

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

« 14 » апреля 2021 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине (модулю)

Б1.В.ДВ.02.02 Основы расчета и конструирования элементов оборудования

(код и наименование дисциплины (модуля))

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Безопасность технологических процессов и производств

(профиль подготовки)

бакалавр

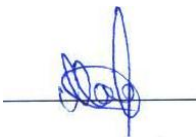
квалификация

очно-заочная, заочная

форма обучения

Нижекамск, 2021 г.

Составитель ФОС:  
доцент каф. МАХП



И.Н. Мадышев

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры,  
Протокол №7 от 10.03.2021 г.

Заведующий кафедрой МАХП



И.А. Сабанаев

С О Г Л А С О В А Н О

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ПАХТ, протокол №6 от  
29.03.2021 г.

Заведующий кафедрой ПАХП



Д.Н. Латыпов

Эксперт:  
Руководитель ООП  
Зав. кафедрой ПАХТ НХТИ  
ФГБОУ ВО КНИТУ



Д.Н. Латыпов

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

Компетенция:

ПК-1 Способен обеспечивать функционирование системы управления охраной труда

1. Знает методы и порядок оценки опасностей и профессиональных рисков работников, нормативную и методическую базу в области анализа риска, концепцию приемлемого риска и теорию управления рисками; методы определения и классификации опасных зон и рисков,
2. Умеет идентифицировать опасные и вредные производственные факторы, потенциально воздействующие на работников в процессе трудовой деятельности, производить оценку риска их воздействия,
3. Владеет навыками контроля исполнения перечня рекомендуемых мероприятий по улучшению условий труда, правильностью применения средств индивидуальной.

ПК-3 Способен разрабатывать в организации мероприятия по охране окружающей среды и обеспечивать экологическую безопасность и документальное оформление отчетности в соответствии с установленными требованиями:

1. Знает источники выбросов и сбросов загрязняющих веществ, отходов в окружающую среду, нормативные правовые акты в области охраны окружающей среды, методы и средства ликвидации последствий нарушения состояния окружающей среды,
2. Умеет выявлять источники и причины и оценивать последствия аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ и сверхнормативного образования отходов в окружающую среду в организации,
3. Владеет навыками выявления, анализа причин и внесения предложений по устранению источников аварийных выбросов и сбросов загрязняющих веществ, сверхнормативного образования отходов в окружающую среду в организации.

<b>Индикаторы достижения компетенции</b>	<b>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины (указать все темы из РПД)</b>		<b>Наименование оценочного средства</b>
	<b>Лекции</b>	<b>Практические работы</b>	
<i>ПК-1</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Зачет, лабораторное и практическое занятие, доклад</i>
<i>ПК-3</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Раздел 1–раздел 5</i>	<i>Зачет, лабораторное и практическое занятие, доклад</i>

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

<b><i>Оценочные средства</i></b>	<b><i>Кол-во</i></b>	<b><i>Min, баллов (базовый уровень)</i></b>	<b><i>Max, баллов (повышенный уровень)</i></b>
<b><i>Практические работы</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>Зачет</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>

### *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 матери-ал 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

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основы конструирования и расчета химических машин и аппаратов	<i>ПК-1,ПК-3</i>	<i>Зачет, практическое занятие, доклад</i>
2	Теория и расчет тонкостенных оболочек вращения	<i>ПК-1,ПК-3</i>	<i>Зачет, практическое занятие, дискуссия</i>
3	Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры	<i>ПК-1,ПК-3</i>	<i>Зачет, практическое занятие</i>
4	Критические скорости вращающихся валов	<i>ПК-1,ПК-3</i>	<i>Зачет, практическое занятие</i>
5	Аппараты и затворы высокого давления	<i>ПК-1,ПК-3</i>	<i>Зачет, практическое занятие</i>

Министерство образования и науки 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: 20.03.01 Техносферная безопасность  
(код и наименование)

Профиль подготовки: Безопасность технологических процессов и производств  
(наименование)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.А. Сабанаев

« 10 » \_\_\_\_\_ марта 2021 г.

