Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 08.07.2024 10:25:49
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
Декан
_____ /А.С. Соколов /
«13» февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Конструирование и расчёт элементов оборудования

Направление подготовки/**специальность**
18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий

Профиль/**специализация**
Автоматизированное производство химических предприятий

Квалификация
Инженер

Формы обучения
очная

Москва, 2024 г.

Разработчик(и):

Доцент каф. «АОиАТП имени
профессора М.Б. Генералова»
к.т.н.,  /Е.Ю. Баранова/

Согласовано:
Зав. каф. «АОиАТП имени профессора М.Б. Генералова»

к.т.н.  /А.С. Кирсанов/

Содержание

Содержание 3
1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 4
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
5. Материально-техническое обеспечение 9
6. Методические рекомендации 10
7. Фонд оценочных средств 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

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

- подготовка студента к практической деятельности по направлению подготовки 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»;
- 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» 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» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ПК-3. Владеет современными методами конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий	ИПК-3.1. Знать современные методы конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий. ИПК-3.2. Уметь применять на практике современные методы конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий. ИПК-3.3 Владеть вопросами применения перспективных технологий и оборудования производства энергонасыщенных материалов и изделий.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Конструирование и расчёт элементов оборудования» относится к числу учебных дисциплин обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и входит в образовательную программу подготовки специалистов по направлению подготовки 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий», профиль «Автоматизированное производство химических предприятий».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Конструирование и расчёт элементов оборудования» составляет 8 зачетных единиц (288 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			6	7
1	**Аудиторные занятия**	**144**	72	72
	В том числе:			
1.1	Лекции	72	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	54	27	27
1.3	Лабораторные занятия	18	9	9
2	**Самостоятельная работа**			
	В том числе:			
2.1	Самостоятельная работа	**144**	72	72
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**экзамен**	экзамен	экзамен
	Итого	**288**	144	144

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	
	Шестой семестр						
1	Раздел 1. Основные принципы конструирования и проектирования аппаратов		4				9
2	Раздел 2. Влияние методов изготовления на конструкцию аппаратов		4				9
3	Раздел 3. Основные параметры, используемые при проведении расчетов на прочность		2	2			9
4	Раздел 4. Расчет тонкостенных обечаек на прочность		4	5			9
5	Раздел 5. Расчет тонкостенных обечаек на устойчивость		6	6	4		9
6	Раздел 6. Конструирование и расчет днищ аппаратов		8	6	5		9
7	Раздел 7. Укрепление отверстий в стенках аппаратов		4	4			9
8	Раздел 8. Конструкции и расчет фланцевых соединений		4	4			9
Итого в шестом семестре		**144**	**36**	**27**	**9**		**72**
	Седьмой семестр						

9	Раздел 9. Расчет и конструирование элементов кожухотрубных теплообменников		6	6			12
10	Раздел 10. Расчет и конструирование элементов теплообменников с рубашкой		6	4			12
11	Раздел 11. Расчет опор аппаратов		6	6	5		12
12	Раздел 12. Расчет аппаратов на ветровую нагрузку		6	4	4		12
13	Раздел 13. Толстостенные сосуды и аппараты		8	4			12
14	Раздел 14. Расчет и конструирование элементов аппаратов барабанного оборудования		4	3			12
Итого в седьмом семестре		**144**	**36**	**27**	**9**		**72**
Итого		**288**	**72**	**54**	**18**		**144**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 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.

Раздел 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.

Раздел 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.

Раздел 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.

Раздел 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 обечаек на устойчивость под действием осевого сжимающего усилия. Расчет обечаек на устойчивость под действием изгибающего момента. Расчет обечаек на устойчивость под действием поперечного усилия. Условие устойчивости при комбинированном нагружении.

Раздел 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 на устойчивость днищ, работающих под наружным давлением.

Раздел 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.

Раздел 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.

