


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
Факультет машиностроительных и
химических технологий

Саблин П.А.
«28» 08 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли»

Направление подготовки	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Направленность (профиль) образовательной программы	Машины и аппараты химических производств
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7,8	7

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен, Зачет с оценкой	Кафедра «Машиностроение»

Комсомольск-на-Амуре
2021

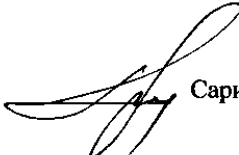
Разработчик рабочей программы:

Заведующий кафедрой, доцент, доктор технических наук

 Сарилов М.Ю.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой
Кафедра «Машиностроение»

 Сарилов М.Ю.

1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации 12.03.2015 № 227, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Машины и аппараты химических производств» по направлению подготовки «18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Практическая подготовка реализуется на основе:

Профессиональный стандарт Профессиональный стандарт 19.003 «Специалист по обслуживанию и ремонту нефтезаводского оборудования». Обобщенная трудовая функция: В. Организация, руководство и контроль работы подразделений.

Трудовые действия - Обеспечение соблюдения правил, инструкций и технических условий при эксплуатации, осмотре и ремонте технологического оборудования.

Задачи дисциплины	Освоение научно обоснованных методов и получение практических навыков расчета и конструирования наиболее распространенных элементов машин и аппаратов химических производств, изучение новых представлений, определений, терминов в области конструирования и расчета машин и аппаратов отрасли и свободного оперирования ими, изучение критериев работоспособности и расчета машин и аппаратов, усвоение рационального выбора материала в соответствии с главным критерием работоспособности, иметь опыт расчета и конструирования элементов машин и аппаратов и оформления проектно-конструкторской документации.
Основные разделы / темы дисциплины	Общие принципы конструирования машин и аппаратов нефтегазопереработки, Инженерные методы расчета элементов аппаратов при различных нагрузках, Влияние конструкционного материала и технологии изготовления на конструкцию машин и аппаратов, Расчет и конструирование аппаратов высокого давления, Расчет оборудования, работающего в условиях динамических колебаний, Система нормативной документации при разработке нефтегазоперерабатывающего оборудования

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения по практике

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по практике		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
Профессиональные			

<p>ПК-18 способностью проектировать отдельные узлы (аппараты) с использованием автоматизированных прикладных систем</p>	<p>Знать основы конструирования и расчета машин различных типов, приводов и аппаратов в соответствии с техническим заданием; Знать нормативные и руководящие материалы по расчету и конструкции аппаратов и их технические характеристики; Знать правила оформления законченных проектно-конструкторских работ; Знать проектную и технологическую документацию машин и аппаратов отрасли; Знать автоматизированные прикладные программы по расчету элементов оборудования отрасли.</p>	<p>Уметь разрабатывать рабочую проектную и технологическую документацию; Уметь проектировать детали и узлы конструкций в соответствии с техническим заданием; Уметь выполнять работы в области научно-технической деятельности по проектированию (конструированию); Уметь использовать для расчетов автоматизированные прикладные программы</p>	<p>Навыки расчета и конструирования машин и аппаратов для обеспечения необходимых данных; Навыки разработки технологической и проектной документации; Навыки конструирования и расчета элементов оборудования отрасли согласно технологической документации; Навыки применения автоматизированных прикладных программ для расчетов.</p>
---	--	---	---

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли» изучается на 4 курсе, 7,8 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Теория механизмов и машин», «Детали машин и основы конструирования», «Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков)».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), 8 семестр», «Преддипломная практика».

