

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Нижнекамский 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
 «12» 04 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.15 Насосы и компрессоры

Направление подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль/программа «Машины и аппараты химических производств»

Квалификация выпускника бакалавр

Факультет механический

Кафедра-разработчик рабочей программы ПАХТ

Форма обучения	Очная		Очно-заочная/Заочная	
Объем	Часы	ЗЕТ	Часы	ЗЕТ
Лекции	18	0,5	9/4	0,25/0,11
Лабораторные занятия	18	0,5	18/10	0,5/0,28
Самостоятельная работа (СР)	45	1,25	54/85	1,5/2,36
Контроль СР	36	1	36/36	1/1
Форма аттестации – экзамен	27	0,75	27/9	0,75/0,25
Всего	144	4	144/144	4/4
Курс, семестр	III, 6		III, 6/II, 4	

Нижнекамск, 2021 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 923 от 7.08.2020 г. по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» на основании учебного плана набора обучающихся 2020 г.

Разработчик программы:

доцент
(должность)


(подпись)

М.Г. Гарипов
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ протокол от 29.03.2021 г. № 6

Зав. кафедрой: доц.




Д.Н. Латыпов

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры МАХП, реализующей подготовку основной образовательной программы, от 10.03.2021 г. № 7

Зав. кафедрой: доц.
(подпись)



И.А. Сабанаев

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Насосы и компрессоры» являются:

а) научить студентов производить расчеты, связанные с использованием насосов и компрессоров;

б) обучение студентов принципам работы, основам проектирования, регулирования и эксплуатации систем, механизмов и устройств, предназначенных для повышения давления, подачи и перемещения различных сред, а также планированию и проведению мероприятий по повышению эффективности работы данного оборудования.

В результате преподавания данной дисциплины могут быть решены следующие задачи: разработка методов расчета насосов и компрессоров, различных гидро- и пневмосистем с их использованием; ознакомление с типами машин и их характеристиками.

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

Дисциплина «Насосы и компрессоры» относится к формируемой участниками образовательных отношений части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.02 набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для технологической, проектной и научно-исследовательской деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Насосы и компрессоры» *бакалавр по направлению подготовки 18.03.02* должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Б1.О.12 Математика;

б) Б1.О.13 Физика;

в)

Б1.О.21 Теоретическая механика;

г) Б1.О.28 Механика жидкостей и газов.

Дисциплина «Насосы и компрессоры» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

а) Б1.В.05 Проектирование современного технологического оборудования химических и нефтехимических производств;

б) Б1.В.10 Машины и аппараты химических производств;

в) Б1.В.16 Монтаж и ремонт технологического оборудования;

г) Б1.О.31 Надежность технологического оборудования.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Насосы и компрессоры» могут быть использованы при прохождении практик (учебной, преддипломной) и выполнении *выпускных квалификационных работ* по направлению подготовки 18.03.02.

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

Компетенция:

ПК-4-способен разрабатывать и планировать внедрение новой техники и передовой технологии.

Индикаторы достижения компетенции:

ПК-4.1-знает методы определения эффективности внедрения новой техники и технологии, рационализаторских предложений и изобретений;

ПК-4.2-умеет разрабатывать методические и нормативные материалы, техническую документацию на новую технику и передовую технологию;

ПК-4.3-владеет навыками разработки и реализации планов внедрения новой техники и технологии, проведения организационно-технических мероприятий, опытно-конструкторских работ.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать: методы расчета гидро- и пневмосистем, параметров насосов и компрессоров.

2) Уметь: использовать эти знания при проектировании и эксплуатации разнообразных технологических систем и установок.

3) Владеть: основной терминологией дисциплины, полученными навыками при расчете гидро- и пневмосистем и подборе по каталогам насосов и компрессоров.

4. Структура и содержание дисциплины «Насосы и компрессоры»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 ЗЕТ, 144_часа.

