

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
« 22 » 11 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В. ДВ. 62« Расчет элементов оборудования»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профиль подготовки «Технологическое оборудование химических и
нефтехимических производств»

Авторская программа «Машины и аппараты промышленной экологии»

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения Очная

Институт, факультет Инженерный химико-технологический институт
Факультет экологической, технологической и информационной
безопасности

Кафедра-разработчик рабочей программы Оборудование химических заводов

Курс, семестр курс 2, семестр 4

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1
Практические занятия	18	0,5
Лабораторные занятия	18	0,5
Самостоятельная работа	108	3
Форма аттестации	Зачет с оценкой	
Всего	180	5

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2015 г. № 1170 по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профиля подготовки «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств», авторская программа «Машины и аппараты промышленной экологии» на основании учебного плана набора обучающихся 2017 года. Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

профессор кафедры ОХЗ, д.т.н.



В.И. Петров

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Оборудование химических заводов», протокол от 23.10 2017 г. № 6

Зав. кафедрой ОХЗ, профессор



А.Ф. Махоткин

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии ИХТИ от 14.11 2017 г. № 36

Председатель комиссии, профессор



В.Я. Базотов

Начальник УМЦ, доцент



Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.В.ДВ.6.2 «Расчет элементов оборудования» являются:

- а) формирование знаний о терминологии и нормах, принятых в практике расчета и конструирования элементов оборудования отрасли;
- б) формирование умений конструирования и расчета нового оборудования для технологических процессов;
- в) повышение качества инженерной подготовки путем освоения расчета основных машин и аппаратов, применяемых в химической отрасли;
- г) ознакомление с методами расчета основных элементов оборудования;
- д) изучение конструкционных материалов, их свойств и их применение;
- и) раскрытие сущности процессов, происходящих при функционировании элементов оборудования

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина Б1.В.ДВ.6.2 «Расчет элементов оборудования» относится к дисциплинам по выбору обязательных дисциплин ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской, проектно-конструкторской и производственно-технологической деятельности.

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

- а) Материаловедение (Б1.Б.14);
- б) Технология конструкционных материалов (Б1.Б.15);
- в) Сопротивление материалов (Б1.Б.12);
- г) ПАХТ (Б1.В.ОД.11).

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

- а) Оборудование химических заводов (Б1.В.ОД.15);
- б) Оборудование защиты окружающей среды в химической промышленности (Б1.В.ОД.14);
- в) Конструирование технологического оборудования (Б1.В.Д.7.2).

Знания, полученные при изучении дисциплины «Расчет элементов оборудования» могут быть использованы при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» и профилю подготовки «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

1. ПК–3 - способностью принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования

2. ПК – 12 – способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- а) понятия оболочки, элементов емкостной аппаратуры, роторов;
- б) ГОСТы и другие нормативно-технические документы в области расчета и конструирования оборудования;
- в) основные принципы конструирования, основные характеристики конструкционных материалов; современные методы расчета узлов и деталей оборудования.

2) Уметь:

- а) выбирать рациональные конструкционные материалы;
- б) оформлять конструкции узлов и деталей оборудования;
- в) составлять расчетную схему объекта и производить расчеты на прочность и устойчивость конструкции в пределах заданной точности результатов.

3) Владеть:

- а) основными понятиями и терминологией, принятыми в практике расчета конструирования элементов оборудования отрасли;
- б) методами расчета конструирования элементов оборудования отрасли.
- в) компьютерными программами по расчету оборудования;

4. Структура и содержание дисциплины «Расчет элементов оборудования»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п		Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы (в часах)				Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
				Лекция	Семинар (Практическое занятие)	Лабораторные работы	СРС		
1	Тема 1. Влияние конструкционного материала и технологии изготовления на конструкцию машин и аппаратов.	4	1-2	4	6		15	При чтении лекций используются проектор и ноутбук.	Прием практических работ
2	Тема 2. Измельчители, их роль и назначение	4	3-5	6			15	При чтении лекций используются проектор и ноутбук.	контрольное тестирование,
3	Тема 3. Вращающиеся барабанные аппараты	4	6-7	6			18	При чтении лекций используются проектор и ноутбук.	прием лабораторных работ
4	Тема 4. Сосуды и аппараты, расчет и конструирование тонкостенных сосудов	4	8-10	6	6	6	20	При чтении лекций используются проектор и ноутбук.	прием практических работ,
5	Тема 5. Расчет и конструирование аппаратов с перемешивающими устройствами	4	11-13	8		6	20	При чтении лекций используются проектор и ноутбук.	прием лабораторных работ
6	Тема 6. Расчет и конструирование элементов колонных аппаратов	4	14-17	6	6	6	20	При чтении лекций используются проектор и ноутбук.	прием лабораторных работ сдача реферата
	ИТОГО:			36	18	18	108		Зачет с оценкой

