

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ



Заместитель директора по УР

 Н.И. Никифорова

«30» мая 2022 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине (модулю)

Б1.В.08 Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли

(наименование дисциплины (модуля))

18.03.02. Энерго- и ресурсосберегающие процессы в

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Машины и аппараты химических производств

(наименование профиля/программы/направленности/специализации)

бакалавр

квалификация

очная, очно-заочная

форма обучения

Нижнекамск, 2022 г.

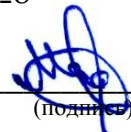
Составитель ФОС:  
доцент каф. МАХП  
(должность)

  
(подпись)

И.Н. Мадышев  
(Ф.И.О)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры МАХП,  
протокол от 12.04.2022 г. №8

Зав. кафедрой

  
(подпись)

И.Н. Мадышев  
(Ф.И.О.)

Эксперт:

Руководитель ООП Мадышев И.Н. доц. МАХП НХТИ  
Ф.И.О., должность, организация, подпись



**Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины**

Компетенция:

ПК-5 Способен анализировать исходные данные для разработки проектных решений технологического комплекса механосборочного цеха.

Индикаторы достижения компетенции:

5.1. знает типы и основные характеристики машиностроительного производства, а также правила разработки, комплектации, оформления и обращения технологической документации

5.2 умеет применять действующие нормы технологического проектирования технологических комплексов; анализировать структуру действующих технологических комплексов

5.3 владеет навыками применения норм технологического проектирования при разработке современных проектных решений механосборочных цехов.

| <b>Индикаторы достижения компетенции</b> | <b>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины</b><br>(указать все темы из РПД) |   |                             |                          | <b>Наименование оценочного средства</b>              |
|--|---|---|-----------------------------|--------------------------|--|
|  | <b>Лекции</b>   | <b>Практические Занятия, лабораторный практикум</b> | <b>Лабораторные занятия</b> | <b>Курсовой работа</b>   |  |
| ПК-5.1                                   | <i>Раздел 1–раздел 5</i>  | <i>Раздел 1–раздел 5</i>                            | <i>Раздел 1–раздел 5</i>    | <i>Раздел 1–раздел 3</i> | Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад |
| ПК-5.2                                   | <i>Раздел 1–раздел 5</i>  | <i>Раздел 1–раздел 5</i>                            | <i>Раздел 1–раздел 5</i>    | <i>Раздел 1–раздел 3</i> | Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад |
| ПК-5.3                                   | <i>Раздел 1–раздел 5</i>  | <i>Раздел 1–раздел 5</i>                            | <i>Раздел 1–раздел 5</i>    | <i>Раздел 1–раздел 3</i> | Экзамен, лабораторное и практическое занятие, доклад |

***Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)***

| <b><i>Оценочные средства</i></b>  | <b><i>Кол-во</i></b> | <b><i>Min, баллов<br/>(базовый уро-<br/>вень)</i></b> | <b><i>Max, баллов<br/>(повышенный уро-<br/>вень)</i></b> |
|-----------------------------------|----------------------|---|--|
| <b><i>Лабораторная работа</i></b> | <b><i>5</i></b>      | <b><i>12</i></b>                                      | <b><i>24</i></b>   |
| <b><i>Контрольная работа</i></b>  | <b><i>4</i></b>      | <b><i>15</i></b>                                      | <b><i>18</i></b>   |
| <b><i>Реферат</i></b>             | <b><i>1</i></b>      | <b><i>9</i></b>                                       | <b><i>18</i></b>   |
| <b><i>Экзамен</i></b>             | <b><i>1</i></b>      | <b><i>24</i></b>                                      | <b><i>40</i></b>   |
| <b><i>Итого:</i></b>              |                      | <b><i>60</i></b>                                      | <b><i>100</i></b>  |

| <b><i>Оценочные средства</i></b> | <b><i>Кол-во</i></b> | <b><i>Min, баллов<br/>(базовый уро-<br/>вень)</i></b> | <b><i>Max, баллов<br/>(повышенный уро-<br/>вень)</i></b> |
|----------------------------------|----------------------|---|--|
| <b><i>Курсовая работа</i></b>    | <b><i>1</i></b>      | <b><i>60</i></b>                                      | <b><i>100</i></b>  |

