

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

2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.10 Проектирование элементов оборудования нефтегазо-переработки

Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование
(шифр) (наименование)

Профиль/программа Оборудование нефтегазопереработки

Квалификация выпускника бакалавр

Форма обучения очная, очно-заочная

Факультет механический

Кафедра-разработчик рабочей программы МАХП

Курс, семестр III, 6, IV, 7

Форма обучения	очная		очно-заочная	
	Часы	ЗЕ	Часы	ЗЕ
Лекции	36	1	18	0,5
Лабораторные занятия	18	0,5	18	0,5
Практические занятия	18	0,5	9	0,25
СР	63	1,75	81	2,25
КСР	45	1,25	54	1,5
Форма аттестации (контроль)	Экзамен		Экзамен	
	36	1	36	1
Всего	216	6	216	6

Нижнекамск, 2023 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования

(№ 728 от 09.08.2021) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и
(номер, дата утверждения) (шифр) (наименование направления)

оборудование» на основании учебного плана набора обучающихся 2023 года.

Разработчик программы:


доцент каф. МАХП
(должность)


(подпись)

И.Н. Мадышев
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП,
протокол от 19.04.2023 г. № 8

Зав. кафедрой


(подпись)

И.Н. Мадышев
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Проектирование элементов оборудования нефтегазопереработки» являются:

1. приобретение знаний о общих принципах и методологии конструирования машин и аппаратов отрасли;
2. изучение компоновочных, кинематических и конструктивных схем механизмов, машин, агрегатов и комплексов;
3. приобретение навыков расчета оборудования при проектировании;
4. приобретение навыков автоматизированного проектирования, применение компьютерной техники и построителей при разработке конструкторской документации.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Проектирование элементов оборудования нефтегазопереработки» относится к *вариативной* части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Проектирование элементов оборудования нефтегазопереработки» *бакалавр* по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.О.12 Математика
- б) Б1.О.13 Физика
- в) Б1.О.18 Инженерная и компьютерная графика
- г) Б1.О.21 Теоретическая механика
- д) Б1.О.22 Материаловедение
- е) Б1.В.09 Основы проектирования и конструирования
- ж) Б1.О.27 Основы теории колебаний и виброустойчивости

Дисциплина «Проектирование элементов оборудования нефтегазопереработки» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Б1.В.11 Технология нефтехимического машиностроения;
- б) Б1.В.13 Системы автоматизированного проектирования.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Проектирование эле-

ментов оборудования нефтегазопереработки» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

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

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

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

1) Знать:

а) типы и основные характеристики машиностроительного производства;

б) правила разработки, комплектации, оформления и обращения технологической документации.

2) Уметь:

а) применять действующие нормы технологического проектирования технологических комплексов;

б) анализировать структуру действующих технологических комплексов.

3) Владеть:

а) навыками применения норм технологического проектирования при разработке современных проектных решений механосборочных цехов.

4. Структура и содержание дисциплины «Проектирование элементов оборудования нефтегазопереработки»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п /п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточ- ной аттеста- ции по разде- лам
			Лек- ции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	КСР	СРС	
1	Основы конструирования и расчета химических машин и аппаратов	6/7	6/3	3/1	3/3	7/9	10/13	Экзамен, лабораторное и практическое занятие, дискуссия

2	Теория и расчет тонкостенных оболочек вращения.	6/7	6/3	3/2	3/3	8/9	11/14	Экзамен, лабораторное и практическое занятие
3	Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры.	6/7	6/3	3/2	3/3	8/9	11/14	Экзамен, лабораторное и практическое занятие
4	Критические скорости вращения валов	6/7	6/3	3/1	3/3	7/9	10/13	Экзамен, лабораторное и практическое занятие
5	Аппараты и затворы высокого давления	6/7	6/3	3/1	3/3	7/9	10/13	Экзамен, лабораторное и практическое занятие
6	Курсовая работа	6/7	6/3	3/2	3/3	8/9	11/14	Защита курсовой работы
ИТОГО			36/18	18/9	18/18	45/54	63/81	
Форма аттестации				Очная форма: экзамен (36); Очно-заочная форма: экзамен (36)				