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Влияние конструкции материала и технологии изготовления на конструкцию машин и аппаратов.	4	Требования, предъявляемые к химическому оборудованию. Методы и приемы конструирования. Элементы конструкторской документации. Об агрессивном воздействии компонентов, применяемых в химической промышленности на материал аппаратов. Краткая характеристика и основные свойства применяемых материалов. Классификация и маркировка сталей, чугунов и их сплавов. Цветные металлы и их сплавы, неметаллические материалы, металлокерамические и многослойные материалы.	Основные требования по расчету химического оборудования. Рассмотрены методы и приемы конструирования машин и аппаратов. Представлены основные элементы конструкторской документации. Представлена характеристика, свойства материалов для конструирования машин. Рассмотрена классификация сталей, чугунов, цветных металлов и их сплавов. Представлены неметаллические, металлокерамические и многослойные материалы для изготовления машин и аппаратов для различных химических отраслей.	ПК-3, ПК-12
2	Тема 2. Измельчители, их роль и назначение	6	Классификация измельчителей и их анализ. Классификация струйных мельниц. Мельница с плоской помольной камерой. Мельница с вертикальной трубчатой помольной камерой. Методика расчета струйных мельниц. Определение удельного расхода энергоносителя.	Рассмотрена классификация различных измельчителей по энергонапряженности. Представлены конструкции мельниц с плоской помольной камерой, с вертикальной трубчатой помольной камерой. Рассмотрена методика расчета струйной противоточной помольной мельницы. Представлен выбор оптимальной формы	ПК-3, ПК-12

				разгонных трубок и определение их размеров. Расчет пылеразделителя для струйных мельниц.	
3	Тема3. Вращающиеся барабанные аппараты	6	Принципы конструирования вращающихся барабанных аппаратов, выбор внутренней насадки. Расчет времени пребывания материала в барабане. Расчет привода вращающегося барабана.	Рассмотрена конструкция, устройство и принцип работы вращающихся барабанных аппаратов для различных производств. Представлена схема привода, расчет бандажей и роликов барабана. Определены основные нагрузки, опасные сечения, возникающие в бандаже и ролике вращающегося барабанного аппарата.	ПК-3, ПК-12
4	Тема 4. Сосуды и аппараты, расчет и конструирование тонкостенных сосудов	6	Общая последовательность проектирования сосуда. Допускаемое напряжение, рабочее и расчетное давление. Исполнительная толщина стенки. Цилиндрические и конические обечайки. Выпуклые днища, плоские и круглые днища и крышки. Расчет элементов аппаратов, нагруженных наружным давлением. Потеря устойчивости.	Основные понятия сосудов и аппаратов, их назначение. Проектные и проверочные расчеты, ознакомление с ГОСТ 14249-89. Коэффициент прочности сварных швов. Расчет цилиндрических и конических обечаек. Перечень основных ГОСТов по расчетам обечаек. Укрепление отверстий в стенках аппаратов. Основное условие устойчивости работы обечаек. Расчет обечаек снабженных кольцами жесткости.	ПК-3, ПК-12
5	Тема5. Расчет и конструирование аппаратов с перемешивающими устройствами	8	Классификация аппаратов, значение и удельный вес емкостной аппаратуры на предприятиях химической промышленности. Емкостные аппараты, работающие под атмосферным	Рассмотрены конструкции аппаратов с мешалками. Классификация мешалок по типу и области применения, схема расчета валов на прочность и жесткость. Критическая скорость вращения вертикального вала, жесткий и гибкий	ПК-3, ПК-12

