

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 17.11.2023 17:47:30
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«05» апреля 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ОБОРУДОВАНИЯ ОТРАСЛИ

Направление подготовки

15.03.03 Прикладная механика

Направленность программы бакалавриата

Динамика и прочность машин и аппаратуры

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет **механический**

Кафедра **Оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры**

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Старший преподаватель		С.Д. Светлов

Рабочая программа дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли» обсуждена на заседании кафедры оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры
протокол от «16» марта 2022 №10
Заведующий кафедрой

Р.Ш. Абиев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета
протокол от «29» марта 2022 № 8

Председатель

А.Н.Луцко

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Прикладная механика»		Н.А. Марцулевич
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З. Труханович
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	06
3. Объем дисциплины	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	07
4.3. Занятия семинарского типа.....	08
4.3.1. Семинары, практические занятия	08
4.3.2. Лабораторные занятия.....	08
4.4. Самостоятельная работа.....	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	09
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	09
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	09
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	09
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	10
10.2. Программное обеспечение.....	10
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	10
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	10
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	10

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ПК-2 Способен проектировать элементы конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности	ПК- 2.5. Конструкторские решения и их обоснование расчетом по критериям работоспособности	Знать: факторы, определяющие конструкцию основных элементов разъемных соединений (ЗН-1); Уметь: рассчитывать оптимальных размеров корпуса аппарата из условия минимальных затрат на его изготовление (У-1); Владеть: моделированием технических объектов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования (Н-1);
ПК-3 Способен составлять отдельные виды технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы	ПК- 3.3. Документальное оформление результатов расчета и конструкторских решений	Знать: особенности расчета толстостенных аппаратов, методики их расчета и области их применения (ЗН-2); Уметь: выбирать конструкционных материалы, расчетные и пробные нагрузок, допускаемые напряжения (У-2); Владеть: Навыками расчетов оборудования с использованием средств автоматизированного проектирования (Н-2);
ПК-4 Способен разрабатывать и совершенствовать технологические процессы изготовления, сборки и испытания проектируемых узлов и агрегатов	ПК- 4.3. Монтаж и наладка спроектированных элементов оборудования и их деталей	Знать: типы конструкций опор вертикальных и горизонтальных аппаратов (ЗН-3); Уметь: проектировать опорные конструкции аппаратов (У-3); Владеть: Методиками расчета опорных и строповочных конструкций, разработки чертежей на опорные устройства и строповочные схемы (Н-3).
ПК-6 Способен контролировать	ПК- 6.2. Проверка конструкторских решений на	Знать: области применения уплотнений в зависимости от условий

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
технологические процессы изготовления, сборки и монтажа отдельных элементов оборудования	этапах изготовления, сборки и монтажа технологических машин и аппаратуры	эксплуатации (ЗН-4); Уметь: Рассчитывать оборудование, подверженное механическим колебаниям (У-4); Владеть: Навыками расчета оборудования по стандартным методикам отраслевых стандартов (Н-4)

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, и изучается на 3 курсе в 6 семестре и 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Инженерная графика» и «Детали машин и основы конструирования», «Материаловедение», «Метрология, стандартизация и сертификация». Полученные в процессе изучения дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Машин и аппараты для процессов тепло- и массопереноса», «Ремонт и монтаж химического и нефтехимического оборудования», при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	5/ 180
Контактная работа с преподавателем:	106
занятия лекционного типа	34
занятия семинарского типа, в т.ч.	72
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	34 (4)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	16 (2)
курсовое проектирование (КР или КП)	18
КСР	4
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	47
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	КП, зачет Экзамен/27