Раздел 9. Расчет и конструирование элементов кожухотрубных теплообменников

Причины возникновения температурных напряжений. Расчет усилий, возникающих в кожухотрубных теплообменниках под действием разности температур и давлений. Способы компенсации температурных напряжений. Компенсаторы. Расчет теплообменников с линзовым компенсатором. Способы крепления труб в трубных решетках. Расчет прочности и плотности крепления труб в трубных решетках. Расчет толщины трубных решеток. Способы соединения трубных решеток с корпусом.

Раздел 10. Расчет и конструирование элементов теплообменников с рубашкой

Устройство и принцип работы теплообменника с рубашкой. Порядок прочностного расчета теплообменника с рубашкой. Конструирование узлов теплообменника с рубашкой.

Раздел 11. Расчет опор аппаратов

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.

Раздел 12. Расчет аппаратов на ветровую нагрузку

Определение ветровой и сейсмической нагрузки, действующей на колонные аппараты, расчет напряжений в корпусе аппарата. Конструкции опор вертикальных аппаратов колонного типа. Расчет элементов опорной обечайки, опорного кольца.

Раздел 13. 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.

Раздел 14. Расчет и конструирование элементов аппаратов барабанного оборудования

Конструкция и принцип действия барабанной сушилки. Конструирование и расчет барабанной сушилки на прочность. Расчет бандажей. Расчет опорных и упорных роликов. Определение мощности привода.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

1. Основные параметры, используемые при проведении расчетов на прочность
2. Расчет тонкостенных обечаек на прочность
3. Расчет тонкостенных обечаек на устойчивость
4. Конструирование и расчет днищ аппаратов
5. Укрепление отверстий в стенках аппаратов
6. Конструкции и расчет фланцевых соединений
7. Расчет и конструирование элементов кожухотрубных теплообменников
8. Расчет и конструирование элементов теплообменников с рубашкой
9. Расчет опор аппаратов
10. Расчет аппаратов на ветровую нагрузку
11. Толстостенные сосуды и аппараты
12. Расчет и конструирование элементов аппаратов барабанного оборудования

3.4.2. Лабораторные занятия

1. Расчет тонкостенных обечаек на устойчивость
2. Конструирование и расчет днищ аппаратов
3. Расчет опор аппаратов
4. Расчет аппаратов на ветровую нагрузку

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Конструктивная разработка и прочностной расчет теплообменника с рубашкой.

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. ГОСТ 34233.5-2017 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок».

5. ГОСТ 34233.7-2017 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Теплообменные аппараты».

6. ГОСТ 34233.8-2017 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Сосуды и аппараты с рубашками».

7. ГОСТ 34233.9-2017 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Аппараты колонного типа».

8. ГОСТ Р 54522-2011 «Сосуды и аппараты высокого давления. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических обечаек, днищ, фланцев, крышек. Рекомендации по конструированию».

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 Ав4407, Ав4409, Ав4410, где предусмотрена демонстрация фильмов, слайдов или использование раздаточных материалов. Семинарские/практические и лабораторные работы проводятся в компьютерном классе Ав4408, где установлена программа MathCAD.

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 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, 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 расчёт элементов оборудования» 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 самостоятельных 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 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 и выполнение практических 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»

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Семинарские/практические работы	Оформленные в программе MathCAD расчёты и отчёты, предусмотренные рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено» в журнале, если выполнены и оформлены все работы.
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.

7.2.1. Шкала оценивания самостоятельной работы

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Результаты промежуточных и итогового тестирований составляют более 40 % в каждом тесте.
Не зачтено	Результаты промежуточных и итогового тестирований составляют менее 40 % хотя бы в одном тесте.

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: современные методы конструирования оборудования и проектирования производств энергона-	Отлично	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: современные методы конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий.

сыщенных материалов и изделий.		Свободно оперирует приобретенными знаниями.
	Хорошо	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: современные методы конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.
	Удовлетворительно	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: современные методы конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.
	Неудовлетворительно	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: современные методы конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий.
Уметь: применять на практике современные методы конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий.	Отлично	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: применять на практике современные методы конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий.
	Хорошо	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: применять на практике современные методы конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.
	Удовлетворительно	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: применять на практике современные методы конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей,

		обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.
	Неудовле-творитель-но	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять на практике современные методы конструирования оборудования и проектирования производств энергонасыщенных материалов и изделий.
Владеть: вопросами применения перспективных технологий и оборудования производства энергонасыщенных материалов и изделий.	Отлично	Обучающийся в полном объеме владеет вопросами применения перспективных технологий и оборудования производства энергонасыщенных материалов и изделий. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
	Хорошо	Обучающийся частично владеет вопросами применения перспективных технологий и оборудования производства энергонасыщенных материалов и изделий. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.
	Удовле-творитель-но	Обучающийся владеет в неполном объеме вопросами применения перспективных технологий и оборудования производства энергонасыщенных материалов и изделий. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей; обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.
	Неудовле-творитель-но	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет вопросами применения перспективных технологий и оборудования производства энергонасыщенных материалов и изделий.

7.2 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.3.1.1. Темы самостоятельных работ по дисциплине «Конструирование и расчёт элементов оборудования»:

1. Основные принципы конструирования и проектирования аппаратов
2. Влияние методов изготовления на конструкцию аппаратов
3. Основные параметры, используемые при проведении расчетов на прочность

4. Расчет тонкостенных обечаек на прочность
5. Расчет тонкостенных обечаек на устойчивость
6. Конструирование и расчет днищ аппаратов
7. Укрепление отверстий в стенках аппаратов
8. Конструкции и расчет фланцевых соединений
9. Расчет и конструирование элементов кожухотрубных теплообменников
10. Расчет и конструирование элементов теплообменников с рубашкой
11. Расчет опор аппаратов
12. Расчет аппаратов на ветровую нагрузку
13. Толстостенные сосуды и аппараты
14. Расчет и конструирование элементов аппаратов барабанного оборудования

7.3.2. Промежуточная аттестация

7.3.2.1. Вопросы к экзамену «Конструирование и расчёт элементов оборудования»

Шестой семестр:

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 аппаратов из цветных металлов.
5. Влияние методов изготовления на конструкцию аппаратов. Конструирование узлов и деталей из пластмасс.
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. Расчет выпуклых днищ, нагруженных внутренним избыточным давлением.
12. Классификация днищ. Расчет днищ, нагруженных наружным 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.

Седьмой семестр:

1. Конструирование кожухотрубчатых теплообменников. Определение усилий и напряжений, действующих в трубах и корпусе.

2. Методы компенсации температурных напряжений в кожухотрубчатых теплообменниках.

3. Определение усилий, действующих в кожухотрубчатом теплообменнике с линзовым компенсатором.

4. Кожухотрубчатые теплообменники. Основные способы крепления труб с трубной решеткой. Расчет трубных решеток.

5. Кожухотрубчатые теплообменники. Основные способы расположения труб в трубной решетке. Расчет трубных решеток.

6. Теплообменник с рубашкой. Устройство и принцип работы.

7. Теплообменник с рубашкой. Порядок прочностного расчета.

8. Теплообменник с рубашкой. Конструирование узлов.

9. Опоры горизонтальных аппаратов. Конструкции и расчет.

10. Опоры вертикальных аппаратов типа «лапы». Конструкции и расчет.

11. Опоры вертикальных аппаратов типа «стойки». Конструкции и расчет.

12. Расчет колонных аппаратов на действие ветровой нагрузки.

13. Расчет колонных аппаратов на действие сейсмической нагрузки.

14. Конструкции и методы изготовления толстостенных аппаратов.

15. Напряженное состояние стенки аппарата высокого давления.

16. Несущая способность толстостенных сосудов. Расчет толщины стенки сосуда, работающего в области упруго-пластических деформаций.

17. Температурные напряжения в толстостенной цилиндрической обечайке. Пути повышения несущей способности АВД.

18. Конструкции и расчет днищ АВД.

19. Затворы аппаратов высокого давления.

20. Конструкция и принцип действия барабанной сушилки.

21. Порядок расчёта барабанной сушилки на прочность.

22. Расчёт бандажей, опорных и упорных роликов барабанной сушилки. Определение мощности привода барабанной сушилки.