			давлением. Влияние характера опор на критическое число оборотов вала.	валы. Рассмотрены основные варианты установки реакторов с мешалками на опоры. Основы расчета опор аппаратов.	
6	Тема 6. Расчет и проектирование элементов колонных аппаратов	6	Массообменные колонные аппараты и их классификация. Сравнительная характеристика различных тарелок и аппаратов. Классификация контактных устройств массообменных аппаратов, конструкция вихревых контактных устройств. Выбор и расчет переливных устройств, определение основных размеров. Расчет вертикальных аппаратов, находящихся под действием ветровой нагрузки, расчет площади фундаментального кольца.	Рассмотрены конструкции массообменных тарельчатых аппаратов для различных химических отраслей. Основные требования при проектировании контактных устройств и их выбор. Влияние конструкции контактных устройств на унос жидкой фазы, на эффективность многоступенчатого аппарата. Расчет основных размеров контактных устройств, расчет диаметра тарельчатой колонны.	ПК-3, ПК-12

6. Содержание практических занятий с указанием используемых инновационных образовательных технологий.

Учебным планом по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Расчет элементов оборудования»

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Название практической работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Влияние конструкционного материала и технологии	4	Конструирование и расчет элементов литой аппаратуры	Литье деталей из чугуна марки ЧС-15	ПК-3, ПК-12
2	Тема 4. Сосуды и аппараты, расчет и конструирование	4	Расчет обечаек с кольцами жесткости нагруженных наружным давлением	Расчет прочности обечаек	ПК-3, ПК-12
3	Тема 5. Расчет и конструирование аппаратов с перемешивающими устройствами	6	Расчет аппаратов с перемешающими устройствами	Выбор конструктивных аппаратов и мешалок, расчет мощности, вала, эл. двигателя	ПК-3, ПК-12
4	Тема 6. Расчет и конструирование элементов колонных аппаратов	4	Расчет конструктивных параметров ВКУ	Расчет площади, объема вихревых контактных устройств	ПК-3, ПК-12

7. Содержание лабораторных занятий по дисциплине «Расчет элементов оборудования».

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Название лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 2. Измельчители, их роль и назначение	4	Исследование дисперсного состава сыпучих веществ	Определение степени измельчения сыпучих	ПК-3, ПК-12

2	Тема 5. Расчет и проектирование аппаратов с перемешивающими устройствами	4	Исследование аппаратов с перемешивающими устройствами	Исследование аппаратов с мешалками	ПК-3, ПК-12
3	Тема 6. Расчет и проектирование элементов колонных аппаратов	6	Исследование влияния конструкции ВКУ на гидродинамику	Исследование брызгоуноса, удерживающей способности ВКУ	ПК-3, ПК-12
4	Тема 6. Расчет и проектирование элементов колонных аппаратов	4	Исследование влияния конструкции ВКУ на массообмен	Исследование массоотдачи ВКУ	ПК-3, ПК-12

8. Самостоятельная работа бакалавра

Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС*	Формируемые компетенции
Тема 1. Влияние конструкционного материала и технологии изготовления на конструкцию машин и аппаратов.	15	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы	ПК-3, ПК-12
Тема 2. Измельчители, их роль и назначение	15	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, выполнение типового расчета, написание реферата, выполнение расчетно-графического или домашнего задания	ПК-3, ПК-12
Тема 3. Вращающиеся барабанные аппараты	18	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы	ПК-3, ПК-12

Тема 4. Сосуды и аппараты, расчет и конструирование тонкостенных сосудов	20	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы	ПК-3, ПК-12
Тема 5. Расчет и конструирование аппаратов с перемешивающими устройствами	20	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы	ПК-3, ПК-12
Тема 6. Расчет и конструирование элементов колонных аппаратов	20	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, выполнение типового расчета, написание реферата, выполнение расчетно-графического или домашнего задания	ПК-3, ПК-12

** Примечание: в графе «форма СРС» указываются конкретные формы СРС (подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов, выполнение типового расчета, написание реферата, выполнение расчетно-графического или домашнего задания и т.п.), выполняемые студентом по каждому разделу дисциплины.*

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Расчет элементов оборудования» 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.

Минимальное значение текущего рейтинга не менее 60 баллов (при условии, что выполнены все контрольные точки), максимальное значение - 100 баллов.

По дисциплине «Расчет элементов оборудования» запланировано 4 лабораторных 4 практических задания. Сдача лабораторной работы оценивается минимально в 4 балла, максимально в 7 баллов, практической работы оценивается минимально в 4 балла, максимально в 7 баллов. Тестовая работа минимально – 16 балл, максимально – 24 балла. За защиту реферата: минимально – 12 баллов, максимально - 20 баллов.