**Перечень вопросов к зачету по дисциплине Б1.В. ДВ.02.02 Основы расчета и  
конструирования элементов оборудования**

1. Конструкционные материалы в химическом машиностроении. Критерии работоспособности материала. Основные конструкционные материалы в химической промышленности.
2. Основные конструкционные материалы в химической промышленности. Стали. Классификация сталей, границы применимости различных марок сталей.
3. Основные конструкционные материалы в химической промышленности. Чугуны. Цветные металлы и сплавы, области их применения.
4. Основные конструкционные материалы в химической промышленности. Неметаллические конструкционные материалы и области их применения.
5. Основные расчетные параметры химического оборудования.
6. Расчет химического оборудования на механическую прочность. Основные понятия и расчетные закономерности.
7. Безмоментная теория расчета оболочек вращения. Уравнения равновесия элемента оболочки. Уравнение равновесия зоны оболочки.
8. Безмоментная теория расчета оболочек вращения. Расчет напряжений в цилиндрической и сферической оболочке.
9. Безмоментная теория расчета оболочек вращения. Расчет напряжений в конической оболочке.
10. Безмоментная теория расчета оболочек вращения. Основы расчета тонкостенных сосудов работающих под внутренним давлением.

11. Основы расчета тонкостенных аппаратов работающих под наружным давлением. Понятие «коротких» и «длинных» цилиндров и особенности их расчета.
12. Конструирование и расчет элементов тонкостенных сосудов и аппаратов. Расчет цилиндрических обечаек.
13. Конструирование и расчет элементов тонкостенных сосудов и аппаратов. Крышки и днища химических аппаратов. Расчет на прочность выпуклых крышек и днищ.
14. Конструирование и расчет элементов тонкостенных сосудов и аппаратов. Крышки и днища химических аппаратов. Расчет на прочность плоских крышек и днищ.
15. Моментная теория расчета оболочек вращения. Основы теории расчета, понятия и определения. Расчет краевых сил и моментов.
16. Моментная теория расчета оболочек вращения. Порядок определения краевых напряжений от известных сил и моментов.
17. Укрепления отверстий в стенке оболочки. Расчет укрепления отверстий. Основные конструкции укрепления отверстий.
18. Основные разъемные соединения химической аппаратуры. Основные типы фланцев и их применение.
19. Основные разъемные соединения химической аппаратуры. Специальные типы фланцев. Выбор типа и материала прокладки.
20. Конструкции опор аппаратов химической промышленности.
21. Расчет аппаратов на ветровую нагрузку.
22. Сосуды и аппараты высокого давления. Конструкции аппаратов высокого давления их достоинства и недостатки.
23. Сосуды и аппараты высокого давления. Напряжения в стенке толстостенного цилиндра.
24. Сосуды и аппараты высокого давления. Повышение несущей способности сосудов высокого давления.
25. Днища и крышки сосудов высокого давления. Достоинства и недостатки применяемых конструкций.
26. Сосуды и аппараты высокого давления. Затворы аппаратов высокого давления.
27. Расчет на вибростойкость машин химической промышленности. Понятие критической скорости.
28. Расчет на вибростойкость машин химической промышленности. Свободные и вынужденные колебания системы с одной степенью свободы.
29. Приближенные методы расчета критической скорости вращения вала.
30. Факторы, влияющие на критическую скорость вращения вала. Методы борьбы с вибрациями.

**Критерии оценки.** Оценка за ответ на вопросы к зачету, проводимый в форме устного опроса знаний студентов, осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой и предполагает максимальный балл за ответ – 40. Оценивание ответа студента производится по следующей шкале баллов.

