать технические устройства, выбирать критерии предельного состояния технических устройств, определять условия безопасной эксплуатации конкретных технических устройств, применять исходные данные и документацию по оценке и прогнозированию технического состояния технических устройств, применять расчетно-аналитические процедуры оценки и прогнозирования технического состояния технических устройств, оформлять результаты расчетно-аналитических

		процедур и технические отчеты, содержащие сведения о возможности или невозможности продления срока безопасной эксплуатации технических устройств в рамках установленного расчетами остаточного ресурса, оформлять заключения по результатам проведения технического диагностирования (обследования) технических устройств на опасном производственном объекте. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.
	5	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: осматривать технические устройства, выбирать критерии предельного состояния технических устройств, определять условия безопасной эксплуатации конкретных технических устройств, применять исходные данные и документацию по оценке и прогнозированию технического состояния технических устройств, применять расчетно-аналитические процедуры оценки и прогнозирования технического состояния технических устройств, оформлять результаты расчетно-аналитических процедур и технические отчеты, содержащие сведения о возможности или невозможности продления срока безопасной эксплуатации технических устройств в рамках установленного расчетами остаточного ресурса, оформлять заключения по результатам проведения технического диагностирования (обследования) технических устройств на опасном производственном объекте. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: - осмотром технических устройств с целью оценки результатов их диагностирования, проверкой или идентификацией фактических режимов работы технических устройств, установлением (выбором) критериев предельного состояния технических устройств, исследованием	2	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет осмотром технических устройств с целью оценки результатов их диагностирования, проверкой или идентификацией фактических режимов работы технических устройств, установлением (выбором) критериев предельного состояния технических устройств, исследованием напряженно-деформированного состояния технических устройств, оценкой остаточного ресурса технических устройств, оценкой и прогнозированием технического состояния технических устройств с учетом выявленных дефектов (отклонений, несоответствий, повреждений), оформлением результатов проведения расчетно-аналитических процедур при продлении срока безопасной эксплуатации технических устройств.

напряженно-деформированного состояния технических устройств, оценкой остаточного ресурса технических устройств, оценкой и прогнозированием технического состояния технических устройств с учетом выявленных дефектов (отклонений, несоответствий, повреждений), оформлением результатов проведения расчетно-аналитических процедур при продлении срока безопасной эксплуатации технических устройств.	3	Обучающийся владеет в неполном объеме осмотром технических устройств с целью оценки результатов их диагностирования, проверкой или идентификацией фактических режимов работы технических устройств, установлением (выбором) критериев предельного состояния технических устройств, исследованием напряженно-деформированного состояния технических устройств, оценкой остаточного ресурса технических устройств, оценкой и прогнозированием технического состояния технических устройств с учетом выявленных дефектов (отклонений, несоответствий, повреждений), оформлением результатов проведения расчетно-аналитических процедур при продлении срока безопасной эксплуатации технических устройств. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей; обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.
	4	Обучающийся частично владеет осмотром технических устройств с целью оценки результатов их диагностирования, проверкой или идентификацией фактических режимов работы технических устройств, установлением (выбором) критериев предельного состояния технических устройств, исследованием напряженно-деформированного состояния технических устройств, оценкой остаточного ресурса технических устройств, оценкой и прогнозированием технического состояния технических устройств с учетом выявленных дефектов (отклонений, несоответствий, повреждений), оформлением результатов проведения расчетно-аналитических процедур при продлении срока безопасной эксплуатации технических устройств. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.
	5	Обучающийся в полном объеме владеет осмотром технических устройств с целью оценки результатов их диагностирования, проверкой или идентификацией фактических режимов работы технических устройств, установлением (выбором) критериев предельного состояния технических устройств, исследованием напряженно-деформированного состояния технических устройств, оценкой остаточного ресурса технических устройств, оценкой и прогнозированием технического состояния технических устройств с учетом выявленных дефектов (отклонений, несоответствий, повреждений), оформлением результатов проведения расчетно-аналитических процедур при продлении срока безопасной эксплуатации технических устройств. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.3.1.1. Пример тестовых заданий:

1. Способность аппарата сопротивляться деформациям – это
1) прочность;
2) устойчивость;
3) жесткость;
4) герметичность.