Итого:	Лабораторные работы: минимально	4 x 4 = 16;	максимально	4 x 7 = 28
	Практические работы: минимально	4 x 4 = 16;	максимально	4 x 7 = 28
	Тестирование	1 x 16 = 16		1 x 24 = 24
	Защита рефератов	1 x 12 = 12		1 x 20 = 20

ИТОГО:	60 баллов	100 баллов
--------	-----------	------------

Возможна дополнительная сдача (пересдача) контрольных точек в дополнительные сроки, согласованные с деканатом.

Максимальное кол-во баллов при зачёте должно быть 100.

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Расчет элементов оборудования»

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «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. – М. : Альфа, 2010. -382 с.	399 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Поникаров И.И., Поникаров С.И. Расчет машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи). – М. : Альфа, 2008. -720 с	350 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Лащинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочник. Л.: Машиностроение, 2010. – 752 с.	1000 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации, рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
4. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. Справочник. Калуга. Том 1. Изд. 2-е, 2002,	40 экз. в УНИЦ КНИТУ
5. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. Справочник. Калуга. Том 2. Изд. 2-е, 2002,	40 экз. в УНИЦ КНИТУ
6. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. Справочник. Калуга. Том 3. Изд. 2-е, 2002,	40 экз. в УНИЦ КНИТУ
7. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Под ред. Михалева М.Ф., М.: Машиностроение, 1984, - 300с	204 экз. в УНИЦ КНИТУ
8. Конструирование и расчет машин химических производств. Под ред. Кольмана-Иванова Э.Э.. М.: Машиностроение, 1985, - 406 с	62 экз. в УНИЦ КНИТУ
9. Орлов П.И. Основы конструирования. Книга 1, 3-е изд., справочно - метод. пособие М.: Машиностроение, 1988, - 560 с.	10 экз. в УНИЦ КНИТУ
10. Орлов П.И. Основы конструирования. Книга 2, 3-е изд., справочно - метод. пособие М.: Машиностроение, 1988, - 544 с.	13 экз. в УНИЦ КНИТУ

11. 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.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины могут быть использованы мультимедийные средства на кафедре ОХЗ корпус И-3 ИХТИ, И-336, И-351а.

1. Лекционные занятия:

- а) комплект электронных презентаций/слайдов;
- б) аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер);

2. Прочее:

- а) мультимедийная техника: компьютер, проектор, экран.
- Программное обеспечение: 1. Windows XP. 2. Microsoft Office.

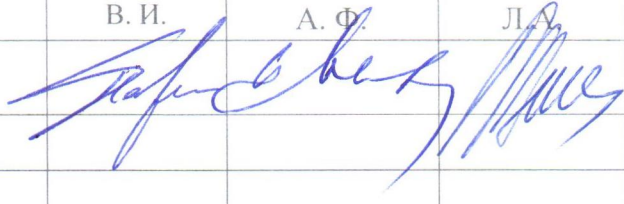
13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий по дисциплине «Расчет элементов оборудования», проводимых в интерактивных формах, составляет: 19 часов.

- чтение лекций с использованием презентаций,
- решение ситуационных и практических задач группами студентов,
- просмотр учебных презентаций.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине « Расчет элементов оборудования »
 По направлению 15.03.02 « Технологические машины и оборудование »
 для профиля « Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств »
 Авторская программа « Машины и аппараты промышленной экологии »
 для набора обучающихся 2019 года
 форма обучения очная
 пересмотрена на заседании кафедры «Оборудования химических заводов»

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № от ____ 20__)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литератур ы	Подпись разработ- чика РП Петров В. И.	Подпись заведующего кафедрой Махоткин А. Ф.	Подпись начальника УМЦ Китаева Л. А.
	№19 от 17.06.2019г	Есть*	Нет			

* 11.4 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название	Краткое описание	Режим доступа
Техэксперт	Нормативная и техническая документация по расчету и проектированию оборудования	https://cntd.ru/
СНИПы и ГОСТы	СНИПы и ГОСТы. Справочный ресурс	https://www.snip-info.ru/
ГОСТ ИНФОРМ	Справочник государственных стандартов	https://gostinform.ru/

Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Расчет элементов оборудования»:

- MS Office 2010-2016 Standard от 08.11.2016 № 16/2189/Б
- Аскон Компас 3D v14 Лицензионное соглашение АГ-13-01791 от 08.08.2014
- COMSOL Multiphysics 76/17 от 22.12.2017