Критерий оценки	Балл
Демонстрирует полное понимание поставленного вопроса. Дает	36-



<p>полный развернутый ответ на основной вопрос. Дает логически обоснованный и правильный ответ на дополнительный вопрос.</p> <p><b>«зачтено»</b> выставляется студенту, если он исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.</p> <p><b>Знает:</b> общие принципы и методологию конструирования машин и аппаратов отрасли; методы расчета и конструирования тонкостенных сосудов; методы расчета и конструирования плотно-прочных разъёмных соединений; методы расчета и конструирования аппаратов высокого давления; методы расчета и конструирования элементов колонных аппаратов; методы расчета и конструирования аппаратов с перемешивающими устройствами; методы расчета быстровращающихся оболочек и дисков; методы расчета оборудования, работающего в условиях динамических колебаний; влияние конструкционного материала и технологии изготовления на конструкцию машин и аппаратов.</p> <p><b>Может:</b> подобрать материал и выбрать расчетную схему для проектируемого оборудования и его элементов; проводить технические расчеты по определению напряжений в оборудовании и его элементах; по заданным рабочим параметрам с учетом свойств выбранного конструкционного материала определять основные конструктивные размеры проектируемого оборудования и его элементов; разрабатывать конструкторскую документацию на проектируемое оборудование; выполнять поверочные расчеты на прочность и устойчивость оборудования и его элементов.</p> <p><b>Способен:</b> владеть основными понятиями и терминологией, принятыми в практике расчета и конструирования элементов безопасного оборудования для химических и нефтехимических производств; методами составления расчетных схем для проведения расчетов на прочность и устойчивость элементов конструкции проектируемого оборудования и машин отрасли; навыками выполнения проверочных расчетов на прочность и устойчивость оборудования и его элементов; практическими навыками по проектированию и оформлению предусмотренной нормативными материалами конструкторской документации на технологическое оборудование и машины отрасли.</p>	40
<p>Дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения. Отвечает на дополнительный вопрос, но обосновать не может.</p> <p><b>«зачтено»</b> выставляется студенту, если он по существу излагает материал, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов.</p> <p><b>Знает:</b> общие принципы и методологию конструирования машин и аппаратов отрасли; методы расчета и конструирования тонкостенных</p>	30-35

<p>сосудов; методы расчета и конструирования плотно-прочных разъёмных соединений; методы расчета и конструирования элементов колонных аппаратов; методы расчета быстровращающихся оболочек и дисков; методы расчета оборудования, работающего в условиях динамических колебаний; влияние конструкционного материала и технологии изготовления на конструкцию машин и аппаратов.</p> <p><b>Может:</b> подобрать материал для проектируемого оборудования и его элементов; проводить технические расчеты по определению напряжений в оборудовании и его элементах; по заданным рабочим параметрам с учетом свойств выбранного конструкционного материала определять основные конструктивные размеры проектируемого оборудования и его элементов; выполнять поверочные расчеты на прочность и устойчивость оборудования и его элементов.</p> <p><b>Способен:</b> владеть: основными понятиями и терминологией, принятыми в практике расчета и конструирования элементов безопасного оборудования для химических и нефтехимических производств; методами составления расчетных схем для проведения расчетов на прочность и устойчивость элементов конструкции проектируемого оборудования и машин отрасли; навыками выполнения проверочных расчетов на прочность и устойчивость оборудования и его элементов.</p>	
<p>Дает неполный ответ на основной вопрос. Не дает ответа на дополнительный вопрос.</p> <p>«зачтено» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.</p> <p><b>Знает:</b> общие принципы конструирования машин и аппаратов отрасли; методы расчета и конструирования тонкостенных сосудов; методы расчета и конструирования плотно-прочных разъёмных соединений; методы расчета и конструирования элементов колонных аппаратов; методы расчета быстровращающихся оболочек и дисков; влияние конструкционного материала на конструкцию машин и аппаратов.</p> <p><b>Может:</b> подобрать материал для проектируемого оборудования и его элементов; проводить технические расчеты по определению напряжений в оборудовании и его элементах; выполнять поверочные расчеты на прочность и устойчивость оборудования и его элементов.</p> <p><b>Способен:</b> владеть: основными понятиями и терминологией, принятыми в практике расчета и конструирования элементов безопасного оборудования для химических и нефтехимических производств; навыками выполнения проверочных расчетов на прочность и устойчивость оборудования и его элементов.</p>	24-29
<p>Нет ответа.</p> <p>«не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки,</p>	0