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Общие сведения о конструкции оборудования нефтегазопереработки	6	2	-	10	ПК-2	ПК-2.5
2.	Тонкостенные сосуды и аппараты	10	16	4	-	ПК-2	ПК-2.5
3	Пластины	4	4	4	10	ПК-3	ПК-3.3
4	Оборудование с подвижными элементами конструкции	8	-	8	10	ПК-3	ПК-3.3
5	Уплотняющие устройства подвижных элементов	2	6	-	10	ПК-4	ПК-4.3
6	Толстостенные сосуды и аппараты	2	6	-	-	ПК-6	ПК-6.2
7	Опоры и устройства для строповки аппаратов	2		-	7	ПК-6	ПК-6.2

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	<u>Общие сведения о конструкции оборудования нефтегазопереработки</u> Главные критерии работоспособности. Общие сведения о проектировании, его этапы. Расчетные прибавки. Рабочая и расчетная температуры и давления. Допускаемые напряжения.	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Тонкостенные сосуды и аппараты</u> Методики определения нагрузок для различного состояния оборудования. Потери устойчивости формы оболочек. Критерии устойчивости и коэффициенты запаса. Методы испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий. Расчет цилиндрической обечайки на устойчивость при осевом сжатии и изгибе. Жизненный цикл оборудования. Напряженное состояние в тонкостенных оболочках. Теории прочности в зависимости от свойств применяемых материалов. Назначение и устройство вырезов на поверхности оболочек, Способы укрепления одиночных и взаимовлияющих отверстий. Расчет укрепляющих элементов по геометрическому критерию.	10	ЛВ
1	<u>Пластины</u> Методы расчета пластин. Вывод формулы для расчета толщины стенки плоских днищ и крышек. Расчет плоских крышек и днищ, подкрепленных ребрами жесткости. Фланцевые соединения. Конструкции фланцев. Расчет на прочность элементов фланцевого соединения.	6	ЛВ
1	<u>Оборудование с подвижными элементами конструкции</u> Основные нагрузки, действующие на их конструктивные элементы. Элементы оборудования, подверженные механическим колебаниям. Механические колебания элементов оборудования. Критические частоты вращения валов.	8	ЛВ
1	<u>Уплотняющие устройства подвижных элементов</u> Типы и конструкции уплотняющих устройств: контактные и бесконтактные. Область их применения в зависимости от условий эксплуатации (избыточное давление, температура и свойства обрабатываемой среды)	2	ЛВ
1	<u>Толстостенные сосуды и аппараты</u> Особенности устройств толстостенных аппаратов, области их применения. Составные части корпусов аппаратов: обечайки, днища, крышки и их соединения. Напряженное состояние однослойной и многослойной обечайки.	2	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<u>Опоры и устройства для строповки аппаратов</u> Конструкции опор вертикальных аппаратов – опорные обечайки, опорные лапы, и стойки. Конструкции опор горизонтальных аппаратов.	2	ЛВ

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
1	<u>Конструирование технологического оборудования</u> Определение оптимальных размеров корпуса аппарата из условия минимальных затрат на его изготовление	2	-	
2	<u>Тонкостенные сосуды и аппараты</u> Расчет на прочность корпуса емкостного аппарата	4	-	
2	<u>Тонкостенные сосуды и аппараты</u> Укрепление отверстий в обечайках и днищах	4	1	
2	<u>Тонкостенные сосуды и аппараты</u> Расчет на прочность и устойчивость элементов корпуса аппарата, находящегося под рубашкой	6	1	КОП, КтСм
2	<u>Тонкостенные сосуды и аппараты</u> Разработка структуры составных частей конструкции оборудования для его изготовления.	2	1	КОП, КтСм
3	<u>Пластины</u> Расчет на герметичность и прочность фланцевого соединения	4	1	КОП, КтСм
4	<u>Оборудование с подвижными элементами конструкции</u> Расчет вала аппарата с механическим перемешивающим устройством	6	-	
5	<u>Уплотняющие устройства подвижных элементов</u> Расчет и конструирование сальникового уплотнения вала	6	-	КОП, КтСм

