

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Расчет на прочность элементов оборудования химической промышленности

**Код модуля**  
1158068(0)

**Модуль**  
Расчет и конструирование оборудования  
химической промышленности

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Морданов Сергей Вячеславович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	машин и аппаратов химических производств

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

С.А. Иванченко

**Авторы:**

- **Морданов Сергей Вячеславович, Доцент, машин и аппаратов химических производств**

### 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Расчет на прочность элементов оборудования химической промышленности**

1.	<b>Объем дисциплины в зачетных единицах</b>	6	
2.	<b>Виды аудиторных занятий</b>	Практические/семинарские занятия	
3.	<b>Промежуточная аттестация</b>	Зачет	
4.	<b>Текущая аттестация</b>	Реферат	1

### 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Расчет на прочность элементов оборудования химической промышленности**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (индикаторы)</b>	<b>Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
ПК-24 -Способность производить расчеты на прочность объектов опасных производств	3-1 - Демонстрировать знание основополагающих понятий и основ физики напряженного состояния элементов емкостного оборудования химической промышленности и смежных производственных отраслей 3-2 - Демонстрировать знание нормативных методов расчета на прочность деталей оборудования химической промышленности П-1 - Осуществлять выбор материалов для элементов конструкций и оборудования П-2 - Иметь навыки использования пакетов прикладных программ при	Зачет Практические/семинарские занятия Реферат

	<p>выполнении конструкторских работ</p> <p>П-3 - Иметь навыки использования методов поверочных расчетов отдельных узлов и деталей оборудования химических производств</p> <p>П-4 - Иметь навыки проектирования основных узлов оборудования химических производств</p> <p>У-1 - Использовать нормативные документы (нормы и правила, ГОСТы и ОСТы, РД и др.);</p> <p>У-2 - Выбирать материалы для заданных условий эксплуатации с учётом требований технологичности, экономичности, надёжности и долговечности изделия</p> <p>У-3 - Выполнять расчеты на прочность, жесткость и долговечность узлов и деталей оборудования химической промышленности при различных видах нагружения, предусмотренных нормативными методиками расчета</p>	
--	---	--

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – нет</b>		

<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – не предусмотрено</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 1</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>реферат</i>	3,16	50
<i>работа на занятиях</i>	3,17	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.4</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–зачет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.6</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</b>		

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по лекциям – <b>нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – <b>не предусмотрено</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – <b>нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – <b>нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – <b>не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– <b>не предусмотрено</b>		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – <b>не предусмотрено</b>		

#### 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

##### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

##### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)		
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов	Шкала оценивания

	<b>обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно но (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## **5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ**

### **5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля**

#### **5.1.1. Практические/семинарские занятия**

Примерный перечень тем

1. Теоретические основы прочностного расчета оболочек и пластин
  2. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок и оборудования смежных производственных отраслей
  3. Нормативный расчет типовых узлов, деталей и конструкций
  4. Нормативный расчет на прочность и устойчивость в условиях сложного нестационарного нагружения
  5. Основы автоматизированного расчета напряженных состояний
- LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля**

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

#### **Базовый**

##### **5.2.1. Реферат**

Примерный перечень тем

1. Напряженное состояние и нормативный расчет на прочность фланцевого соединения в условиях прогрессирующего формоизменения

2. Напряженное состояние основных узлов химических реакторов
3. Факторы приводящие к потери устойчивости основных элементов технологического оборудования
4. Напряженное состояние технологического оборудования в условиях сейсмических нагрузок
5. Циклические нагрузки, усталостная прочность, физика малоциклового и многоциклового усталости
6. Анализ причин возникновения аварийного состояния технологического оборудования;
7. Результаты расчета на прочность методом конечных элементов подогревателя высокого давления

Примерные задания

Тема реферата: Напряженное состояние и нормативный расчет на прочность фланцевого соединения в условиях прогрессирующего формоизменения.

Содержание:

1. Напряженное состояние элементов фланцевого соединения.
  2. Работа фланцевого соединения в условиях циклического нагружения.
  3. Прогрессирующее формоизменение в условиях циклических температурных нагрузок.
  4. Нормативный расчет по ПНАЭ Г.7.002-86.
- Примерный объем 15-20 страниц.  
LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля**

#### **5.3.1. Зачет**

Список примерных вопросов

1. Нормативная документация по расчету на прочность емкостного оборудования химической промышленности и смежных производственных отраслей
2. Двухосное и трехосное напряженные состояния оболочек и пластин. Стесненные и нестесненные деформации и соответствующие им напряжения
3. Основные допущения безмоментной теории оболочек и теории изгиба тонких пластин
4. Уравнения равновесия элемента и зоны оболочки
5. Виды активных нагрузок, предусмотренные нормативными методиками расчета на прочность и устойчивость
6. Допустимые напряжения. Выбор и расчет допустимых напряжений
7. Режимы работы нагружения емкостного оборудования химических производств
8. Факторы, снижающие прочность конструкции и их учет в нормативных методиках расчета
9. Нормативный расчет обечаек и выпуклых днищ
10. Причины возникновения локальных напряжений
11. Краевые реакции, возникающие в местах сопряжения оболочек. Методики определения краевой силы и краевого момента

12. Укрепление отверстий в обечайках и днищах. Теоретические основы методика расчета укрепляющих элементов
  13. Нормативный расчет фланцев на прочность и герметичность
  14. Влияние тепловых нагрузок на прочность и герметичность фланцевых соединений
  15. Причины возникновения дополнительных осевых сил в системе «кожух – трубный пучок». Влияние температуры и давления на дополнительные осевые силы, возникающие в трубках и кожухе
  16. Расчет на прочность и устойчивость кожуха и трубок теплообменного аппарата
  17. Напряжения в стенке толстостенной обечайки. Напряжения, вызванные изменением температуры стенки. Напряжения, вызванные внешними нагрузками.
  18. Характер изменения меридиональных, кольцевых и радиальных напряжений в стенках толстостенных аппаратов.
  19. Толстостенные сосуды и аппараты. Общие положения. Расчет допустимых напряжений. Расчет коэффициентов ослабления сварных швов
  20. Расчет на прочность несущих элементов при воздействии опорных нагрузок
  21. Собственные частоты колебания конструкции и ее элементов и детерминирующие частоты колебаний. Резонансные вибрационные явления
  22. Критически частоты колебаний. Жесткие и гибкие конструкции
  23. Жесткость, прочность и виброустойчивость конструкций. Нормативный расчет на прочность в условиях вибрационных нагрузок
  24. Циклическое нагружение аппаратов. Циклы и нагружения. Допустимые колебания силовых и термических нагрузок в рамках одного цикла нагружения
  25. Нормативный расчет на прочность в условиях длительной циклической нагрузки и в условиях малоциклового усталости
  26. Расчет на прочность в условиях сейсмических нагрузок
  27. Явления прогрессирующего формоизменения, причины возникновения прогрессирующего формоизменения
  28. Нормативный расчет на прочность в условиях прогрессирующего формоизменения
  29. Численные методы решения задач прочности. Метод конечных элементов. Уравнение равновесия элемента. Матрица жесткости элемента.
- LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности**

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.