Дисциплина «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, уважения к правам и свободам человека, знания правовых основ и законов, воспитание чувства ответственности или умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 7 з.е., 252 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	252
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	64
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	32
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	32
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	152
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен, Зачет с оценкой	36

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Общие принципы конструирования машин и аппаратов отрасли.	4	6	-	24

Инженерные методы расчетов машин и аппаратов отрасли. Дробильные аппараты. Сушильные аппараты. Промышленные фильтры.	6	6	-	26
Методы конструирования и расчета элементов аппаратов при различных нагрузках.	6	4	-	26
Конструирование и расчет теплообменного оборудования.	4	4	-	24
Принципы расчета элементов оборудования (опоры, крышки, днища), плотно-прочных разъемных соединений, укреплений отверстий.	6	6	-	26
Расчет и конструирование аппаратов высокого давления, быстровращающихся оболочек и дисков, аппаратов, работающих в условиях динамических колебаний.	6	6	-	26
ИТОГО по дисциплине	32	32	-	152

6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	48
Подготовка к занятиям семинарского типа	52
Подготовка и оформление РГР	52
ИТОГО	152

7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

- 1 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т.1 / В. И. Анурьев; Под ред. И.Н.Жестковой. - 9-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение -1, 2006; 2001; 1982. – 928 с.
- 2 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т.2 / В. И. Анурьев; Под ред. И.Н.Жестковой. - 9-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение -1, 2006; 2001; 1982. – 960 с.
- 3 Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т.3 / В. И. Анурьев; Под ред. И.Н.Жестковой. - 9-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение-1, 2006; 2001; 1982. – 928 с.
- 4 Бахарев, В.П. Проектирование и конструирование в машиностроении : учебное пособие для вузов: в 2 ч. Ч.2 : Моделирование и прогнозирование развития технических систем машиностроения / В. П. Бахарев, А. П. Дубинин, А. Г. Схиртладзе; Под ред. А.Г.Схиртладзе. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2015; 2009. – 194 с.
- 5 Проектирование и конструирование в машиностроении : учебное пособие для вузов: в 2 ч. Ч.1 : Общие методы проектирования и расчёта. Надёжность техники / В. П. Бахарев, М. Ю. Куликов, И. И. Бортников, А. Г. Схиртладзе; Под ред. А.Г.Схиртладзе. - 2-е изд., перераб. и доп. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2015; 2010. – 247 с.
- 6 Жуков, К.П. Проектирование деталей и узлов машин : учебник для вузов / К. П. Жуков, Ю. Е. Гуревич. - 2-е изд., перераб и доп. - М.: Машиностроение, 2014. – 647 с.
- 7 Ким, В.С. Конструирование и расчёт механизмов и деталей машин химических и нефтеперерабатывающих производств : учебное пособие для вузов / В. С. Ким, В. А. Самойлов, Н. Н. Торубаров. - М.: КолосС, 2007. – 440 с.
- 8 Курмаз, Л.В. Конструирование узлов и деталей машин: Справочное учебно-методическое пособие / Л. В. Курмаз, О. Л. Курмаз. - М.: Высшая школа, 2007. – 455 с.
- 9 Михайлов, Ю.Б. Конструирование деталей механизмов и машин : учебное пособие для бакалавров / Ю. Б. Михайлов. - М.: Юрайт, 2012. – 414 с.
- 10 Михайлов, Ю.Б. Конструирование деталей механизмов и машин: [Электронный ресурс] : учебное пособие для бакалавров: электронная копия / Ю. Б. Михайлов. - Объектом электронного учебника является издание: Михайлов, Ю.Б. Конструирование деталей механизмов и машин : учебное пособие для бакалавров/ Ю.Б.Михайлов. - М.: Юрайт, 2012. – 414 с.: ил. Библиогр.: с.411; Лицензионное издание. - М.: Юрайт, 2012. - 1 электрон.опт.диск (CD-ROM).
- 11 Шишкин, Б.В. Конструирование и эксплуатация теплообменных аппаратов : учебное пособие для вузов / Б. В. Шишкин. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2011. – 128 с.
- 12 Поникаров, И. И. Конструирование и расчет элементов химического оборудования [Электронный ресурс] : учебник / И.И. Поникаров, С.И. Поникаров. - М.: Альфа-М, 2010. - 382 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

8.2 Дополнительная литература

- 1 Детали машин и основы конструирования : учебное пособие для вузов / Г. И. Рощин, Е. А. Самойлов, Н. А. Алексеева и др.; Под ред. Г.И.Рощина, Е.А.Самойлова. - М.: Дрофа, 2006. – 416 с.