неуверенно, с большими затруднениями отвечает на вопросы. Как правило, ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
---	--

Суммарный рейтинг студента в баллах за семестр складывается из оценки его деятельности в течение семестра и оценки, полученной на зачете, в соотношении 60:40. Максимальный балл, который может набрать студент за один семестр в ходе изучения дисциплины в целом, равен 100. В соответствии с положением о балльно-рейтинговой системе (БРС) к набранной за семестр сумме баллов (от 36 до 60) добавляется при сдаче зачета от 24 до 40 баллов.

Министерство образования и науки 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: 20.03.01 Техносферная безопасность  
(код и наименование)

Профиль подготовки: \_\_\_\_\_ Безопасность технологических процессов  
и производств \_\_\_\_\_  
(наименование)

### Темы докладов

по дисциплине Б1.В.ДВ.02.02 Основы расчета и конструирования элементов  
оборудования  
(наименование дисциплины)

#### **Раздел 1. 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:** Выступление студента с докладом предполагает значительную самостоятельную работу студента. Доклад должен выполнять ряд требований: его содержание соответствовать заявленной теме; цели соответствовать задачам; логичность и последовательность изложения материала; способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой; объем исследованной литературы и других источников информации; способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса; обоснованность выводов; правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы и т.д.). В балльно-рейтинговой системе выступление с докладом относится к дополнительным видам работ. Шкала дифференцирована по ряду критериев. Общий результат складывается как сумма баллов по представленным критериям. Максимальный балл за выступление с докладом – 10 баллов.

Критерий оценки	Балл
Актуальность темы	1
Полное раскрытие проблемы	2
Наличие собственной точки зрения	1
Наличие презентации	2
Наличие ответов на вопросы аудитории	1
Логичность и последовательность изложения	2

Отсутствие ошибочных или противоречивых положений	1
<i>Итого</i>	<i>10</i>

Министерство образования и науки 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: 20.03.01 Техносферная безопасность  
(код и наименование)

Профиль подготовки: Безопасность технологических процессов  
и производств  
(наименование)

### Темы дискуссий

по дисциплине Б1.В.ДВ.02.02 Основы расчета и конструирования элементов  
оборудования  
(наименование дисциплины)

## Раздел 2. Теория и расчет тонкостенных оболочек вращения.

Определение оболочки. Оболочки как основные элементы химической аппаратуры. Определение оболочки вращения.

Основные соотношения для геометрических параметров элемента. Понятие об осесимметричной равномерно распределённой нагрузке, ее особенности.

Внутренние силы и моменты действующие на элемент оболочки; природа их возникновения. Размерности внутренних и внешних силовых факторов.

Вывод уравнений равновесия сил и моментов, действующих на элемент оболочки вдоль осей  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Напряжения, вызываемые внутренними силами и моментами. Методика расчёта оболочки на прочность по этим напряжениям.

Понятие о безмоментной теории расчёта тонкостенных оболочек. Вывод уравнений безмоментной теории: уравнения равновесия элемента (уравнение Лапласа) и уравнение равновесной зоны.

Применение уравнений безмоментной теории к расчёту напряжений в цилиндрической и конической оболочках, нагруженных внутренним давлением.

**Критерии оценки:** Максимальный балл за участие в дискуссии – 12 баллов.

<b>Критерий</b>	<b>Балл</b>
Демонстрирует полное понимание обсуждаемой проблемы, высказывает собственное суждение по вопросу, аргументировано отвечает на вопросы участников, соблюдает регламент выступления	12
Понимает суть рассматриваемой проблемы, может высказать типовое суждение по вопросу, отвечает на вопросы участников, однако выступление носит затянутый или не аргументированный характер	8
Принимает участие в обсуждении, однако собственного мнения по вопросу не высказывает, либо высказывает мнение, не отличающееся от мнения других докладчиков	6
Не принимает участия в обсуждении	0



Министерство образования и науки 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: 20.03.01 Техносферная безопасность  
(код и наименование)

Профиль подготовки: \_\_\_\_\_ Безопасность технологических процессов  
и производств  
(наименование)

### **Перечень практических занятий**

по дисциплине Б1.В.ДВ.02.02 Основы расчета и конструирования элементов  
оборудования  
(наименование дисциплины)

**Раздел дисциплины** – Основы конструирования и расчета химических машин и аппаратов.

Тема практического занятия – Расчет на прочность от действия внутреннего давления.