п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы в часах				Оценочные средства для промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Лабораторные работы	КСР	СР	
	Насосы	6, 6*, 4**	9; 5*, 2**	9, 9*, 5**	15, 9*	23, 27*, 43**	Лабораторная работа, тест
	Компрессоры	6, 6*, 4**	9, 4*, 2**	9, 9*, 5**	15, 9*	22, 27**, 42**	Лабораторная работа, тест
	Всего		18, 9*, 4**	18, 18*, 10**	36, 36**, 36**	45, 54*, 85**	
Форма аттестации							Экзамен-27, 27*, 9**часов

Очная, очно-заочная* и заочная** форма обучения

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	Индикаторы достижения компетенции
1	Насосы	9; 5*, 2**	1. Общие сведения о насосах. 2. Лопастные насосы. 3. Вихревые и струйные насосы.	1. <u>Общие сведения о насосах.</u> Классификация насосов. Принцип действия динамических и объемных машин. Основные параметры: подача, напор, мощность и к.п.д. 2. <u>Лопастные насосы.</u> 2.1. <u>Основы теории лопастных насосов.</u> Центробежные насосы, схема проточной части, кинематика потока. Уравнение Эйлера. Теоретический напор, влияние конструктивных и режимных параметров. Полезный напор. Коэффициенты полезного действия. Характеристики центробежных насосов. Основы теории подобия и формулы пересчета. Основные сведения об осевых насосах.	ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3

				<p>2.2. <u>Эксплуатационные расчеты</u> <u>лопастных насосов</u>. Насосные установки. Регулирование подачи. Последовательное и параллельное соединение насосов. Кавитация в лопастных насосах. Кавитационный запас и кавитационные характеристики. Допустимая высота всасывания. Подбор насосов по каталогам.</p> <p>3. <u>Вихревые и струйные насосы</u>. Схема вихревого насоса, принцип действия, характеристика и область применения. Схема струйного насоса, принцип действия, характеристика и область применения.</p> <p>3.1. <u>Объемные насосы</u>. Устройство, принцип действия и классификация поршневых насосов. Средняя производительность и закон подачи насоса. Неравномерность подачи и методы ее выравнивания. Определение инерционного напора. Воздушные колпаки. Допустимая высота всасывания. Индикаторная диаграмма. Конструкции поршневых насосов, их достоинства и недостатки.</p> <p>Устройство, принцип действия и классификация роторно-поршневых, пластинчатых, шестеренных и винтовых насосов. Основные параметры и области их применения.</p>	
2	Компрессоры	9, 4*, 2**	<p>4. Общие сведения о компрессорах.</p> <p>5. Поршневые компрессоры.</p> <p>6. Центробежные компрессоры.</p> <p>7. Ротационные компрессоры.</p>	<p>4.1. <u>Общие сведения о компрессорах</u>. Понятие о компрессорных машинах. Классификация компрессоров. Область применения компрессоров. Особенности сжатия газов.</p> <p>4.2 <u>Термодинамические основы сжатия газов</u>. Сжатие газа в идеальной компрессорной машине. Энергетический баланс.</p>	ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3

				<p>Процессы сжатия газа в идеальной компрессорной машине. Индикаторная диаграмма. Объемный коэффициент. Изотермический и адиабатный к.п.д.</p> <p>4.3 <u>Поршневые компрессоры.</u> Классификация и типы поршневых машин. Производительность поршневой машины, коэффициент подачи. Мощность и к.п.д. поршневых машин. Пределы сжатия газа в одной ступени. Многоступенчатое сжатие газа. Особенности работы поршневых вакуум-насосов. Регулирование производительности поршневых компрессоров. Основные правила эксплуатации поршневых компрессоров.</p> <p>4.4 <u>Центробежные компрессоры.</u> Устройство и принцип действия центробежных компрессорных машин. Напор центробежных машин. Степень повышения давления газа в турбомашинах. Мощность и к.п.д. турбомашин. Рабочие характеристики турбомашин. Конструкции турбомашин. Осевые компрессоры. Основные правила эксплуатации турбомашин.</p> <p>4.5 <u>Ротационные компрессоры.</u> Ротационно-пластинчатые, жидкостно-кольцевые, двухроторные и винтовые компрессоры. Принцип действия, характеристика и область применения.</p>	
--	--	--	--	--	--

6. Содержание практических занятий

Учебным планом не предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Насосы и компрессоры».

7. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Насосы и компрессоры». Цель проведения лабораторных работ – освоение практических навыков работы с лабораторными стендами.

Лабораторные работы по компрессорам проводятся с использованием виртуальных лабораторных установок.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	Насосы	3; 3*, 3**	1. Параметрические испытания центробежного насоса	ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
	Насосы	3; 3*, 2**	2. Параллельная работа центробежных насосов	ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
	Насосы	3; 3*, 0**	3. Последовательная работа центробежных насосов	ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
2	Компрессоры	3; 3*, 3**	4. Параметрические испытания турбокомпрессора	ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
	Компрессоры	3; 3*, 0**	5. Параллельная работа турбокомпрессоров	ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
	Компрессоры	3; 3*, 2**	6. Последовательная работа турбокомпрессоров	ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	<p><u>Вихревые и струйные насосы.</u> Схема вихревого насоса, принцип действия, характеристика и область применения. Схема струйного насоса, принцип действия, характеристика и область применения.</p> <p>3.1. <u>Объемные насосы.</u> Устройство, принцип действия и классификация поршневых насосов. Средняя производительность и закон подачи насоса. Неравномерность подачи и методы ее выравнивания. Определение инерционного напора. Воздушные колпаки. Допустимая высота всасывания. Индикаторная диаграмма. Конструкции поршневых насосов, их достоинства и недостатки.</p> <p>Устройство, принцип действия и классификация роторно-поршневых, пластинчатых, шестеренных и винтовых насосов. Основные параметры и области их применения.</p>	23, 27*, 43**	Подготовка к экзамену, к лабораторной работе, тесту	ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
2	<p><u>Поршневые компрессоры.</u> Классификация и типы поршневых машин. Производительность поршневой машины, коэффициент подачи. Мощность и к.п.д. поршневых машин. Пределы сжатия газа в одной ступени. Многоступенчатое сжатие газа. Особенности работы поршневых вакуум-насосов.</p>	22, 27*, 42**	Подготовка к экзамену, к лабораторной работе, тесту	ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3

	<p>Регулирование производительности поршневых компрессоров. Основные правила эксплуатации поршневых компрессоров.</p> <p>4.4 <u>Центробежные компрессоры.</u> Устройство и принцип действия центробежных компрессорных машин. Напор центробежных машин. Степень повышения давления газа в турбомашинах. Мощность и к.п.д. турбомашин. Рабочие характеристики турбомашин. Конструкции турбомашин. Осевые компрессоры. Основные правила эксплуатации турбомашин.</p> <p>4.5 <u>Ротационные компрессоры.</u> Ротационно-пластинчатые, жидкостно-кольцевые, двухроторные и винтовые компрессоры. Принцип действия, характеристика и область применения.</p>			
3	Все темы разделов 1-2	45, 54*, 85**	Подготовка к экзамену	ПК-15, ПК-16, ПК-18

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КРС	Индикаторы достижения компетенции
1	<p><u>Вихревые и струйные насосы.</u> Схема вихревого насоса, принцип действия, характеристика и область применения. Схема струйного насоса, принцип действия, характеристика и область применения.</p> <p>3.1. <u>Объемные насосы.</u> Устройство, принцип действия и классификация поршневых насосов. Средняя производительность и закон подачи насоса. Неравномерность подачи и методы ее выравнивания. Определение инерционного напора. Воздушные колпаки. Допустимая высота всасывания. Индикаторная диаграмма. Конструкции поршневых насосов, их достоинства и недостатки.</p> <p>Устройство, принцип действия и классификация роторно-поршневых, пластинчатых, шестеренных и винтовых насосов. Основные параметры и области их применения.</p>	18, 18*, 18**	<p>Приём лабораторной работы и отчёта по ней.</p> <p>Тестирование.</p> <p>Экзамен.</p>	ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3