- 2 Детали машин и основы конструирования : учебник для бакалавров / Г. И. Рощин, Е. А. Самойлов, Н. А. Алексеева и др.; Под ред. Г.И.Рощина, Е.А.Самойлова. - М.: Юрайт, 2013; 2012. – 415 с.
- 3 Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учебное пособие для вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. - 7-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2001; 2000. – 448 с.
- 4 Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учебное пособие для вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. - 10-е изд., стер., 8-е изд., перераб. и доп. - М.: Академия, 2007; 2003. – 496 с.
- 5 Красковский, Е.Я. Расчёт и конструирование механизмов приборов и вычислительных систем : учебное пособие для приборост.спец. / Е. Я. Красковский, Ю. А. Дружинин, Е. М. Филатова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1991. – 480 с.
- 6 Основы проектирования и конструирования деталей машин : учебное пособие для вузов / В. А. Нилов, Ю. Б. Рукин, Р. А. Жилин, О. К. Битюцких. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2012. – 311 с.
- 7 Курсовое проектирование деталей машин : учебное пособие / С. А. Чернавский, К. Н. Боков, И. М. Чернин и др. - 3-е изд., стер., перепеч. с изд.1987г. - М.: Альянс, 2005. – 416 с.
- 8 Курсовое проектирование деталей машин : учебное пособие / С. А. Чернавский, К. Н. Боков, И. М. Чернин и др. - 3-е изд., стер., перепеч. с изд.1987г. – М.: Альянс, 2005; Машиностроение, 1988. – 416 с.
- 9 Бушуев, В.В. Практика конструирования машин: Справочник / В. В. Бушуев. - М.: Машиностроение, 2006. – 448 с.
- 10 Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчёта химико-технологического и природоохранного оборудования: Справочник: в 3 т. Т.1 / А. С. Тимонин; Московский гос.ун-т инженерной экологии. - 3-е изд., испр. - Калуга: Изд-во Бочкаревой Н.Ф., 2006. – 852 с.

8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1. Сариллов М.Ю., Коблуков П.Е. Оборудование нефтехимического производства: Учебное пособие. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. – 77 с.
2. Сариллов М.Ю., Тягушев П.М. Машины и аппараты массообменных процессов: Учебное пособие. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. – 52 с.
3. Сариллов М.Ю., Охотникова А.Н. Конструирование и расчет машин и аппаратов отрасли. Часть 1: Методические указания к практическим работам. Для студентов направления 15.03.02, профиль «Оборудование нефтегазопереработки» - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. – 28 с.
4. Сариллов М.Ю., Охотникова А.Н. Конструирование и расчет машин и аппаратов отрасли. Часть 2: Методические указания к практическим работам. Для студентов направления 15.03.02, профиль «Оборудование нефтегазопереработки» - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. – 28 с.
5. Сариллов М.Ю., Охотникова А.Н. Конструирование и расчет машин и аппаратов отрасли. Часть 1: Методические указания к практическим работам. Для студентов направления 15.03.02, профиль «Оборудование нефтегазопереработки» - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. – 31 с.
6. Сариллов М.Ю., Молотков А.А. Расчет конденсаторов: Методические указания к практической работе по дисциплине КиРЭОО: Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. – 20 с.
7. Сариллов М.Ю., Шатохин В.И. Расчет шнековых механизмов: Методические указания к практической работе по дисциплине КиРЭОО: Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. – 12 с.
8. Сариллов М.Ю., Липецкий Н.М. Расчет змеевика трубчатых печей: Методические указания к практической работе по дисциплине КиРЭОО: Комсомольск-на-Амуре:

ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. – 12 с.

8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. Фещенко, В.Н. Справочник конструктора [Электронный ресурс] : Учебно-практическое пособие: В 2 книгах Книга 1. Машины и механизмы / Фещенко В.Н., - 2-е изд., переб. и доп. - М.:Инфра-Инженерия, 2017. - 400 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

2. Фещенко, В.Н. Справочник конструктора [Электронный ресурс] : Учебно-практическое пособие: В 2 книгах Книга 2. Машины и механизмы / Фещенко В.Н., - 2-е изд., перераб. и доп. - М.:Инфра-Инженерия, 2017. - 400 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

3. Зимняков, В. М. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов перерабатывающих производств [Электронный ресурс] : учебник / Зимняков В.М., Курочкин А.А., Спицын И.А. и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 360 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

[ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНАЯ СИСТЕМА IPRbooks](http://www.iprbookshop.ru/)

[<http://www.iprbookshop.ru/>]:

8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1 Большая энциклопедия нефти и газа[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ngpedia.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

2 Электронно-библиотечная система [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com>, свободный. - Загл. с экрана.

<https://knastu.ru/page/538>

<http://www.iprbookshop.ru>

<https://e.lanbook.com>

<http://elibrary.ru/defaultx.asp>

<http://arch.neicon.ru/xmlui/>, <http://znanium.com>.

8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
Microsoft Imagine Premium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: https://www.openoffice.org/license.html

9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиболее важному средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

10.1 Учебно-лабораторное оборудование

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
112-2	Лаборатория машины и аппараты химического производства	Стенд для исследования центробежных насосов
112-2	Лаборатория машины и аппараты химического производства	Стенд для слива налива в цистерны
112-2	Лаборатория машины и аппараты химического производства	Пластинчатый теплообменник

10.2 Технические и электронные средства обучения

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Для реализации дисциплины подготовлены по всем лекциям презентации.

Практические занятия

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КНАГУ:

- читальный зал НТБ КНАГУ;
- компьютерные классы (ауд. 206б корпус № 2).

11 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и ре-

флексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли»

Направление подготовки	18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
Направленность (профиль) образовательной программы	Машины и аппараты химических производств
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020
Форма обучения	Очная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
4	7,8	7

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен, Зачет с оценкой	Кафедра «Машиностроение»

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и планируемые результаты обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по практике		
	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков
Профессиональные			
ПК-18 способностью проектировать отдельные узлы (аппараты) с использованием автоматизированных прикладных систем	Знать основы конструирования и расчета машин различных типов, приводов и аппаратов в соответствии с техническим заданием; Знать нормативные и руководящие материалы по расчету и конструкции аппаратов и их технические характеристики; Знать правила оформления законченных проектно-конструкторских работ; Знать проектную и технологическую документацию машин и аппаратов отрасли.	Уметь разрабатывать рабочую проектную и технологическую документацию; Уметь проектировать детали и узлы конструкций в соответствии с техническим заданием; Уметь выполнять работы в области научно-технической деятельности по проектированию (конструированию).	Навыки расчета и конструирования машин и аппаратов для обеспечения необходимых данных; Навыки разработки технологической и проектной документации; Навыки конструирования и расчета элементов оборудования отрасли согласно технологической документации.

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Общие принципы конструирования машин и аппаратов отрасли.	ПК-18	Практическая работа РГР Зачет	Знает общие принципы конструирования машин и аппаратов отрасли
Инженерные методы расчетов машин и аппаратов отрасли. Дробильные аппараты. Сушильные аппараты. Промышленные фильтры.	ПК-18	Практическая работа РГР Зачет	Знает инженерные методы расчетов машин и аппаратов отрасли
Методы конструирования и	ПК-18	Практическая	Знает методику кон-

расчета элементов аппаратов при различных нагрузках.		работа РГР Зачет	струирования и расчета элементов аппаратов при различных нагрузках
Конструирование и расчет теплообменного оборудования.	ПК-18	Практическая работа РГР Зачет	Знает расчет и конструирование теплообменного оборудования
Принципы расчета элементов оборудования (опоры, крышки, днища), плотно-прочных разъемных соединений, укреплений отверстий.	ПК-18	Практическая работа РГР Зачет	Знает принципы расчета элементов оборудования (опоры, крышки, днища), плотно-прочных разъемных соединений, укреплений отверстий
Расчет и конструирование аппаратов высокого давления, быстровращающихся оболочек и дисков, аппаратов, работающих в условиях динамических колебаний.	ПК-18	Практическая работа РГР Зачет	Знает расчет и конструирование аппаратов высокого давления, быстровращающихся оболочек и дисков, аппаратов, работающих в условиях динамических колебаний

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
7 семестр Промежуточная аттестация в форме «Экзамен»			
Текущий опрос на занятиях	в течении семестра	5 баллов	5 баллов: правильный и полный ответ. 4 баллов: правильный, но не полный ответ. 3 баллов: не полный с наводящими вопросами ответ. 0 баллов: ответ не правильный.
«РГР»	в конце семестра	20 баллов	20 баллов - Студент полностью выполнил задание РГР, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, контроль-

			<p>ная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>16 балла - Студент полностью выполнил задание РГР, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении контрольной работы.</p> <p>12 балла - Студент полностью выполнил задание РГР, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень.</p> <p>5 балла - Студент не полностью выполнил задание РГР, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также неспособен пояснить полученный результат.</p>
Экзамен		5 баллов	<p>5 баллов - студент правильно ответил на вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> <p>4 баллов - студент ответил на вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> <p>3 баллов - студент ответил на вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>0 баллов - при ответе на вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p>
ИТОГО:		30 баллов	
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</p> <p>0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);</p> <p>65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);</p> <p>75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);</p> <p>85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень) ПК-18 способностью проектировать отдельные узлы (аппараты) с использованием автоматизированных прикладных систем</p>			

8 семестр Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»			
Текущий опрос на занятиях	в течении семестра	10 баллов	10 баллов: правильный и полный ответ. 8 баллов: правильный, но не полный ответ. 6 баллов: не полный с наводящими вопросами ответ. 0 баллов: ответ не правильный.
«РГР»	в конце семестра	20 баллов	20 баллов - Студент полностью выполнил задание РГР, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала, контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 16 балла - Студент полностью выполнил задание РГР, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении контрольной работы. 12 балла - Студент полностью выполнил задание РГР, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень. 5 балла - Студент не полностью выполнил задание РГР, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.
ИТОГО:		30 баллов	
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень) ПК-18 способностью проектировать отдельные узлы (аппараты) с использованием автоматизированных прикладных систем</p>			

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для практических работ

Раздел №1 «Общие принципы конструирования и расчета машин и аппаратов отрасли». Расчет параметров надежности и долговечности. Расчет оболочек на произвольную нагрузку.

Раздел №2 «Инженерные методы расчетов машин и аппаратов отрасли»
Дробильные аппараты, сушильные аппараты, промышленные фильтры

Раздел №3 «Методы конструирования и расчета элементов аппаратов при различных нагрузках»
Расчет обечаек, днищ, крышек, толщин стенок.

Раздел №4 «Конструирование и расчет теплообменного оборудования»
Расчет аппаратов с рубашками. Расчет пластинчатого теплообменника.

Раздел №5 «Принципы расчета элементов оборудования (опоры, крышки, днища), плотно-прочных разъемных соединений, укреплений отверстий»
Расчет опор аппаратов. Расчет укрепления отверстий. Расчет фланцевых соединений.

Раздел №6 «Расчет и конструирование аппаратов высокого давления, быстровращающихся оболочек и дисков, аппаратов, работающих в условиях динамических колебаний»
Расчет барабанного аппарата. Расчет шнековых механизмов.

Задания на практические работы, теория, примеры расчета и варианты заданий приведены в приложении В (варианты выдаются преподавателем)

3.2 Задания на РГР

Расчетно-графическая работа (7 семестр)

1. Произвести технологический расчёт аппарата, предназначенной для сушки исходного материала горячим воздухом.
2. Расчётным методом определить её конструктивные характеристики.
3. Выполнить эскиз установки, указать составные части.

Таблица исходных данных

Вариант	Высушиваемый материал	$\rho_{\text{ч}}$, кг/м ³	$d_{\text{э}}$, мм	$t_{\text{ср}}$, °С	L , м	λ , Вт/м·К
1	Антрацит(у)	1600	144	95	7,9	0,0244
2	Асбест (ш)	2600	112	110	8,4	0,0279
3	Винипласт(п)	1380	121	125	6,7	0,0279
4	Гипс(о)	2240	132	85	7,3	0,0244
5	Зола(в)	2200	156	150	8,9	0,0326
6	Известняк(в)	2650	149	180	9,2	0,0395
7	Каучук(ш)	930	137	210	6,4	0,0395
8	Кварц(у)	2650	123	80	7,8	0,0244
9	Керамика(в)	2600	153	250	9,7	0,0395

10	Кокс(о)	1300	156	290	8,6	0,0395
11	Серный колчедан(х)	5000	144	300	9,3	0,0395
12	Мел(о)	2200	121	330	6,9	0,0395
13	Паронит(х)	1200	132	360	8,2	0,0395
14	Сода(о)	1450	112	115	9,1	0,0244
15	Селитра натриевая(н)	2260	149	130	5,8	0,0279

Вопросы для защиты РГР

1. Что понимается под процессом сушки.
2. Физический смысл сушки материала в псевдооживленном слое.
3. От чего зависит интенсивность сушки.
4. Теплофизические свойства высушиваемого материала.
5. Виды аппаратов для сушки материалов.
6. Недостатки сушильных аппаратов.
7. Многосекционные сушильные аппараты
8. Простейшая схема однокамерного сушильного аппарата.
9. Основные конструктивные характеристики сушильного аппарата.
10. Основные технологические параметры сушильных аппаратов.
11. Последовательность расчета сушильного аппарата.
12. Как определить рабочую скорость сушильного агента.
13. Расчет гидравлического сопротивления сушилки
14. Составные части сушильного аппарата
15. Расчет диаметра сушильной башни.

Расчетно-графическая работа (8 семестр)

1. Рассчитать колонный аппарат как консольную балку, нагруженную равномерно распределенной ветровой нагрузкой.
2. Определить все основные конструктивные размеры аппарата
3. Выполнить эскиз установки, указать составные части.

Таблица исходных данных

Вариант	Диаметр аппарата верх/низ, м	Высота аппарата, м	Толщина стенки аппарата, верх/низ, мм	Поправка на коррозию, мм	Материал корпуса	Вес аппарата min/max, т	Диаметр площадки, верх/низ, м
1	1,0/1,3	30	10/12	0,8	ВСт3сп	10/16,5	4/4,5
2	1,2/1,4	36	10/12	1,2	20К	12/19,8	4/4,5
3	1,4/1,6	38	10/12	0,9	09Г2С	14,4/24	4/4,5
4	1,5/1,7	40	10/12	0,7	15ХМ	17,5/28,7	4/4,5
5	1,7/2,0	42	10/12	1,0	12ХМ	20,2/32	4/4,5
6	1,6/1,9	40	10/12	1,3	ВСт3сп	21,4/34,4	4/4,5
7	2,0/1,8	48	10/12	1,4	09Г2С	22/36	4/4,5
8	2,1/1,9	42	10/12	1,4	16ГС	23,2/38	4,5/4
9	2,2/2,0	40	10/12	1,3	12ХМ	24,6/41	4,5/4
10	2,4/2,2	36	12/14	1,5	15ХМ	30,6/50,6	4,5/4
11	2,6/2,4	48	12/14	1,3	15ХМ5М	36/58,7	5,4/4,5
12	2,8/2,6	54	12/14	1,4	09Г2С	37,4/62,3	5,4/4,5
13	3,0/2,8	42	12/14	1,5	ВСт3сп	40,3/67,2	5,4/4,5
14	3,2/3,0	44	14/16	1,5	20К	43,8/73,1	5,4/4,5

15	3,4/3,2	48	14/16	1,4	12ХМ	46,8/78	6/5
16	3,6/3,2	36	14/16	1,0	15ХМ5М	56,2/83,6	6/5
17	3,8/3,6	30	16/18	1,2	09Г2С	60,5/100,8	6/5
18	4,0/3,8	36	16/18	1,4	16ГС	66,8/111	6/5
19	4,2/4,0	42	16/18	1,5	20К	74,8/124,6	6/5,5
20	4,4/4,2	36	16/18	1,4	16ГС	98,6/164,3	6,5/6

Контрольные вопросы для защиты РГР

1. Методика расчета колонного аппарата.
2. Основные конструктивные размеры колонного аппарата.
3. Тепловые процессы в ректификационной колонне.
4. Тепловой расчет колонны.
5. Основные составляющие колонного аппарата.
6. Материалы колонных аппаратов.
7. Основы расчета на ветроустойчивость.
8. Технологическое назначение штуцеров
9. Расчетная схема объекта, принципы и правила построения расчетных схем.
10. Расчет по предельным напряжениям и предельным нагрузкам. Цель, задачи и принцип расчета.
11. Расчетная схема объекта, принципы и правила построения расчетных схем.
12. Расчет по предельным напряжениям и предельным нагрузкам. Цель, задачи и принцип расчета.
13. Опоры колонных аппаратов.
14. Гидравлическое сопротивление в колонне.
15. Определение толщины стенки колонного аппарата.

3.3 Теоретические вопросы на самостоятельную проработку

1. Расчет по предельным напряжениям и предельным нагрузкам. Цель, задачи и принцип расчета.
2. Критерии прочности. Выбор и обоснование критериев прочности. Оценка ресурса оборудования по критериям прочности и долговечности.
3. Типовые элементы корпусов сосудов и аппаратов. Элементы и детали внутренних устройств аппаратов.
4. Конструкционные материалы, применяемые в химическом аппаратостроении. Классификация конструкционных материалов и область их применения.
5. Расчетная схема объекта, принципы и правила построения расчетных схем.
6. Расчет по предельным напряжениям и предельным нагрузкам. Цель, задачи и принцип расчета.
7. Допускаемые напряжения и коэффициенты запаса прочности. Правила определения допускаемых напряжений. Коэффициенты прочности сварных и паяных соединений.
8. Моментная и безмоментная теории оболочек. Границы применимости безмоментной теории.
9. Уравнение Лапласа, уравнение равновесия зоны.
10. Расчетная толщина стенки; прибавка к расчетной толщине.
11. Краевой эффект и факторы, его определяющие. Размеры краевой зоны. Краевые силы и напряжения, распределение напряжений в краевой зоне.
12. Расчет на прочность мест сопряжения оболочек. Конструирование тонкостенных сосудов и аппаратов с учетом краевого эффекта.

13. Общие требования к устройству, изготовлению, испытанию и эксплуатации сосудов и аппаратов, работающих под внутренним давлением.
14. Факторы, влияющие на устойчивость оболочек. Общая и местная формы потери устойчивости. Критерии устойчивости. Оценка устойчивости оболочек.
15. Укрепление оболочек кольцами жесткости. Расчет на устойчивость укрепленных цилиндрических оболочек.
16. Критерий устойчивости цилиндрической оболочки при воздействии нескольких нагрузок.
17. Ослабление оболочек отверстиями и вырезами. Распределение напряжений в окрестности одиночного отверстия. Концентрация напряжений в местах расположения отверстий.
18. Определение наиболее ослабленного сечения оболочки. Способы повышения прочности ослабленных оболочек. Типовые конструкции укрепления отверстий.
19. Расчет укрепления одиночного отверстия при нагружении тонкостенной оболочки внутренним давлением. Геометрический критерий укрепления. Зона укрепления и её расчетные размеры. Порядок расчета укрепления одиночного отверстия.
20. Особенности расчет укрепления близко расположенных и взаимовлияющих отверстий. Условие прочности для перемычки.
21. Расчет укрепления отверстий в цилиндрических обечайках при нагружении аппарата внешним давлением.
22. Классификация фланцевых соединений. Типовые конструкции и область их применения.
23. Герметизация фланцевого соединения при помощи прокладок. Конструкции прокладок и уплотнительных поверхностей. Прокладочные материалы.
24. Расчет требуемой болтовой затяжки и усилий, воспринимаемых деталями фланцевого соединения.
25. Расчет аппаратов на прочность при воздействии ветра. Основные положения ГОСТ 24757 – 81: задачи расчета, исходные данные; требования по составлению расчетной схемы; расчетные нагрузки; расчетные сечения.
26. Критическая угловая скорость валов. Факторы, влияющие на критическую скорость.
27. Общие сведения об аппаратах высокого давления. Типовые конструкции корпусов, крышек, днищ толстостенных аппаратов. Расчетные и нормативные параметры.
28. Напряженное состояние толстостенного цилиндра. Распределение напряжений по толщине стенки при нагружении внутренним или внешним давлением. Влияние перепада температуры на распределение напряжений в стенке цилиндра.
29. Оценка прочности толстостенного цилиндра при нагружении внутренним давлением. Эквивалентные и допускаемые напряжения. Расчетная толщина стенки. Предельное и допускаемое давления.
30. Типовые конструкции затворов аппаратов высокого давления. Расчетное усилие затяжки шпилек. Оценка прочности обтюраторов, фланцев, шпилек.

