

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

« 8 » декабря 2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ДВ.7.1 Конструирование и расчет элементов оборудования

Направление подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
(шифр) (наименование)

Профиль подготовки Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтегазового производства

Квалификация выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет ИП, технологии и переработки каучуков и эластомеров

Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП

Курс, семестр 4 курс , 7 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1
Практические занятия	18	0,5
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	54	1,5
Самостоятельная работа	108	3
Форма аттестации - экзамен	36	1
Всего	252	7

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования №226 от 12.03.15 по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело» по профилю «Эксплуатация, обслуживание технологических объектов нефтегазового производства», на основании учебного плана набора обучающихся 2015, 2016, 2017 гг.

Разработчик программы:

ассистент, к.т.н.

(должность)



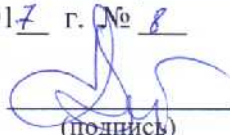
(подпись)

Сабитов М.Х.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП
протокол от 17.10 2017 г. № 8

Зав. кафедрой



(подпись)

Поникаров С.И.

(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии ФТПКЭ

от 30.10 2017 г. № 3

Председатель комиссии, профессор



(подпись)

Ярошевская Х.М.

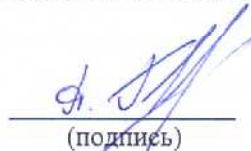
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета

от 07.12 2017 г. № 9

Председатель комиссии, доцент



(подпись)

А.В.Гаврилов

(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ, доцент



(подпись)

Л.А. Китаева

(Ф.И.О.)

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 21.03.01 «Нефтегазовое дело» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения производственно-технологического, экспериментально – исследовательского видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины КРЭО бакалавр по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.6 Математика
- б) Б1.Б.8 Физика
- в) Б1.Б.10 Химия
- г) Б1.Б.13 Теоретическая и прикладная механика
- д) Б1.Б.20 Материаловедение и ТКМ
- е) Б1.Б.21 Нефтегазовое дело
- ж) Б1.Б.23 Процессы и аппараты химических технологий
- з) Б1.В.ОД.3 Основы электрохимии и защита от коррозии
- и) Б1.В.ОД.7 Дополнительные главы процессов и аппаратов химических технологий (курсовой проект)
- к) Б1.В.ОД.11 Технологическое оборудование нефтегазового производства

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

- а) Б1.В.ДВ.8.1 Машины и аппараты нефтегазопереработки
- б) Б1.В.ДВ.8.2 Процессы и агрегаты нефтегазовых технологий
- в) Б1.В.ДВ.6.1. Техническая диагностика

Знания, полученные при изучении дисциплины КРЭО могут быть использованы при прохождении практик (*производственной, преддипломной*) и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. (ПК-7) Способность обслуживать и ремонтировать технологическое оборудование, используемое при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья;
2. (ПК-8) Способность выполнять технические работы в соответствии с технологическим регламентом;
3. (ПК-12) Готовность участвовать в испытании нового оборудования, опытных образцов, отработке новых технологических режимов при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

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.

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 поверочные расчеты на прочность и устойчивость оборудования и его элементов.

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 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успевае- мости
			Лекция	Семинар (Практи- ческое занятие)	Лабора- торные работы	СРС	
1	Основы конструирования химических машин и аппаратов	7	4	2	-	8	Комплексная инженерная задача (практические занятия)
2	Теория и расчет тонкостенных оболочек вращения	7	10	-	24	28	отчет по лабораторным работам
3	Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры	7	14	14	10	42	Комплексная инженерная задача (практические занятия), отчет по лабораторным работам
4	Аппараты и затворы высокого давления	7	4	2	-	12	Комплексная инженерная задача (практические занятия)
5	Критические скорости вращающихся валов	7	4	-	20	18	Отчет по лабораторным работам
Итого:			36	18	54	108	
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	Формируемые компетенции
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 материалов. Требования к аппаратуре, подведомственной Ростехнадзору.	ПК-7, ПК-8, ПК-12
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	ПК-7, ПК-8, ПК-12
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.	ПК-7, ПК-8, ПК-12
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.	ПК-7, ПК-8, ПК-12

5	Критические скорости вращения валов	4	Критические скорости вращающихся валов	Критическая скорость вала с одним диском. Резонансный характер неустойчивости при критической скорости вращения. Выбор рабочей скорости 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 Рэлея. Численный метод последовательных приближений при расчете критических скоростей.	ПК-7, ПК-8, ПК-12
---	-------------------------------------	---	--	---	-------------------

6. Содержание практических занятий

Цель: 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).