4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку*	
2	<u>Тонкостенные сосуды и аппараты</u> Напряжения в тонкостенных осесимметричных оболочках	4	2	КОП, КтСм
3	<u>Пластины</u> Герметичность фланцевого соединения	4	-	КОП, КтСм
4	<u>Оборудование с подвижными элементами конструкции</u> Работоспособность вала с перемешивающим устройством	4	-	КОП, КтСм
4	<u>Оборудование с подвижными элементами конструкции</u> Виброизоляция оборудования	4		

4.3.3. Курсовой проект

Целью курсового проекта является развитие навыков самостоятельного решения технических задач при разработке одного из основных аппаратов химической и смежных с ней отраслей промышленности:

- аппарат вертикальный с механическим перемешивающим устройством (вариант № 1 по № 25);
- кожухотрубчатый теплообменный аппарат (вариант № 1 по № 20);
- колонный аппарата (вариант № 1 по № 15);
- аппарат с вращающимся барабаном (печи, сушилки) (вариант № 1 по № 15);

При выполнении курсового проекта его исполнитель согласовывает расчеты и предлагаемую конструкцию с существующими государственными и отраслевыми стандартами.

Пояснительная записка содержит описание конструкции аппарата, обоснование выбора конструкционных материалов, определение параметров расчетных моделей элементов конструкции, расчет элементов и их соединений на прочность, жесткость, устойчивость, герметичность. Прилагается список использованной литературы.

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Основы оптимизации при конструировании и расчете оборудования	10	Устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	Критерии надежной эксплуатации сосудов и аппаратов. Типы разъемных соединений и области их применения	10	Устный опрос
4	Медленновращающиеся и тяжело нагруженные элементы конструкции барабанного оборудования	10	Устный опрос
5	Уплотнения контактного типа: сальниковые, торцевые и манжетные	10	Устный опрос
7	Рекомендации по размещению опор по длине горизонтальных аппаратов	7	Устный опрос

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсового проекта, зачета и экзамена.

Промежуточная аттестация по дисциплине в 7-м семестре проводится в форме зачета и защиты КП. Зачет ставится студенту на основании полностью решённых контрольных задач.

Промежуточная аттестация по дисциплине в 6-м семестре проводится в форме экзамена. Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретический вопросами (для проверки знаний) и задачами (для проверки навыков).

При сдаче экзамена студент получает три вопроса из перечня вопросов и задачу, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Раскройте понятие жизненный цикл оборудования
2. Способы укрепления одиночных и взаимозависимых отверстий
3. Оболочка коническая, определение расчетной толщины.

Задача

Рассчитать напряжения, возникающие в цилиндрической тонкостенной обечайке диаметром 800 мм с толщиной стенки 2 мм под действием внутреннего давления 1 МПа

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно»¹.

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Мильченко, А.И. Прикладная механика : в двух частях : учебное пособие для вузов по направлениям "Химическая технология", "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии", "Биотехнология" / А. И. Мильченко. - М. : Академия, 2013. - (Высшее профессиональное образование) (Бакалавриат). - ISBN 978-5-7695-9561-5. Ч. 1. - 2013. - 256 с.

2. Мильченко, А.И. Прикладная механика : в двух частях : учебное пособие для вузов по направлениям "Химическая технология", "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии", "Биотехнология" / А. И. Мильченко. - М. : Академия, 2013. - (Высшее профессиональное образование) (Бакалавриат). - ISBN 978-5-7695-9561-5. Ч. 2. - 2013. - 256 с

3. Веригин, Н.А. Основы конструирования аппаратов для перемешивания жидких сред : учебное пособие / А. Н. Веригин, Н. А. Незамаев ; СПбГТИ(ТУ). Каф. машин и аппаратов хим. пр-в. - СПб. : [б. и.], 2015. - 97 с. : ил. - Библиогр.: с. 68.

4. Незамаев, Н.А. Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли : Практикум / Н. А. Незамаев, А. Н. Веригин, В. С. Данильчук ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. энергетики. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2019. - 103 с. : ил. - Библиогр.: с. 102.

б) электронные учебные издания²:

5. Прочностные расчеты отдельных элементов технологического оборудования : учебное пособие / А. П. Леонтьев, А. Г. Мозырев, А. Н. Гребнев, С. Г. Головченко. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2012. — 144 с. — ISBN 978-5-9961-0575-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/28320> (дата обращения: 21.04.2022). — Режим доступа: по подписке.

6. Сарилов, М. Ю. Теоретические основы расчета машин и аппаратов переработки нефти и газа : учебное пособие / М. Ю. Сарилов, К. Л. Рубцова. — Комсомольск-на-Амуре : КНАГУ, 2019. — 60 с. — ISBN 978-5-7765-1410-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151713> (дата обращения: 21.04.2022). — Режим доступа: по подписке.

7. Расчет и конструирование элементов оборудования : учебное пособие / Е. А. Соловьев, Э. А. Петровский, О. А. Коленчуков, А. К. Данилов. — Красноярск : СФУ, 2019. — 186 с. — ISBN 978-5-7638-3933-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157556> (дата обращения: 21.04.2022). — Режим доступа: по подписке.

¹ Для промежуточной аттестации в форме зачёта – «зачёт».

² В т.ч. и методические пособия

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

1. учебный план, РПД и учебно-методические материалы:
<http://media.technolog.edu.ru>
2. электронно-библиотечные системы:
3. «Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;
4. «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея знания по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение³.

Microsoft Office (Microsoft Excel);
Mathcad 14.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

³ В разделе отображаются комплекты лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для обеспечения дисциплины

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы⁴.

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 15 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

⁴ В разделе отображается состав помещений, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой по дисциплине, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание ⁵	Этап формирования ⁶
ПК-2	Способен проектировать элементы конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности	промежуточный
ПК-3	Способен составлять отдельные виды технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы	промежуточный
ПК-4	Способен разрабатывать и совершенствовать технологические процессы изготовления, сборки и испытания проектируемых узлов и агрегатов	промежуточный
ПК-6	Способен контролировать технологические процессы изготовления, сборки и монтажа отдельных элементов оборудования	промежуточный

⁵ **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

⁶ Этап формирования компетенции выбирается по п. 2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие)