2. Укажите, по какой зависимости определяется пробное давление для всех сосудов, за исключением литых

1. $p_{пр} = 2{,}0 \cdot p \cdot \frac{[\delta]^{20}}{[\delta]^{t}}$;
2. $p_{пр} = 1{,}25 \cdot p \cdot \frac{[\delta]^{20}}{[\delta]^{t}}$;
3. $p_{пр} = 1{,}5 \cdot p \cdot \frac{[\delta]^{20}}{[\delta]^{t}}$;
4. $p_{пр} = 1{,}75 \cdot p \frac{[\delta]^{20}}{[\delta]^{t}}$.

3. Укажите, при расчете на одинаковое внутреннее избыточное давление, толщина какого днища будет наименьшей
1) Плоского;
2) Эллиптического;
3) Полусферического;
4) Торосферического.

7.3.2. Промежуточная аттестация

7.3.2.1. Вопросы к экзамену по дисциплине «Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли»:

1. Основные требования, предъявляемые к конструкциям аппаратов.
2. Влияние методов изготовления на конструкцию аппаратов. Особенности конструирования литой и сварной аппаратуры.
3. Влияние методов изготовления на конструкцию аппаратов. Особенности конструирования аппаратов из легированной стали и эмалированной аппаратуры.
4. Влияние методов изготовления на конструкцию аппаратов. Особенности конструирования сварной аппаратуры, изготовленной из легированной стали.
5. Конструирование аппаратов из цветных металлов. Способы получения неразъемных соединений.
6. Расчет тонкостенных обечаек, нагруженных внутренним избыточным давлением.
7. Расчет тонкостенных обечаек, нагруженных внутренним избыточным давлением. Укрепление кольцами жесткости.

8. Расчет аппаратов, работающих под наружным давлением.
9. Расчет на устойчивость коротких и длинных цилиндрических обечаек.
10. Классификация днищ. Расчет конических и плоских днищ.
11. Классификация днищ. Назначение и область применения. Расчет выпуклых днищ, нагруженных внутренним избыточным давлением.
12. Классификация днищ. Назначение и область применения. Расчет эллиптических и плоских днищ, нагруженных внутренним избыточным давлением.
13. Расчет укрепления отверстий в стенках аппаратов.
14. Расчет обечайки под действием изгибающего момента.
15. Расчет обечайки под действием осевого сжимающего усилия.
16. Расчет обечайки под действием поперечного усилия.
17. Расчет обечайки на устойчивость под совместным действием нагрузок.
18. Классификация фланцев. Определение болтовой нагрузки.
19. Классификация фланцев. Порядок расчета.
20. Классификация фланцев. Определение болтовой нагрузки. Расчет прочности неметаллических прокладок.
21. Конструкции и типы фланцевых соединений. Форма привалочных поверхностей.
22. Определение болтовой нагрузки фланцевого соединения. Расчет числа болтов.
23. Конструирование теплообменников. Определение усилий и напряжений, действующих в трубах и корпусе.
24. Методы компенсации температурных напряжений в теплообменниках.
25. Определение усилий, действующих в теплообменнике с линзовым компенсатором.
26. Теплообменники. Основные способы крепления труб в трубной решетке. Расчет трубных решеток.
27. Опоры горизонтальных аппаратов. Конструкции и расчет.
28. Опоры вертикальных аппаратов типа «лапы». Конструкции и расчет.
29. Опоры вертикальных аппаратов типа «стойки». Конструкции и расчет.
30. Расчет колонных аппаратов на действие ветровой нагрузки.
31. Расчет колонных аппаратов на действие сейсмической нагрузки.
32. Конструкции и методы изготовления толстостенных аппаратов.
33. Напряженное состояние стенки аппарата высокого давления.
34. Несущая способность толстостенных сосудов. Расчет толщины стенки сосуда, работающего в области упруго-пластических деформаций.
35. Температурные напряжения в толстостенной цилиндрической обечайке. Пути повышения несущей способности АВД.
36. Конструкции и расчет днищ АВД.
37. Затворы аппаратов высокого давления.