**Шкала оценивания**

| Цифровое выражение | Выражение в баллах: | Словесное выражение              | Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:   |
|--------------------|---------------------|----------------------------------|--|
|                    |                     |                                  | экзамен  |
| 5                  | 87 - 100            | Отлично (зачтено)                | Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий |
| 4                  | 74 - 86             | Хорошо (зачтено)                 | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.   |
| 3                  | 60 - 73             | Удовлетворительно (зачтено)      | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.  |
| 2                  | Ниже 60             | Неудовлетворительно (не зачтено) | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному  |

### Краткая характеристика оценочных средства

| <i>№<br/>п/п</i> | <i>Наименование<br/>оценочного<br/>средства</i> | <i>Краткая характеристика оценочного<br/>средства</i>   | <i>Представление<br/>оценочного сред-<br/>ства в фонде</i>                                      |
|------------------|---|---|---|
| <i>1</i>         | <i>2</i>  | <i>3</i>  | <i>4</i>  |
| 1.               | Лабораторная работа                             | Это вид учебной работы, целью которой является изучение (исследование, измерение) характеристик лабораторного объекта.<br>Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины (дисциплин) с использованием технических средств и (или) оборудования | Темы лабораторных работ, контрольные вопросы по теме лабораторной работы, вопросы к коллоквиуму |
| 2.               | Контрольная работа                              | Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.  | Комплект контрольных заданий по вариантам   |
| 3.               | Дискуссия                                       | Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.  | Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола, дискуссии, полемики, диспута, дебатов |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет механический  
Кафедра Машины и аппараты химических производств

Учебным планом по направлению подготовки 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» для обучающихся предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине Б1.В.08 Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли.

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения: лабораторного оборудования, образцов для исследований, методических пособий. Цель проведения лабораторных работ - практическое освоение теоретических положений лекционного материала, а также выработка студентами определенных умений и навыков самостоятельного экспериментирования.

**Лабораторная работа №1** Исследование напряжений, действующих в стенке цилиндра.

1. Напряжения, возникающие в тонкостенном цилиндре.
2. Вывод формулы для расчёта толщины цилиндрической обечайки по 3 теории прочности.
3. Вывод уравнения равновесия зоны оболочки.
4. Расчет кольцевых и меридиональных напряжений в оболочках различной формы.

**Лабораторная работа №2** Определение напряжений в днищах различной формы, нагруженных внутренним давлением.

1. Эллиптические днища и их конструкция.
2. Сферические, полушаровые, торосферические крышки и днища, работающие под внутренним газовым давлением.
3. Конические днища под внутренним давлением.
4. Расчёт плоских и слабовыпуклых крышек и днищ.

**Лабораторная работа №3** Исследование устойчивости цилиндрических оболочек, нагруженных внешним давлением

1. Явление потери устойчивости формы цилиндрических обечаек, нагруженных внешним давлением.
2. Критическое давление, коэффициент запаса устойчивости.
3. Критическое давление для «коротких» и «длинных» цилиндров.
4. Выбор расчётной длины при расчёте на устойчивость.

**Лабораторная работа №4** Определение критической скорости вращения вала с одним диском.

1. Исследование напряжений в быстровращающихся дисках.

2. Определение критической скорости вращения вала с одним диском.
3. Определение критических скоростей вращения вала с несколькими сосредоточенными нагрузками.

**Лабораторная работа №5** Исследование напряжений, действующих в стенке толстостенных цилиндров, нагруженных внутренним давлением.

1. Исследование напряжений, действующих в стенке толстостенных цилиндров, нагруженных внутренним давлением.
2. Трехосное напряженное состояние в аппаратах высокого давления.
3. Изменение напряжённого состояния материала стенки цилиндрического корпуса при повышении внутреннего давления.
4. Расчёт толстостенных корпусов по несущей способности

### Критерии оценки лабораторных работ

При подготовке к лабораторной работе по дисциплине «Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли» в 6/7 семестре студент должен выполнить следующие виды работ:

| Виды работ  | Минимальный балл | Максимальный балл |
|---|------------------|-------------------|
| Самостоятельная проработка теоретического материала к лабораторной работе     | 2                | 4                 |
| Ознакомление с установкой, прибором, методикой выполнения лабораторной работы | 2                | 4                 |
| Выполнение необходимого эксперимента  | 2                | 4                 |
| Обработка результатов исследования, построение графиков                       | 3                | 6                 |
| Анализ результатов исследования и вывод по работе                             | 3                | 6                 |
| <b>ИТОГО :</b>  | <b>12</b>        | <b>24</b>         |

Таким образом, каждая лабораторная работа оценивается минимум в 12 баллов, максимум в 24 баллов. После выполнения всех работ рассчитывается итоговый балл по данному оценочному средству, как среднее арифметическое по всем лабораторным работам.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет \_\_\_\_\_ механический \_\_\_\_\_

Кафедра Машины и аппараты химических производств

Учебным планом по направлению подготовки 18.03.02. Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии для обучающихся предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли» в 6/7 семестре. Обучающимся предлагаются разноуровневые задачи и задания реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

**Задание 1 - Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры**

Расчет фланцевого соединения

**Задание 2 - Критические скорости вращающихся валов.**

Инженерный расчет валов на прочность, жесткость и виброустойчивость.

Остальные варианты заданий приведены в методическом указании, разработанном на кафедре МАХП

**Критерии оценки практических занятий**

В 6/7 семестре обучающийся выполняет 4 индивидуальных задания. За решение каждого он может получить от 15 до 18 баллов.

Итоговый рейтинг по практическим занятиям проставляется как среднее арифметическое полученных баллов за решение 4 индивидуальных заданий.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет \_\_\_\_\_ механический \_\_\_\_\_

Кафедра Машины и аппараты химических производств

Направление подготовки: 18.03.02. Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль/программа: Машины и аппараты химических производств  
(наименование)

**Темы эссе (рефератов, докладов, сообщений)**

по дисциплине Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли  
Основы конструирования и расчета химических машин и аппаратов.

Общие принципы и методология конструирования машин и аппаратов отрасли. Конструирование и проектирование, соотношение между сферами инженерной деятельности;

Конструкционные материалы, применяемые для машин и аппаратов химических производств. Классификация материалов и область их применения;

Особенности конструирования литой, стальной сварной, эмалированной, биметаллической, гумированной, пластмассовой, углеграфитовой, стеклянной аппаратуры, а также аппаратуры из цветных материалов и сплавов;

Расчёт и конструирование тонкостенных аппаратов. Общие сведения по устройству, расчёту и испытанию аппаратов. Нормативные параметры: рабочее и пробное давление, рабочая и расчётная температура, допускаемые напряжения;

Тонкостенные оболочки, нагруженные внутренним давлением. Общие сведения об оболочках, основные понятия и определения. Напряжённое состояние материала упругих осесимметричных оболочек. Безмоментная теория оболочек. Условие прочности;

Укрепление отверстий в оболочках. Расчёт укрепления по геометрическому критерию. Основные положения стандарта "Сосуды и аппараты";

Конструкции разъёмных соединений и область их применения. Фланцевые соединения и их расчёт на прочность и герметичность. Основные положения стандарта Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчёта на прочность фланцевых соединений;

Другие типы плотно-прочных разъёмных соединений.

Колонные аппараты. Расчётная схема колонного аппарата. Основные положения стандарта "сосуды и аппараты". Нормы и методы расчёта на прочность;

Конструирование и расчёт аппаратов высокого давления. Нормативные параметры: расчётные давление и температура, коэффициент прочности сварных соединений. Допускаемые напряжения с учётом длительной прочности

материала и конструктивного исполнения корпуса;

Машины и аппараты с вращающимися конструктивными элементами. Расчёт элементов машин и аппаратов, подверженных механическим колебаниям;

Уплотняющие устройства подвижных элементов. Типы конструкций уплотняющих устройств аппаратов. Уплотнение валов и штоков. Особенности их конструкции и расчёта. Область применения отдельных уплотняющих устройств в зависимости от условий эксплуатации (давления, температуры, свойств обрабатываемой среды);

Элементы медленно вращающихся и тяжело нагруженных барабанных аппаратов.

### **Критерии оценки:**

*К комплекту тем для эссе (рефератов, докладов, сообщений) прилагаются разработанные преподавателем и утвержденные на заседании кафедры критерии оценки по дисциплине в баллах (в соответствии с положением о БРС).*

*Например, максимальная оценка за работу составляет 18 баллов, минимальное количество баллов 9. Из них:*

*Самостоятельность работы над проектом, max 3 балла, min 1 балл;*

*Актуальность и значимость темы, max 3 балла, min 1 балл;*

*Полнота раскрытия темы, max 2 балла, min 1 балла;*

*Оригинальность решения проблемы, max 3 балла, min 2 балла;*

*Артистизм и выразительность выступления, max 2 балла, min 1 балл;*

*Использование средств наглядности, технических средств, max 2 балла, min 1 балл;*

*Ответы на вопросы, max 3 балла, min 2 балла.*

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет механический

Кафедра Машины и аппараты химических производств

Направление подготовки: 18.03.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль/программа: Машины и аппараты химических производств

Семестр 6/7

Зав.кафедрой



УТВЕРЖДАЮ

И.Н. Мадышев

« 12 »04.2022 г.

**Экзаменационный билет №1**

**По дисциплине (модулю) Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли**

1. Конструкционные материалы в химическом машиностроении. Критерии работоспособности материала. Основные конструкционные материалы в химической промышленности.
2. Основы расчета тонкостенных аппаратов работающих под наружным давлением. Понятие «коротких» и «длинных» цилиндров и особенности их расчета.

Зав.кафедрой



УТВЕРЖДАЮ

И.Н. Мадышев

« 12 »04.2022 г.

**Экзаменационный билет № 2**

по дисциплине: Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли

1. Основные конструкционные материалы в химической промышленности. Стали. Классификация сталей, границы применимости различных марок сталей.
2. Конструирование и расчет элементов тонкостенных сосудов и аппаратов. Расчет цилиндрических обечаек.

Зав.кафедрой



УТВЕРЖДАЮ

И.Н. Мадышев

« 12 »04.2022 г.

### **Экзаменационный билет № 3**

по дисциплине: Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли

1. Основные конструкционные материалы в химической промышленности. Чугуны. Цветные металлы и сплавы, области их применения.
2. Конструирование и расчет элементов тонкостенных сосудов и аппаратов. Крышки и днища химических аппаратов. Расчет на прочность выпуклых крышек и днищ.

Зав.кафедрой



УТВЕРЖДАЮ

И.Н. Мадышев

« 12 »04.2022 г.

### **Экзаменационный билет № 4**

по дисциплине: Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли

1. Основные конструкционные материалы в химической промышленности. Неметаллические конструкционные материалы и области их применения.
2. Конструирование и расчет элементов тонкостенных сосудов и аппаратов. Крышки и днища химических аппаратов. Расчет на прочность плоских крышек и днищ.

Зав.кафедрой



УТВЕРЖДАЮ

И.Н. Мадышев

« 12 »04.2022 г.

### **Экзаменационный билет № 5**

по дисциплине: Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли

1. Основные расчетные параметры химического оборудования.
2. Моментная теория расчета оболочек вращения. Основы теории расчета, понятия и определения. Расчет краевых сил и моментов.

Зав.кафедрой



УТВЕРЖДАЮ

И.Н. Мадышев

« 12 »04.2022 г.

**Экзаменационный билет № 6**

по дисциплине: Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли

1. Расчет химического оборудования на механическую прочность. Основные понятия и расчетные закономерности.
2. Моментная теория расчета оболочек вращения. Порядок определения краевых напряжений от известных сил и моментов.

Зав.кафедрой



УТВЕРЖДАЮ

И.Н. Мадышев

« 12 »04.2022 г.

**Экзаменационный билет № 7**

по дисциплине: Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли

1. Безмоментная теория расчета оболочек вращения. Уравнения равновесия элемента оболочки. Уравнение равновесия зоны оболочки.
2. Укрепления отверстий в стенке оболочки. Расчет укрепления отверстий. Основные конструкции укрепления отверстий.

Зав.кафедрой



УТВЕРЖДАЮ

И.Н. Мадышев

« 12 »04.2022 г.

**Экзаменационный билет № 8**

по дисциплине: Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли

1. Безмоментная теория расчета оболочек вращения. Расчет напряжений в цилиндрической и сферической оболочке.
2. Основные разъемные соединения химической аппаратуры. Основные типы фланцев и их применение.

Зав.кафедрой



УТВЕРЖДАЮ

И.Н. Мадышев

« 12 »04.2022 г.

**Экзаменационный билет № 9**

по дисциплине: Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли

1. Безмоментная теория расчета оболочек вращения. Расчет напряжений в конической оболочке.
2. Основные разъемные соединения химической аппаратуры. Специальные типы фланцев. Выбор типа и материала прокладки.

Зав.кафедрой



УТВЕРЖДАЮ

И.Н. Мадышев

« 12 »04.2022 г.

**Экзаменационный билет № 10**

по дисциплине: Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли

1. Безмоментная теория расчета оболочек вращения. Основы расчета тонкостенных сосудов, работающих под внутренним давлением.
2. Конструкции опор аппаратов химической промышленности.

Зав.кафедрой



УТВЕРЖДАЮ

И.Н. Мадышев

« 12 »04.2022 г.

**Экзаменационный билет № 11**

по дисциплине: Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли

1. Конструирование и расчет элементов тонкостенных сосудов и аппаратов. Крышки и днища химических аппаратов. Расчет на прочность плоских крышек и днищ.
2. Сосуды и аппараты высокого давления. Напряжения в стенке толстостенного цилиндра.

Зав.кафедрой



УТВЕРЖДАЮ

И.Н. Мадышев

« 12 »04.2022 г.

**Экзаменационный билет № 12**

по дисциплине: Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли

1. Основные конструкционные материалы в химической промышленности. Стали. Классификация сталей, границы применимости различных марок сталей.
2. Безмоментная теория расчета оболочек вращения. Расчет напряжений в конической оболочке.

Зав.кафедрой



УТВЕРЖДАЮ

И.Н. Мадышев

« 12 »04.2022 г.

**Экзаменационный билет № 13**

по дисциплине: Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли

1. Безмоментная теория расчета оболочек вращения. Уравнения равновесия элемента оболочки. Уравнение равновесия зоны оболочки.
2. Укрепления отверстий в стенке оболочки. Расчет укрепления отверстий. Основные конструкции укрепления отверстий.

Зав.кафедрой



УТВЕРЖДАЮ

И.Н. Мадышев

« 12 »04.2022 г.

**Экзаменационный билет № 14**

по дисциплине: Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли

1. Конструирование и расчет элементов тонкостенных сосудов и аппаратов. Расчет цилиндрических обечаек.
2. Конструкции опор аппаратов химической промышленности.



Зав.кафедрой



УТВЕРЖДАЮ

И.Н. Мадышев

« 12 »04.2022 г.

**Экзаменационный билет № 15**

по дисциплине: Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли

1. Безмоментная теория расчета оболочек вращения. Уравнения равновесия элемента оболочки. Уравнение равновесия зоны оболочки.
2. Моментная теория расчета оболочек вращения. Основы теории расчета, понятия и определения. Расчет краевых сил и моментов.