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы очная/очно-заочная форма об.	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основы конструирования химических машин и аппаратов.	6/3	Основные требования, предъявляемые к химическому оборудованию. Общие основы конструирования деталей и узлов химического оборудования. Основные рекомендации по выбору конструктивных материалов. Требования к аппаратуре, подведомственной Ростехнадзору.	Определение оболочки. Оболочки как основные элементы химической аппаратуры. Определение оболочки вращения. Срединная поверхность, меридиан, полюс, параллельные дуги, главные радиусы кривизны. Элемент оболочки. Основные соотношения для геометрических параметров элементов. Понятие об осесимметричной равномерно распределенной нагрузке, ее особенности.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
2	Теория и расчет тонкостенных оболочек вращения.	6/3	Основные сведения по геометрии оболочек вращения. Вывод уравнения равновесия элемента на оси X, Z, Y. Деформация элемента оболочки.	Понятие о безмоментной теории расчета тонкостенных оболочек. Вывод уравнений безмоментной теории: уравнения равновесия элемента (уравнения	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

			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.	Лапласа) и уравнения равновесия зоны. Внутренние силы и моменты, действующие на элемент оболочки, природа их возникновения. Размерности внутренних и внешних силовых факторов. Векторное изображение моментов и выбор системы осей координат. Вывод уравнений равновесий сил и моментов, действующих на элемент оболочки вдоль осей X,Y,Z. Напряжения, вызываемые внутренними силами и моментами. Методика расчета оболочки на прочность по этим напряжениям.	
3	Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры.	6/3	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.	Применение уравнений безмоментной теории к расчету напряжений: а) в цилиндрической (с крышкой и без крышек), сферической и конической оболочках, нагруженных внутренним газовым давлением; б) цилиндрической оболочке с днищем, заполненной жидкостью; в) во вращающейся оболочке, находящейся под действием центробежных сил от собственной массы. Элементарные сведения по моментной теории расчета тонкостенных оболочек. Понятие о краевой задаче. Сущность моментной теории. Понятие о краевой задаче. Затухающий характер краевых сил и моментов. Короткие и длинные оболочки. Методика расчета оболочки на прочность с учетом краевых сил и моментов	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
4	Критические скорости вращающихся валов	6/3	Критическая скорость вала с одним диском. Резонансный характер неустойчивости при критической скорости вращения. Выбор рабочей скорости вращения для жестких и гибких валов. Влияние характера	Приближенные методы определения критической скорости вала: а) метод наложения (метод Донкерли); б) энергетический метод Рэлея. Численный метод последовательных приближений при расчете критических скоростей.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

			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		
5	Аппараты и затворы высокого давления	6/3	Расчет аппаратов высокого давления. Температурные напряжения в аппаратах высокого давления. Методы изготовления толстостенных корпусов аппаратов. Конструкции и работа затворов аппаратов высокого давления.	Расчет и проектирование аппаратов высокого давления (АВД). Конструкции корпусов и затворов АВД. Температурные напряжения в аппаратах высокого давления. Методы изготовления толстостенных корпусов аппаратов. Конструкции и работа затворов аппаратов высокого давления.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

6. Содержание практических занятий

На практических занятиях теоретические положения, сформулированные на лекционных занятиях, доводятся до численного решения, конкретной прикладной задачи по индивидуальным вариантам заданий для каждого обучающегося. При выполнении расчетов обучающимся прививаются навыки работы со справочниками и нормативными документами, выбором и обоснованием выбора оптимальных вариантов рассматриваемых параметров, а также составления и оформления расчетных схем и эскизов рассчитываемого оборудования и машин. В зависимости от форм обучения предусмотрена различная продолжительность и перечень выполняемых практических работ по темам и разделам.