2	<p><u>Поршневые компрессоры.</u> Классификация и типы поршневых машин. Производительность поршневой машины, коэффициент подачи. Мощность и к.п.д. поршневых машин. Пределы сжатия газа в одной ступени. Многоступенчатое сжатие газа. Особенности работы поршневых вакуум-насосов. Регулирование производительности поршневых компрессоров. Основные правила эксплуатации поршневых компрессоров.</p> <p>4.4 <u>Центробежные компрессоры.</u> Устройство и принцип действия центробежных компрессорных машин. Напор центробежных машин. Степень повышения давления газа в турбомашинах. Мощность и к.п.д. турбомашин. Рабочие характеристики турбомашин. Конструкции турбомашин. Осевые компрессоры. Основные правила эксплуатации турбомашин.</p> <p>4.5 <u>Ротационные компрессоры.</u> Ротационно-пластинчатые, жидкостно-кольцевые, двухроторные и винтовые компрессоры. Принцип действия, характеристика и область применения.</p>	18, 18*, 18**	<p>Приём лабораторной работы и отчёта по ней. Тестирование. Экзамен</p>	ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3
3	Все темы разделов 1-2	36, 36*, 36**		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Насосы и компрессоры» используется рейтинговая система оценки знаний обучающихся на основании «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса». Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе.

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	6, 6*, 4**	24	40
Тест	1	12	20
Экзамен	1	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 «Насосы и компрессоры» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Визгалов, С.В. Основы термодинамических расчетов парокompрессионных холодильных машин: учеб. пособие/ С.В. Визгалов, А.М. Ибраев, А.А. Сагдеев, М.С. Хамидуллин.- Казань: "Слово", 2016.-158 с.	50
2. Аникин, Ю. В. Насосы и насосные станции : учебное пособие[Электронный ресурс] / Ю. В. Аникин, Н. С. Царев, Л. И. Ушакова ; научный редактор В. И. Аксенов. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. — 138 с. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=331906 , по паролю.- ЭБС «Znanium»	1 (безлимитный доступ к ЭБС «Znanium» после регистрации с IP-адреса НХТИ)

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Рассел, Джесси Компрессор / Джесси Рассел. - М.: VSD, 2013. - 220 с.	1 (доступ к ЭБС «Znanium» после регистрации с IP-адреса НХТИ)
2. Лабораторный практикум по механике жидкости и газа (учебное пособие) / М.Г. Гарипов, Д.Н. Латыпов. СПб: Свое издательство. 2019.-104 с.	100

11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины НИК рекомендуется использование электронных источников информации:

Адрес Интернет-ресурса	Наименование Интернет-ресурса
Федеральный портал «Российское образование» http://www.edu.ru/	Открытый Интернет-ресурс, свободный безлимитный доступ.
Федеральный центр информационно- образовательных ресурсов http://fcior.edu.ru/	Электронные образовательные ресурсы и сервисы для всех уровней и ступеней образования. Открытый Интернет-ресурс, свободный безлимитный доступ.

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» http://window.edu.ru/	Российское образование: единое окно доступа к образовательным ресурсам, свободный безлимитный доступ.
http://elibrary.ru/defaultx.asp	Научная электронная библиотека

11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Журнал « Теоретические основы химической технологии» - Доступ свободный:
<https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=39180218>.

2. Журнал « Известия ВУЗов».- Доступ свободный:
https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=7725.

Согласовано:

Зав. отделом по библиотечному
обслуживанию



Тарасова В.Я.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

№ кабинета, название	Перечень основного оборудования в учебных кабинетах	Фактический адрес учебных кабинетов
106 Лаборатория теплообменных процессов	<p>Комплект технического оснащения, учебного и лабораторного оборудования: оверхэд-проектор, экран на треноге, ноутбук, компьютеры с доступом к сети «Интернет».</p> <p>Лабораторная установка для испытания различных конструкций теплообменников, лабораторная установка по ректификации.</p> <p>Мебель: доска ученическая, сейф, столы, стулья, скамья.</p> <p>Программное обеспечение: Windows7, MicrosoftOffice 2007, Антивирус Касперского.</p> <p>Оборудование и материалы, обеспечивающие соблюдение требований пожарной безопасности и охраны здоровья обучающихся: огнетушитель.</p>	423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. 30 лет Победы, д. 5А
106 Кабинет для самостоятельно й работы студентов, групповых и индивидуальны х консультаций	<p>Комплект технического оснащения, учебного и лабораторного оборудования: оверхэд-проектор, экран на треноге, ноутбук, компьютеры с доступом к сети «Интернет».</p> <p>Мебель: доска ученическая, сейф, столы, стулья, скамья.</p> <p>Программное обеспечение: Windows7, MicrosoftOffice 2007, Антивирус Касперского.</p>	423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. 30 лет Победы, д. 5А

	Оборудование и материалы, обеспечивающие соблюдение требований пожарной безопасности и охраны здоровья обучающихся: огнетушитель.	
121 Лаборатория процессов и аппаратов химической технологии	<p>Комплект технического оснащения, учебного и лабораторного оборудования: стенд «исследование гидродинамики зернистых материалов, установка для изучения теплообменного процесса в кожухотрубчатом теплообменнике, установка для определения температуры кипения жидкости, установка для определения констант фильтрования, установка «Теплопередача в теплообменнике « Труба в трубе», установка для изучения гидродинамической структуры потока жидкости., установка для определения режимов работы насадочной колонны, установка для изучения процесса ректификации, аппарат АРН-2, установка для перемешивания и растворения твердого вещества (перемешивающее устройство ПЭ-8100), экспериментальная установка, установка для исследования массообмена насадочных колонн, макет наружной установки производственного оборудования.</p> <p>Мебель: раковина, доска аудиторная, тумба, шкаф, столы, стулья, скамья.</p> <p>Оборудование и материалы, обеспечивающие соблюдение требований пожарной безопасности и охраны здоровья обучающихся: огнетушитель.</p>	423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. 30 лет Победы, д. 5А
121 Кабинет курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	<p>Мебель: раковина, доска аудиторная, тумба, шкаф, столы, стулья, скамья.</p> <p>Оборудование и материалы, обеспечивающие соблюдение требований пожарной безопасности и охраны здоровья обучающихся: огнетушитель.</p>	423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. 30 лет Победы, д. 5А
123 Лаборатория гидравлики и гидравлических машин	<p>Комплект технического оснащения, учебного и лабораторного оборудования: лабораторный стенд «Гидростатика» (Росучприбор), лабораторный стенд «Гидродинамика» (Росучприбор), лабораторная установка для определения характеристики центробежного насоса, лабораторно - промышленный комплекс «Частотно-регулируемый привод насосной станции».</p> <p>Мебель: доска ученическая, столы, стулья, скамья.</p> <p>Оборудование и материалы, обеспечивающие соблюдение требований пожарной безопасности и охраны здоровья обучающихся: огнетушитель.</p>	423578, Республика Татарстан, г. Нижнекамск, ул. 30 лет Победы, д. 5А

13. Образовательные технологии

В процессе проведения аудиторных занятий применяются следующие образовательные технологии обучения (в интерактивных формах), общая продолжительность которых составляет 8, 6*, 3** часов.

Раздел	Вид занятия	Интерактивная форма	Часы
Общие сведения о насосах. Общие сведения о компрессорах.	Лабораторное занятие	Тест	2, 2*, 1**
Работа центробежного насоса на сеть. Параллельное и последовательное соединение насосов	Лабораторное занятие	Работа с лабораторными стендами	3, 2*, 1**
Конструкции насосов: центробежных, осевых, ротационных, вихревых и струйных	Лекция	Работа с наглядными пособиями	3, 2*, 1**