

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
09. 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.11 «Конструирование и эксплуатация поршневых компрессоров»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профили подготовки: 1. «Вакуумная и компрессорная техника физических установок», 2. «Компрессорные машины и установки»

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет ИХНМ, ЭМТО

Кафедра-разработчик рабочей программы «Компрессорные машины и установки»

Курс, семестр 4 (7)

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	18	0,5
Семинарские занятия	-	
Лабораторные занятия	18	0,5
Самостоятельная работа	54	1,5
Форма аттестации	зачет, курсовой проект	
Всего		3

1.-для набора студентов 2015 г., 2016 г.

2.- для набора студентов 2017 г., 2018 г.

Казань, 2018 г.

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

(№ 1170 от 20.10.2015 г.)

(номер, дата утверждения)

по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», (шифр) (наименование)

на основании учебных планов обучающихся 2015 - 2018 годов.

Разработчик программы:

Ст. преподаватель
(должность)



(подпись)

Егоров А.Г.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КМУ, протокол от « 3 » сентября 2018 г. № 1

Зав. кафедрой,
профессор



(подпись)

Сагбиев И.Р.
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии ФЭМТО

(факультета или института, к которому относится кафедра-разработчик РП)

от « 10 » сентября 2018 г. № 1

Председатель комиссии, доцент



(подпись)

Хамидуллин М.С.
(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ, доцент



(подпись)

Китаева Л.А.
(Ф.И.О.)

Целями освоения дисциплины «Конструирование и эксплуатация поршневых компрессоров» являются

а) формирование знаний о современных методах расчёта поршневых компрессоров, принципах и методах подбора основного и вспомогательного оборудования при проектировании компрессорных установок;

б) обучение способам применения методов динамического и прочностного расчетов поршневого компрессора при проектировании;

в) формирование знаний в области эксплуатации поршневого компрессора.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Конструирование и эксплуатация поршневых компрессоров» 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, необходимых для выполнения научно-исследовательской, проектно-конструкторской и производственно-технологической видов деятельности. Для успешного освоения дисциплины «Конструирование и эксплуатация поршневых компрессоров» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Б1.В.ОД.4 Вычислительные методы в вакуумной и компрессорной технике

б) Б1.Б.19 Основы проектирования

в) Б1.Б12- Сопротивление материалов

г) Б1.Б13 Теория механизмов и машин

д) Б1.В.ОД.10 Поршневые компрессоры

е) Б1.В.ОД.8 Управление техническими системами

Дисциплина «Конструирование и эксплуатация поршневых компрессоров» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

а) Б1.В.ОД.14 Газораспределительные и компрессорные станции

б) Б1.В.ОД.17 Современные пакеты трехмерного моделирования

Знания, полученные при изучении дисциплины «Конструирование и эксплуатация поршневых компрессоров» могут быть использованы при прохождении преддипломной практики, а так же при выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. ПК-5 способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования

2. ПК-6 способность разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- 1) принцип действия и конструкцию поршневого компрессора;
- 2) основы проектирования поршневого компрессора;
- 3) особенности эксплуатации поршневого компрессора.

2) Уметь:

- 4) проектировать поршневой компрессор;
- 5) определять неисправности поршневого компрессора;
- 6) эксплуатировать поршневой компрессор.

3) Владеть:

- 7) навыками в области проектирования поршневого компрессора;
- 8) методами расчета деталей поршневого компрессора.

4. Структура и содержание дисциплины «Конструирование и эксплуатация поршневых компрессоров».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам	
			Лек-ции	Семинар (Практические занятия, лабораторные практикумы)	Лабораторные работы	СРС		
1	Основные понятия и предмет курса	7	1	-		1	Устный опрос	
2	Динамика поршневого компрессора	7	4	-		2	Устный опрос	
3	Уравновешивание поршневого компрессора	7	3			3	Устный опрос	
4	Проектирование компрессора	7	2	14		2	Устный опрос, собеседование по практическим занятиям	
5	Расчет и выбор клапанов компрессора	7	1		2	2	Устный опрос, отчёты по лабораторным работам	
6	Смазка компрессора	7	2		4	2	Устный опрос, отчёты по лабораторным работам	
7	Методы регулирования производительности	7	1		4	2	Устный опрос, отчёты по лабораторным работам	
8	Эксплуатация поршневого компрессора	7	4	4	8	4	Устный опрос, отчёты по лабораторным работам, собеседование по практическим занятиям, тестирование	
	Выполнение курсового проекта	7				36	Расчётно-пояснительная записка и графическая часть проекта	
	Итого		18	18	18	54		
Форма аттестации		зачет, курсовой проект						

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	Основные понятия и предмет курса	1	Основные понятия и определения	Задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Основные элементы поршневых компрессоров. Схемы компрессоров. Выбор числа рядов и размещение ступеней в ряду. Базы компрессоров.	ПК-5, ПК-6
2	Динамика поршневого компрессора	4	Кинематика и динамика компрессора	Кинематика поршневого компрессора. Силы, действующие в поршневом компрессоре. Массы движущихся частей. Построение диаграмм суммарных поршневых сил и противодействующего момента	ПК-5, ПК-6
3	Уравновешивание поршневого компрессора	3	Уравновешивание сил инерции	Уравновешивание сил инерции вращающихся и возвратно-движущихся масс. Уравновешивание вертикального, оппозитного, V и W-образного компрессоров. Влияние схемы машины на ее уравновешенность	ПК-5, ПК-6
4	Проектирование компрессора	2	Проектирование компрессора	Типы компрессоров. Достоинства и недостатки различных типов. Предварительная конструктивная компоновка компрессора. Расчет основных деталей.	ПК-5, ПК-6
5	Расчет и выбор клапанов компрессора	1	Клапаны компрессора	Принудительное газораспределение. Самодействующие клапаны. Принцип действия. Основные типы. Выбор клапана и упрощенный метод расчета. Основные конструктивные соотношения в клапанах, материалы.	ПК-5, ПК-6
6	Смазка компрессора	2	Смазка компрессора	Функции смазки. Требования, предъявляемые к маслам. Нормы расхода масла. Смазка цилиндров и сальников. Смазка механизма движения. Компрессоры без смазки цилиндров и с ограниченной смазкой. Особенности конструкции. Материалы, применяемые в компрессорах.	ПК-5, ПК-6