№ пп	Раздел дисциплины	Часы очная/ очно-заочная форма об.	Тема практического занятия	Формируемые компетенции
1.	Основы конструирования и расчета химических машин и аппаратов	3/1	<u>Занятие №1.</u> Расчет на прочность от действия внутреннего давления	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
2.	Теория и расчет тонкостенных оболочек вращения.	1/1	<u>Занятие №2.</u> Расчет на прочность и устойчивость от действия внутреннего и	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

			наружного давлений	
		2/1	<u>Занятие №3.</u> Расчет сопряжения оболочек	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
3.	Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры	1/1	<u>Занятие №4.</u> Расчет фланцевого соединения	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
		2/1	<u>Занятие №5.</u> Расчет на прочность и устойчивость от действия внутреннего и наружного давлений.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
4.	Критические скорости вращающихся валов	1/0,5	<u>Занятие №6.</u> Инженерный расчет валов на прочность, жесткость и виброустойчивость.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
		2/0,5	<u>Занятие №7.</u> Расчет на жесткость сплошных и полых валов постоянного поперечного сечения.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
5.	Аппараты и затворы высокого давления	1/0,5	<u>Занятие №8.</u> Днища и крышки сосудов высокого давления	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
		2/0,5	<u>Занятие №9.</u> Напряжение в стенке толстостенных цилиндров.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
Всего		6		

7. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Проектирование элементов оборудования нефтегазопереработки».

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, на основе практического изучения явлений в элементах оборудования, а также выработка студентами определенных умений, связанных с выбором расчетных схем и выполнением расчетов по определению напряжений в элементах оборудования и критических скоростей вращения валов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы очная/очно-заочная форма об.	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	Основы конструирования и расчета химических машин и аппаратов	3/3	Исследование напряжений, действующих в стенке цилиндра.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
2	Теория и расчет тонкостенных оболочек вращения.	3/3	Определение напряжений в днищах различной формы, нагруженных внутренним давлением	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

3	Расчет на прочность и устойчивость элементов и узлов химической аппаратуры.	3/3	Исследование устойчивости цилиндрических оболочек, нагруженных внешним давлением	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
4.	Критические скорости вращающихся валов	3/3	Определение критической скорости вращения вала с одним диском	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
5.	Аппараты и затворы высокого давления	3/3	Исследование напряжений, действующих в стенке толстостенных цилиндров, нагруженных внутренним давлением.	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы очная/очно-заочная форма об.	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Особые требования, предъявляемые к технологическому оборудованию для проведения химических и нефтехимических процессов. Металлические и неметаллические материалы, их сравнительные характеристики, область применения.	10/13	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, выполнение расчетно-графического или домашнего задания	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
2	Методика составления уравнений равновесия элементов оболочки вращения. Вывод уравнений моментной и безмоментной теории расчета оболочек и примеры их практического использования в расчетах.	11/14	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, выполнение расчетно-графического или домашнего задания	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
3	Основы расчета вертикальных колонных аппаратов на действие ветровой нагрузки. Определение ветрового момента. Проверка корпуса и опоры на прочность и устойчивость.	11/14	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, выполнение расчетно-графического или домашнего задания	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
4	Физическая сущность критической скорости вращения валов, ее влияние на работу машин. Методы аналитического и приближенного расчета критической скорости вращения. Понятие жесткого и гибкого валов.	10/13	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, выполнение расчетно-графического или домашнего задания	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
5	Основные признаки и характеристики аппаратов высокого давления (АВД). Распределение напряжений в цилиндрических корпусах АВД. Достоинства и недостатки АВД. Методы повышения несущей способности.	10/13	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, выполнение расчетно-графического или домашнего задания	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
6	Курсовая работа	11/14	Выполнение курсовой работы	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы очная/очно-заочная форма об.	Форма СРС	Формируемые компетенции
-------	---	-----------------------------------	-----------	-------------------------