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема семинара, практического занятия, лабораторного практикума	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	(раздел №1) Основы конструирования химических машин и аппаратов (раздел №1)	2	Решение комплексной инженерной задачи.	Выбор конструктивного материала аппарата, величин прибавок к расчетной толщине стенки	ПК-7, ПК-8, ПК-12
2	(раздел №3) Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры.	14	Решение комплексной инженерной задачи.	Определение расчетных толщин стенок элементов аппарата с учетом внутреннего / наружного давления, изгибающих моментов и весовых нагрузок. Подбор и расчет стандартизованных элементов аппарата.	ПК-7, ПК-8, ПК-12
3	(раздел №4) Аппараты и затворы высокого давления.	2	Решение комплексной инженерной задачи.	Подбор стандартизованных плотно - разъемных соединений аппарата.	ПК-7, ПК-8, ПК-12

7. Содержание лабораторных занятий

Цель: Экспериментальная проверка теоретических положений и зависимостей по расчёту напряженно-деформированного состояния сосудов и аппаратов. Овладение навыками экспериментального определения деформаций и напряжений в элементах сосудов и аппаратов, экспериментального определения критических скоростей вращения машин. Овладение навыками использования технических инструкций в ходе проведения натуральных экспериментов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	(раздел №2) Теория и расчет тонкостенных оболочек вращения.	24	1. Исследование напряжений, действующих в стенке цилиндра. (Лабораторная установка №4, А-125) 2. Определены напряжения в днищах различной формы, нагруженных внутренним давлением. (Лабораторная установка №6, 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.	ПК-7, ПК-8, ПК-12
2	(раздел №3) Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры.	10	Исследование изгибающих напряжений в бандажках. (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.	ПК-7, ПК-8, ПК-12
3	(раздел №5) Критические скорости вращения вала с од-	20	1. Определение критической скорости вращения вала с од-	Ознакомление с теорией, изучение материальной части установ-	ПК-7, ПК-8, ПК-12

	щающихся валов		ним диском (Лабораторная установка №1, А-125) 2. Определение критических скоростей вращения вала с несколькими дисками (Лабораторная установка №2, А-125)	ки, 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.	
--	----------------	--	--	--	--

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	8	Изучение нормативно технической документации, действующей в РФ. Решение комплексной инженерной задачи, оформление отчета.	ПК-7, ПК-8, ПК-12
2	Применение безмоментной теории к расчету оболочек	28	Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов.	ПК-7, ПК-8, ПК-12
3	Расчет на прочность элементов и узлов оборудования химической промышленности	42	Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета. Решение комплексной инженерной задачи, оформление отчета.	ПК-7, ПК-8, ПК-12
4	Расчет аппаратов высокого давления	12	Изучение лекционного материала. Решение комплексной инженерной задачи, оформление отчета.	ПК-7, ПК-8, ПК-12
5	Критические скорости вращающихся валов	18	Подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов.	ПК-7, ПК-8, ПК-12

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 бально-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечении качества учебного процесса» ФГБОУ ВПО «КНИТУ».

Таблица 9 - Система оценки знаний в рамках изучения дисциплины

Вид работы	Кол-во	Min балл	Max. балл	Min. сумма баллов	Max. сумма баллов
Лабораторные работы	5	5/4/4/4/4	7	21	35
Практические занятия	1	15	25	15	25
Экзамен	1	24	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.	398 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи). Учебное пособие: Альфа-М, 2008, 718с.	705 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.	386 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. учеб. пособие / А.А. Назаров [и др.]. Казан. нац. исслед. технол. ун-т .— Казань : Изд-во КНИТУ, 2015 .— 216 с.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ
2.Поникаров И.И., Поникаров С.И., Хоменко А.А. Конструирование и расчет элементов химического оборудования (электронный учебник). КНИТУ, 2011	9 экз. В УНИЦ КНИТУ
3.Лацинский, 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
4. Тимонин, А.С. Основы конструирования и расчета химико – технологического и природоохранного оборудования: Справочник. В 3 т. Т.1./ А.С. Тимонин. – Калуга, Издательство Н. Бочкаревой, 2002. – 852 с.	40 экземпляров в УНИЦ КНИТУ

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ft.kstu.ru/ft/>
3. Электронные библиотеки:
ЭБС «Znanium.com», - режим доступа: <http://znanium.com/>
ЭБС «Консультант студента», - режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/>
ЭБС «КНИГАФОНД» - режим доступа: <http://www.knigafund.ru/>

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций/слайдов,
- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук. (А-328),

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, полусферическом, эллиптическом, плоском днищах, нагруженных внутренним давлением»;
- лабораторная установка «Исследование изгибающих напряжений в бандажах»;

13. Образовательные технологии

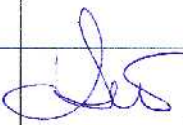
Удельный вес занятий, проводимых с использованием интерактивной формы обучения, составляет 33 часа. Из них: лабораторных занятий 24 часа, практических занятий 9 часов.

В рамках изучения дисциплины «Конструирование и расчет элементов оборудования» применяются следующие образовательные технологии:

- Работа в команде,
- Творческие задания.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине Б1.В.ДВ.7.1 «Конструирование и расчет элементов оборудования», направление подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело», профиль подготовки «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов нефтегазового производства» пересмотрена на заседании кафедры «Машины и аппараты химических производств»

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № от 20)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМЦ
	№8 от 07.09.2018г.	нет	нет	 Сабитов М.Х.	 Поникуров С.И.	 Китасва И.А.