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК- 2.5. Конструкторские решения и их обоснование расчетом по критериям работоспособности	Перечисляет факторы, определяющие конструкцию основных элементов разъемных соединений (ЗН-1)	Правильные ответы на вопрос № 4-6к экзамену	Перечисляет факторы, определяющие конструкцию элементов разъемных соединений с ошибками	Перечисляет факторы, определяющие конструкцию элементов разъемных соединений	Уверенно перечисляет факторы, определяющие конструкцию элементов разъемных соединений сопровождаемая перечисления примерами и пояснениями
	Объясняет принципы расчета оптимальных размеров корпуса аппарата из условия минимальных затрат на его изготовление (У-1)	Правильные ответы на вопросы №1-3 к экзамену	Рассказывает принципы расчета оптимальных параметров аппарата с ошибками, путается в порядке расчета	Поясняет принципы расчета оптимальных размеров корпуса	Поясняет принципы расчета оптимальных размеров корпуса, показывает понимание условий минимизации затрат на изготовление оборудования
	Выполняет моделирование технических объектов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования.(Н-1)	Защита КП	Выполняет моделирование технических объектов руководствуясь примерами и методическими рекомендациями	Выполняет моделирование технических объектов руководствуясь собственными знаниями и навыками	Уверенно моделирует технически объекты, самостоятельно выбирает модельные параметры, анализирует полученные решения
ПК- 3.3. Документальное оформление результатов расчета и конструкторских решений	Рассказывает особенности расчета толстостенных аппаратов, методики их расчета и области их применения (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы №13-20 к экзамену	Неуверенно перечисляет особенности расчета толстостенных аппаратов, методики их расчета и области их применения	Рассказывает особенности расчета толстостенных аппаратов, методики их расчета и области их применения допуская незначительные ошибки	Уверенно перечисляет особенности расчета толстостенных аппаратов, методики их расчета и области их применения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Объясняет принципы выбора конструкционных материалов, расчетных и пробных нагрузок, допускаемых напряжений (У-2)	Правильные ответы на вопросы №7-15 к экзамену	Неуверенно перечисляет принципы выбора конструкционных материалов	Поясняет принципы выбора конструкционных материалов	Уверенно объясняет принципы выбора конструкционных материалов, нагрузок и допускаемых напряжений во всех случаях использования химического оборудования
	Демонстрирует навыки расчетов оборудования с использованием средств автоматизированного проектирования (Н-2)	Защита КП	Неуверенно владеет методами автоматизированного проектирования, допускает грубые ошибки при разработке курсового проекта	Владеет методами автоматизированного проектирования, допускает незначительные ошибки в подготовке или оформлении курсового проекта	Уверенно владеет средствами автоматизированного проектирования, выбирает оптимальные механизмы САПР, безошибочно выполняет курсовую работу
ПК- 4.3. Монтаж и наладка спроектированных элементов оборудования и их деталей	Перечисляет типы конструкций опор вертикальных и горизонтальных аппаратов, (ЗН-3)	Правильные ответы на вопрос №21-22 к экзамену	Неточно перечисляет типы конструкций опор вертикальных и горизонтальных аппаратов, допускает существенные ошибки	Перечисляет типы конструкций опор вертикальных и горизонтальных аппаратов, допускает несущественные ошибки	Безошибочно перечисляет типы конструкций опор вертикальных и горизонтальных аппаратов
	Определяет закономерности проектирования опорных конструкций аппаратов (У-4)	Правильные ответы на вопрос №21-22 к экзамену, Защита КП	Объясняет с ошибками закономерности проектирования опорных конструкций аппаратов	Объясняет закономерности проектирования опорных конструкций аппаратов допуская незначительные ошибки	Объясняет закономерности проектирования опорных конструкций аппаратов и приводит примеры

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Демонстрирует навыки расчета опорных и строповочных конструкций, разработки чертежей на опорные устройства и строповочные схемы(Н-3)	Защита КП	Выполняет расчет строповочных устройств и опорных конструкций с ошибками в ходе выполнения курсового проекта	Выполняет расчет строповочных устройств и опорных конструкций с незначительными ошибками в ходе выполнения курсового проекта	Безошибочно выполняет расчет строповочных устройств и опорных конструкций в ходе выполнения курсового проекта
ПК- 6.2. Проверка конструкторских решений на этапах изготовления, сборки и монтажа технологических машин и аппаратуры	Называет области применения уплотнений в зависимости от условий эксплуатации (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы №23-25 к экзамену	Допускает ошибки при перечислении областей применения уплотнений	Перечисляет области применения уплотнений в зависимости от условий эксплуатации	Уверенно перечисляет факторы, влияющие на выбор уплотнений, сопровождает рассказ примерами
	Показывает порядок расчета оборудования, подверженного механическим колебаниям. (У-3)	Правильные ответы на вопросы №26-28, к экзамену	Путается в порядке расчета механических колебаний оборудования	Уверенно приводит порядок расчета оборудования, подверженного механическим колебаниям допуская незначительные ошибки	Уверенно приводит порядок расчета оборудования, подверженного механическим колебаниям
	Демонстрирует навыки расчета оборудования по методикам отраслевых стандартов	Правильные ответы на вопросы №29-31 к экзамену, Защита КП	Испытывает затруднения при расчете по стандартным методикам	Выполняет расчеты оборудования с использованием стандартных методик	Уверенно применяет стандартные методики расчета самостоятельно определяя нормативную базу расчета

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК2:

1. Требования, предъявляемые к оборудованию: экономичность, надежность и конструктивное совершенство;
2. Общие сведения о химическом оборудовании;
3. Жизненный цикл оборудования;
4. Фланцевые соединения. Конструкции фланцев;
5. Типы и конструкции уплотняющих устройств;
6. Уплотнения контактного типа: сальниковые, торцовые;

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:

7. Основные конструкторские материалы, применяемые в химическом машиностроении;
8. Общие сведения по конструкции тонкостенной оболочки;
9. Расчетные и исполнительные толщины стенок;
10. Рабочая и расчетная температуры;
11. Напряженное состояние в тонкостенных оболочках;
12. Теории прочности в зависимости от свойств применяемого материала;
13. Особенности устройств толстостенных аппаратов, область их применения;
14. Рабочие и расчетные температуры;
15. Рабочие, расчетные и пробные нагрузки
16. Конструкции цилиндрических обечаек: однослойных и многослойных;
17. Составные толстостенные обечайки. Распределение напряжений по толщине стенки;
18. Конструкции выпуклых, плоских днищ и крышек аппаратов высокого давления;
19. Конические и сферические днища определение расчетной толщины;
20. Эллиптические днища и крышки определение расчетной толщины; Плоские днища определение расчетной толщины;

в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-4:

21. Конструкции опор горизонтальных аппаратов;
22. Опоры вертикальных аппаратов, конструкция и расчет;

г) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-6:

23. Назначение и устройство вырезов на поверхности оболочек;
24. Способы укрепления одиночных и взаимовлияющих отверстий;
25. Расчет укрепляющих элементов по геометрическому критерию;
26. Критические частоты вращения валов.
27. Условие виброустойчивости;
28. Виброизоляция оборудования и основы ее конструирования;
29. Цилиндрическая оболочка, определение расчетной толщины;
30. Оболочка коническая, определение расчетной толщины;
31. Сферическая оболочка, определение расчетной толщины;

Примеры задач на экзамен

1. Рассчитать толщину стенки цилиндрической обечайки, при известных внутреннем давлении, диаметре и материале обечайки.
2. Рассчитать толщину стенки конической обечайки, при известных внутреннем давлении, диаметре и материале обечайки.
3. Рассчитать толщину стенки эллиптического днища, при известных внутреннем давлении, диаметре и материале днища.
4. Определить необходимость применения температурных компенсаторов кожухотрубчатого теплообменника при известных материалах корпуса, трубного пучка, длине трубного пучка и температуры теплоносителя.
5. Рассчитать допускаемые напряжения материала стенки при известных пределах прочности и текучести.
6. Определить необходимое количество опорных лап горизонтального аппарата при известном диаметре и длине цилиндрической обечайки.
7. Определить необходимое количество опорных конструкций при известной массе вертикального аппарата.
8. Определить минимальный диаметр вала аппарата с перемешивающим устройством при известных физико-химических параметрах жидкости, требуемой частоте вращения и геометрических характеристик мешалки.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

4. Темы курсовых проектов:

Целью курсового проекта является развитие навыков самостоятельного решения технических задач при разработке одного из основных аппаратов химической и смежных с ней отраслей промышленности:

1. аппарат вертикальный с механическим перемешивающим устройством (вариант № 1 по № 25);
2. кожухотрубчатый теплообменный аппарат (вариант № 1 по № 20);
3. колонный аппарата (вариант № 1 по № 15);
4. аппарат с вращающимся барабаном (печи, сушилки) (вариант № 1 по № 15)

При выполнении курсового проекта его исполнитель согласовывает расчеты и предлагаемую конструкцию с существующими государственными и отраслевыми стандартами.

Пояснительная записка содержит описание конструкции аппарата, обоснование выбора конструкционных материалов, определение параметров расчетных моделей элементов конструкции, расчет элементов и их соединений на прочность, жесткость, устойчивость, герметичность. Прилагается список использованной литературы.

5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсового проекта (курсовой работы), экзамена и зачета.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).