1	Особые требования, предъявляемые к технологическому оборудованию для проведения химических и нефтехимических процессов. Металлические и неметаллические материалы, их сравнительные характеристики, область применения.	7/9	Прием лабораторных работ и проверка отчетов, расчетно-графического или домашнего задания, консультирование, проверка	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
2	Методика составления уравнений равновесия элементов оболочки вращения. Вывод уравнений моментной и безмоментной теории расчета оболочек и примеры их практического использования в расчетах.	8/9	Прием лабораторных работ и проверка отчетов, расчетно-графического или домашнего задания, консультирование, проверка	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
3	Основы расчета вертикальных колонных аппаратов на действие ветровой нагрузки. Определение ветрового момента. Проверка корпуса и опоры на прочность и устойчивость.	8/9	Прием лабораторных работ и проверка отчетов, расчетно-графического или домашнего задания, консультирование, проверка	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
4	Физическая сущность критической скорости вращения валов, ее влияние на работу машин. Методы аналитического и приближенного расчета критической скорости вращения. Понятие жесткого и гибкого валов.	7/9	Прием лабораторных работ и проверка отчетов, расчетно-графического или домашнего задания, консультирование, проверка	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
5	Основные признаки и характеристики аппаратов высокого давления (АВД). Распределение напряжений в цилиндрических корпусах АВД. Достоинства и недостатки АВД. Методы повышения несущей способности.	7/9	Прием лабораторных работ и проверка отчетов, расчетно-графического или домашнего задания, консультирование, проверка	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3
6	Курсовая работа	8/9	Прием курсовой работы	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины Б1.В.10 Проектирование элементов оборудования нефтегазопереработки используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО «КНИТУ».

Например: при изучении дисциплины предусматривается экзамен, реферат, выполнение двух контрольных работ и четырех лабораторных работ. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	5	12	24
Контрольная работа	4	15	18
Доклад	1	9	18
Экзамен	1	24	40

Итого:		60	100
---------------	--	-----------	------------

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Курсовой проект (работа)	1	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 Проектирование элементов оборудования нефтегазопереработки в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Основы проектирования химических производств и оборудования. [Электронный ресурс] : учеб. / В.И. Косинцев [и др.]. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2017. — 395 с. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru	ЭБС «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru Доступ с любой точки интернет по-сле регистрации IP-адресов НХТИ
2 Закиров, М.А. Машины и аппараты нефтегазопереработки. Часть 2: учеб. пособие/ М.А. Закиров, Э.В. Осипов. - Нижнекамск: НХТИ, 2016. - 155 с.	40 экз. на кафедре

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Закиров, М.А. Машины и аппараты нефтегазопереработки. Часть 2: методические указания / М.А. Закиров. – Нижнекамск: НХТИ, 2017. – 16 с.	40

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины Проектирование элементов оборудования нефтегазопереработки использование электронных источников информации:

1. ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
2. Федеральный портал «Российское образование» - Режим доступа: <http://www.edu.ru/>
3. Федеральный центр информационно- образовательных ресурсов - Режим доступа: <http://fcior.edu.ru/>
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
5. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 14 млн научных статей и публикаций - Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Журнал «Химическое и нефтегазовое машиностроение». Сайт журнала «Химическое и нефтегазовое машиностроение». – Доступ свободный: <http://www.himnef.ru/>

2. Журнал «Машиностроение и инженерное образование». Сайт журнала «Машиностроение и инженерное образование». – Доступ свободный: <https://old.mospolytech.ru/index.php?id=4088>

Согласовано:

Зав. отделом
по библиотечному
обслуживанию



Тарасова В.Я.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. действующими элементами типовых узлов машин и аппаратов для проведения их исследования и расчета;
 2. макетами и образцами для наглядного изучения основных элементов оборудования и машин;
- техническими средствами обучения:
1. Оверхэд-проектор,
 2. Рулонный настенный экран.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены досту-

пом в электронную информационную среду НХТИ. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины Проектирование элементов оборудования нефтегазопереработки:

1. Windows XP
2. Microsoft Office 2007
3. Антивирус Касперского

13. Образовательные технологии

Количество занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 12 часов для очной формы обучения и 10 часов для очно-заочной формы обучения.

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- работа в малых группах;
- дискуссия;
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция- пресс-конференция, мини-лекция);
- системы дистанционного обучения;
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций).