

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по УР
А.В.Бурмистров

« 18 » 19 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.8 Конструирование и расчет элементов оборудования
Направление подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»
(шифр) (наименование)
Профиль подготовки Машины и аппараты химических производств
Квалификация выпускника БАКАЛАВР
Форма обучения ОЧНАЯ
Институт, факультет ИХНМ, механический факультет
Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП
Курс, семестр 3 курс , 6 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1
Практические занятия	18	0,5
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	36	1
Самостоятельная работа	99	2,75
Форма аттестации	Экзамен, 27	0,75
Всего	216	6

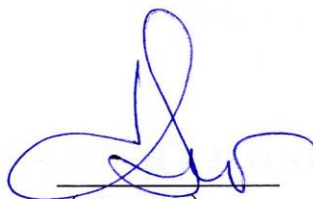
Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (№227 от 12.03.15) по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» по профилю Машины и аппараты химических производств на основании учебного плана набора обучающихся 2018 гг.

Типовая программа по дисциплине отсутствует

Разработчик программы:

Зав.кафедрой МАХП
(должность)

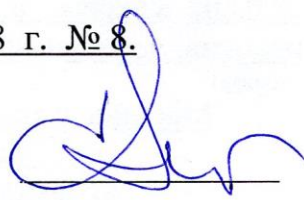


(подпись)

Поникаров С.И.
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП
протокол от 07.09.2018 г. № 8.

Зав. кафедрой



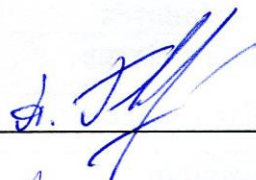
(подпись)

Поникаров С.И.
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии, к которому относится кафедра-разработчик РП от 17.09.2018г. №8.

Председатель комиссии, доцент



А.В.Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент



Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования» являются

а) формирование знаний об общих принципах и методологии конструирования машин и аппаратов отрасли; принципах и методах расчета оборудования при проектировании;

б) обучение способам применения уравнений механики твердого деформированного тела к расчету технологического оборудования на прочность и жесткость;

г) раскрытие сущности процессов, происходящих в конструкционных материалах при нагружении внутренним (наружным) давлением, повышенными или пониженными температурами.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина КРЭО относится к *вариативной* части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» набор специальных знаний и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины КРЭО бакалавр по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Б1.Б.6 Математика

б) Б1.Б.8 Физика

в) Б1.Б.9 Общая и неорганическая химия

г) Б1.В.ОД.5. Теоретическая механика

д) Б1.В.ОД.4 Соппротивление материалов

е) Б1.В.ОД.10 Материаловедение

ж) Б1.В.ОД.11 Технология конструкционных материалов

з) Б1.В.ОД.12 Основы проектирования

Дисциплина КРЭО является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

а) Б1.В.ДВ.4.1 Современные методы расчета механики сплошных сред

б) Б1.В.ОД.13 Основы технологии машиностроения

в) Б1.В.ОД.9 Машины и аппараты химических производств.

г) Б1.В.ДВ.13.1 Ремонт и монтаж технологического оборудования

д) Б1.В.ОД.16 Техническая диагностика

Знания, полученные при изучении дисциплины КРЭО могут быть использованы при прохождении практик (*производственной, преддипломной*) и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. (ОПК-2) способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
2. (ОПК-3) способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы;
3. (ПК-4) способностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать: а) общие принципы и методологию конструирования машин и аппаратов отрасли;
б) методы расчета и конструирования тонкостенных сосудов;
в) методы расчета и конструирования плотно-прочных разъёмных соединений;
г) методы расчета и конструирования аппаратов высокого давления;
д) методы расчета и конструирования элементов колонных аппаратов;
е) методы расчета и конструирования аппаратов с перемешивающими устройствами;
ж) методы расчет оборудования, работающего в условиях динамических колебаний;
з) влияние конструкционного материала и технологии изготовления на конструкцию машин и аппаратов.
- 2) Уметь: а) подобрать материал и выбрать расчетную схему для проектируемого оборудования и его элементов;
б) проводить технические расчеты по определению напряжений в оборудовании и его элементах
в) по заданным рабочим параметрам с учетом свойств выбранного конструкционного материала определять основные конструктивные размеры проектируемого оборудования и его элементов;
г) разрабатывать конструкторскую документацию на проектируемое оборудование;
д) выполнять проверочные расчеты на прочность и устойчивость оборудования и его элементов.
- 3) Владеть: а) методами подбора конструкционных материалов в зависимости от рабочих сред и параметров технологического процесса, определения допускаемого напряжения, коэффициента прочности сварных швов.
б) методами расчета на прочность и жесткость технологического оборудования
в) методами расчета оборудования на ветровую и сейсмическую нагрузку

г) методами расчета критических скоростей быстровращающихся валов.