*Вопросы для опроса по теме занятия:*

1. Корпусы и днища аппаратов высокого давления со сплошной стенкой.
2. Конструкции концевых частей корпусов.
3. Расчёт толстостенных корпусов по несущей способности.
4. Изменение напряжённого состояния материала стенки цилиндрического корпуса при повышении внутреннего давления.

**Раздел дисциплины** – Теория и расчет тонкостенных оболочек вращения.

Тема практического занятия – Расчет на прочность и устойчивость от действия внутреннего и наружного давлений.

*Вопросы для опроса по теме занятия:*

1. Тонкостенные цилиндрические обечайки, напряжения, возникающие в тонкостенном цилиндре.
2. Вывод формулы для расчёта толщины цилиндрической обечайки по 3 и 4 теориям прочности.
3. Явление потери устойчивости формы цилиндрических обечаек, нагруженных внешним давлением.
4. Расчёт толщины стенки «коротких» и «длинных» цилиндров при действии наружного давления.

**Раздел дисциплины** – Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры.

Тема практического занятия – Расчет фланцевого соединения.

*Вопросы для опроса по теме занятия:*

1. Какие основные типы фланцевых соединений?
2. Уплотнительные поверхности во фланцах арматуры.
3. Расчёт фланцевых соединений.
4. Определение нагрузок на болты.

Тема практического занятия – Расчет на прочность и устойчивость от действия внутреннего и наружного давлений.

*Вопросы для опроса по теме занятия:*

1. Основные требования, предъявляемые к химической аппаратуре.
2. Общие положения и рекомендации по конструированию и расчёту основных узлов и деталей химических аппаратов.
3. Поведение сталей при повышенных и пониженных температурах.

**Раздел дисциплины** – Критические скорости вращающихся валов.

Тема практического занятия – Инженерный расчет валов на прочность, жесткость и виброустойчивость.

*Вопросы для опроса по теме занятия:*

1. Возможность неустойчивого состояния точно отбалансированного вала при определённой скорости вращения.
2. Прогиб приближённо отбалансированного вертикального вала под действием центробежной силы.
3. Самоцентрирование вращающегося вала с одним диском. Совпадение критической скорости со скоростью вращения, вызывающей потерю устойчивости.

**Раздел дисциплины** – Аппараты и затворы высокого давления.

Тема практического занятия – Днища и крышки сосудов высокого давления

*Вопросы для опроса по теме занятия:*

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

Тема практического занятия – Напряжение в стенке толстостенных цилиндров.

*Вопросы для опроса по теме занятия:*

1. Уравнение равновесия элемента толстостенной цилиндрической обечайки.
2. Деформации элемента толстостенной обечайки.
3. Анализ напряжённого состояния материала в толстостенной цилиндрической обечайке.

**Критерии оценки:** при изучении дисциплины предусматривается выполнение 6 практических работ для студентов заочной формы обучения, за выполнение и защиту которых студент может получить максимальное количество баллов – 18 (3 балла выполнение и защита каждой практической работы).

<b>Критерий оценки</b>	<b>Балл</b>
Демонстрирует полное понимание поставленной задачи. Дает логически обоснованный, полный и правильный ответ. Отсутствие ошибочных выводов.	3
Дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения. Имеются трудности в обоснованности своего ответа.	2
Дает неполный ответ (в общих чертах). Нет выводов по выполненной работе.	1
Нет ответа. Трудности при выполнении.	0