3.4 Теоретические вопросы на экзамен (7 семестр)

1. Цели расчета по предельным напряжениям и предельным нагрузкам. Принцип расчета.
2. Выбор и обоснование критериев прочности. Оценка ресурса оборудования по критериям прочности и долговечности.
3. Элементы и детали внутренних устройств аппаратов. Типовые элементы корпусов сосудов и аппаратов
4. Конструкционные материалы, применяемые в нефтегазопереработке. Классификация конструкционных материалов и область их применения.

5. Расчетная схема объекта, принципы и правила построения расчетных схем.
6. Расчет по предельным напряжениям и предельным нагрузкам.
7. Допускаемые напряжения и коэффициенты запаса прочности. Правила определения допускаемых напряжений. Коэффициенты прочности сварных и паяных соединений.
8. Уравнение равновесия зоны. Моментная и безмоментная теории оболочек.
9. Расчетная толщина стенки под внешним и внутренним давлением. Прибавка к расчетной толщине.
10. Краевой эффект и факторы, его определяющие. Размеры краевой зоны. Краевые силы и напряжения, распределение напряжений в краевой зоне.
11. Общие требования к устройству, изготовлению, испытанию и эксплуатации сосудов и аппаратов, работающих под внутренним давлением.
12. Факторы, влияющие на устойчивость оболочек. Общая и местная формы потери устойчивости. Критерии устойчивости. Оценка устойчивости оболочек.
13. Критерий устойчивости цилиндрической оболочки при воздействии нескольких нагрузок. Ослабление оболочек отверстиями и вырезами. Распределение напряжений в окрестности одиночного отверстия. Концентрация напряжений в местах расположения отверстий.
14. Определение наиболее ослабленного сечения оболочки. Способы повышения прочности ослабленных оболочек. Типовые конструкции укрепления отверстий. Расчет укрепления одиночного отверстия при нагружении тонкостенной оболочки внутренним давлением. Геометрический критерий укрепления. Зона укрепления и её расчетные размеры. Порядок расчета укрепления одиночного отверстия.
15. Расчет укрепления отверстий в цилиндрических обечайках при нагружении аппарата внешним давлением.
16. Классификация фланцевых соединений. Типовые конструкции и область их применения. Герметизация фланцевого соединения при помощи прокладок. Конструкции прокладок и уплотнительных поверхностей. Прокладочные материалы. Расчет требуемой болтовой затяжки и усилий, воспринимаемых деталями фланцевого соединения.
17. Расчет аппаратов на прочность при воздействии ветра. Задачи расчета, исходные данные; требования по составлению расчетной схемы; расчетные нагрузки; расчетные сечения.
18. Общие сведения об аппаратах высокого давления. Типовые конструкции корпусов, крышек, днищ толстостенных аппаратов. Расчетные и нормативные параметры.
19. Напряженное состояние толстостенного цилиндра. Распределение напряжений по толщине стенки при нагружении внутренним или внешним давлением. Влияние перепада температуры на распределение напряжений в стенке цилиндра.
20. Оценка прочности толстостенного цилиндра при нагружении внутренним давлением. Эквивалентные и допускаемые напряжения. Расчетная толщина стенки. Предельное и допускаемое давления.
21. Конструирование и расчет дробилок.
22. Конструирование и расчет сушилок.
23. Конструирование и расчет фильтров.
24. Конструирование и расчет пластинчатого теплообменника.