4. Структура и содержание дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекция	Семинар (Практическое занятие)	Лабораторные работы	СРС	
1	Основы конструирования химических машин и аппаратов.	6	1,2	4	2	-	10	Комплексная инженерная задача (практические занятия)
2	Теория и расчет тонкостенных оболочек вращения.	6	3-7	10	-	14	24	Отчет по лабораторным работам
3	Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры.	6	8-14	14	14	10	34	Комплексная инженерная задача (практические занятия), отчет по лабораторным работам
4	Аппараты и затворы высокого давления	6	15,16	4	2	-	13	Комплексная инженерная задача (практические занятия)
5	Критические скорости вращающихся валов	6	17,18	4	-	12	18	Отчет по лабораторным работам, экзамен
Итого				36	18	36	99	
Форма аттестации								экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	№ п/п
1	Основы конструирования химических машин и аппаратов.	4	Основы конструирования химических машин и аппаратов.	Основные требования, предъявляемые к химическому оборудованию. Общие основы конструирования деталей и узлов химического оборудования. Основные рекомендации по выбору конструкционных	ПК-4

				материалов. Требования к аппаратуре, подведомственной Ростехнадзору.	
2	Теория и расчет тонкостенных оболочек вращения.	10	Теория и расчет тонкостенных оболочек вращения.	Основные сведения по геометрии оболочек вращения. Вывод уравнения равновесия элемента на оси X, Z, Y. Деформация элемента оболочки. Элементы моментной теории. Вывод уравнения моментной теории. Методика расчета на прочность оболочек вращения. Уравнения безмоментной теории. (Уравнение Лапласа, уравнение равновесия зоны). Расчет на прочность оболочек вращения, работающих под постоянным давлением. Применение расчетных уравнений к конической, сферической и цилиндрической оболочкам	ОПК-2, ОПК-3, ПК-4
3	Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры.	14	Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры.	Расчет корпусов тонкостенных цилиндрических аппаратов, нагруженных внутренним давлением. Расчет крышек и днищ аппаратов, работающих под внутренним давлением. Расчет корпусов тонкостенных цилиндрических аппаратов, работающих под внешним давлением. Расчет аппаратов на ветровую нагрузку. Расчет вертикальных аппаратов на действие сейсмических сил. Расчет фланцевых соединений.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-4
4	Аппараты и затворы высокого давления	4	Аппараты и затворы высокого давления	Расчет аппаратов высокого давления. Температурные напряжения в аппаратах высокого давления. Методы изготовления толстостенных корпусов аппаратов. Конструкции и работа затворов аппаратов высокого давления.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-4
5	Критические скорости вращения валов	4	Критические скорости вращения валов	Критическая скорость вала с одним диском. Резонансный характер неустойчивости при критической скорости вращения. Выбор рабочей скорости	ОПК-2, ОПК-3, ПК-4

				вращения для жестких и гибких валов. Влияние характера опор на критическую скорость вращения вала. Критическая скорость вала с двумя или несколькими дисками. Критическая скорость тяжелого вала без дисков. Приближенные методы определения критической скорости вала: а) метод наложения (метод Донкерли); б) энергетический метод Рэля. Численный метод последовательных приближений при расчете критических скоростей.	
--	--	--	--	---	--

6. Содержание практических занятий

Цель: Решение комплексной инженерной задачи.

п/п	Раздел дисциплины	часы	Тема семинара, практического занятия, лабораторного практикума	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основы конструирования химических машин и аппаратов.	2	Основы проектирования оборудования	Общие основы конструирования деталей и узлов химического оборудования. Основные рекомендации по выбору конструкционных материалов.	ПК-4
3	Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры.	14	Решение комплексной инженерной задачи.	Спроектировать и рассчитать на прочность, устойчивость элементы технологического оборудования (абсорбер, кожухотрубчатый теплообменник типа Н, К, П, У, ПК, ректификационная колонна, аппарат с мешалкой и рубашкой) в соответствии с заданными исходными параметрами (технологическая среда, давление и температура).	ОПК-2, ОПК-3, ПК-4
4	Аппараты и затворы высокого давления	2	Аппараты высокого давления	Расчет аппаратов высокого давления	ОПК-2, ОПК-3, ПК-4

7. Содержание лабораторных занятий

Цель: Проверка теоретических положений и зависимостей по расчёту напряженно-деформированного состояния сосудов и аппаратов

п/п	Раздел дисциплины	часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
2	Теория и расчет тонкостенных оболочек вращения.	14	1. Исследование напряжений, действующих в стенке цилиндра. (Лабораторная установка №4, А-125) 2. Определение напряжений в днищах различной формы, нагруженных внутренним давлением. (Лабораторная установка №6, А-	Ознакомление с теорией, изучение материальной части установки, порядок проведения эксперимента, техника безопасности при проведении конкретного эксперимента, Проведение расчетов по теоретическим зависимостям, проведение эксперимента и его обработка, сравнение ре-	ОПК-2, ОПК-3, ПК-4

			125)	зультатов расчета с экспериментом, оформление отчета, сдача отчета.	
3	Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры.	10	Исследование изгибающих напряжений в бандажах. (Лабораторная установка №12, А-125)	Ознакомление с теорией, изучение материальной части установки, порядок проведения эксперимента, техника безопасности при проведении конкретного эксперимента, Проведение расчетов по теоретическим зависимостям, проведение эксперимента и его обработка, сравнение результатов расчета с экспериментом, оформление отчета, сдача отчета.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-4
5	Критические скорости вращения валов	12	1. Определение критической скорости вращения вала с одним диском (Лабораторная установка №1, А-125) 2. Определение критических скоростей вращения вала с несколькими дисками (Лабораторная установка №2, А-125)	Ознакомление с теорией, изучение материальной части установки, порядок проведения эксперимента, техника безопасности при проведении конкретного эксперимента, Проведение расчетов по теоретическим зависимостям, проведение эксперимента и его обработка, сравнение результатов расчета с экспериментом, оформление отчета, сдача отчета.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-4

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Требования Ростехнадзора к оборудованию, работающему под внутренним давлением	10	Изучение нормативно технической документации, действующей в РФ	ПК-4
2	Применение	24	Подготовка к лаборатор-	ОПК-2, ОПК-3, ПК-4

	безмоментной теории к расчету оболочек		ным работам, оформление отчетов	
3	Расчет на прочность элементов и узлов оборудования химической промышленности	34	Выполнение курсовой работы, подготовка к лабораторной работе и оформление отчета	ОПК-2, ОПК-3, ПК-4
4	Расчет аппаратов высокого давления	13	Изучение лекционного материала	ОПК-2, ОПК-3, ПК-4
5	Критические скорости вращающихся валов	18	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	ОПК-2, ОПК-3, ПК-4

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования», используется рейтинговая система

Применение рейтинговой системы осуществляется согласно «Положению о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечении качества учебного процесса», (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВО «КНИТУ», протокол №7 от 4 сентября 2017 г.)

Таблица 9 - Система оценки знаний в рамках изучения дисциплины

Вид работы	Кол-во	Максим. балл	Миним. сумма баллов	Максим. сумма баллов
Лабор. раб.	5	7	21	35
Комплексная инженерная задача (практические занятия)	1	25	15	25
Экзамен	1	40	24	40
Итого			60	100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Поникаров И.И., Поникаров С.И., Конструирование и расчет элементов химического оборудования. Учебник.: Альфа-М, -2010, -376 стр.	401 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи). Учебное пособие: Альфа-М, 2008, 718с.	704 экз в УНИЦ КНИТУ
3. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки. Поникаров И.И., Гайнуллин М.Г.: Учебник. Изд. 2-е, пере-раб. и доп. М.: Альфа-М, 2006. 608 с.	200 экз в УНИЦ КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Аппараты нефтегазовых технологий. Учебное пособие. КНИТУ. Казань, 2015, 216 с.	На кафедре 40 экз.
2.Поникаров И.И., Поникаров С.И., Хоменко А.А. Конструирование и расчет элементов химического оборудования (электронный учебник). КНИТУ, 2011, № гос.регистрации 0321103656, рег. Свидетельство № 24728	99 экз. в УНИЦ КНИТУ, ЭБС КНИТУ

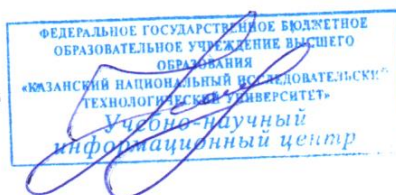
3.Лашинский, А.А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: Справочник/А.А.Лощинский, А.Р. Толчинский; Под ред. Н.Н. Логинова. 4-е изд. , стереотип.- М.: Арис, 2010 752с.	1000 экз. в УНИЦ КНИТУ
--	------------------------

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования» использование электронных источников информации:

1. ЭК УНИЦ КНИТУ <http://ruslan.kstu.ru>
2. ЭБ УНИЦ КНИТУ <http://ft.kstu.ru/ft/>
3. ЭБС Znanium.com <http://znanium.com/>
4. ЭБС Лань <http://e.lanbook.com/books/>

Согласовано:
Зав.сектором ОКУФ



12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лекционные занятия:
 - а. комплект электронных презентаций/слайдов,
 - б. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук. (А-328),
2. Лабораторные работы
лаборатория А-125 (Конструирование и расчет элементов оборудования), оснащенная:
 - лабораторная установка «Определение критической скорости вращения вала с одним диском»
 - лабораторная установка «Определение критических скоростей вращения вала с двумя дисками»
 - лабораторная установка «Исследование напряжений, действующих в стенке цилиндра»
 - лабораторная установка «Определение напряжений в коническом, полу-сферическом, эллиптическом, плоском днищах, нагруженных внутренним давлением»
 - лабораторная установка «Исследование изгибающих напряжений в бандажах»
 - лабораторная установка «Исследование устойчивости цилиндрических оболочек, нагруженных внешним давлением»
 - лабораторная установка «Определение температурных напряжений в теплообменнике жесткой конструкции»
 - лабораторная установка «Исследование напряжений в быстровращающихся дисках»
 - лабораторная установка «Исследование напряжений во вращающихся барабанах»

13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых с использованием интерактивной формы обучения 14 часов. Из них лекций 4 часа, практических занятий - 10 часов.