7	Методы регулирования производительности	1	Регулирование производительности	Требования, предъявляемые к регулированию. Виды регулирования. Регулирование воздействием на коммуникацию, привод, клапаны компрессора. Регулирование присоединением дополнительного мертвого пространства. Сравнение способов регулирования.	ПК-5, ПК-6
8	Эксплуатация поршневого компрессора	4	Эксплуатация поршневого компрессора	Виды испытаний. Подготовка и проведение испытаний. Методика определения основных рабочих параметров. Обработка и анализ полученных данных. Пуск и обслуживание компрессора. Требования к безопасной эксплуатации. Возможные неисправности, причины их и способы их устранения. Вибрация трубопроводов поршневого компрессора. Причины возникновения вибрации, методы их устранения.	ПК-5, ПК-6

6. Содержание семинарских, практических занятий (лабораторного практикума)

Цель проведения практических занятий – освоение лекционного материала и выработка определенных умений, связанных с эксплуатацией поршневого компрессора.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема семинара, практического занятия, лабораторного практикума	Краткое содержание	Формируемые компетенции
4	Проектирование компрессора	2	Изучение схем и баз поршневых компрессоров	Выбор баз и схем при проектировании	ПК-5, ПК-6
		2	Принципиальная схема компрессорной установки	Состав установки. Схемы газопровода и маслопровода	ПК-5, ПК-6
		4	Изучение конструкций и расчет деталей механизма движения компрессора	Конструкция и расчет коленчатого вала, шатуна, крестковпа	ПК-5, ПК-6
		2	Изучение конструкции цилиндров и поршневой группы	Конструкция и расчет поршня, штока, цилиндров	ПК-5, ПК-6
		2	Изучение	Принцип работы, основные	ПК-5,

			конструкции сальников	детали	ПК-6
		2	Изучение аппаратов компрессорной установки	Типы охладителей газа, отделителей влаги и масла, буферных емкостей	ПК-5, ПК-6
8	Эксплуатация поршневого компрессора	4	Неисправности поршневых компрессоров	Неисправности поршневого компрессора при эксплуатации, способы выявления причин	ПК-5, ПК-6

Режим проведения практических занятий – один раз в две недели по 2 часа. В процессе проведения семинарских занятий применяются традиционные технологии обучения.

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося принципа действия, конструкции, расчета основных характеристик поршневых компрессоров, а также выработка студентами определенных умений, связанных с испытанием поршневых компрессоров, построением основных характеристик, умением запуска компрессора.

Режим проведения лабораторных занятий – один раз в неделю по 4 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
5	Расчет и выбор клапанов компрессора	2	Изучение конструкции клапанов	Типы клапанов их устройство	ПК-5, ПК-6
6	Смазка компрессора	4	Изучение и наладка системы смазки компрессора КУ-65	Принцип работы шестеренного насоса и лубрикатора поршневого компрессора	ПК-5, ПК-6
7	Методы регулирования производительности	4	Изучение работы компрессора при регулировании производительности	Испытание компрессора при различных способах регулирования	ПК-5, ПК-6
8	Эксплуатация поршневого компрессора	4	Запуск и обслуживание поршневого компрессора ВТ 1,8\25	Запуск компрессора ВТ 1,8\25. Обслуживание во время работы	ПК-5, ПК-6
	Эксплуатация поршневого компрессора	4	Неисправности поршневого компрессора	Выявление неисправностей компрессора при работе	ПК-5, ПК-6

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории «Объемные компрессоры» с использованием специального оборудования: стенды испытания поршневого авиационного компрессора, компрессора ВТ 1,8\25, компрессора КУ-65, системы смазки компрессора и макеты компрессоров. Студенты проводят обработку результатов экспериментов в аудиториях кафедры.

8. Курсовой проект

Учебным планом по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», предусмотрено выполнение студентами курсового проекта по дисциплине «Конструирование и эксплуатация поршневых компрессоров»

Цель выполнения студентами курсового проекта является освоение конструкции и особенностей эксплуатации поршневого компрессора, а также расчетов на прочность деталей.

Курсовой проект выполняется студентами индивидуально по теме, выбираемой из предложенного преподавателем списка.

Основные источники информации: методические указания, учебники и справочники по компрессорной технике, архив чертежей, имеющийся на кафедре КМУ, а также, электронные версии учебников и справочников. Выполнение курсового проекта завершается оформлением письменного отчёта с графической частью – «Курсовой проект по теме: «Конструкция и эксплуатация поршневого компрессора» по установленной форме с последующей публичной защитой результатов проекта перед комиссией состоящей из преподавателей кафедры КМУ.

Темы курсовых проектов частично обновляются с периодичностью один раз в год.

Примерная тематика курсового проекта может быть представлена следующим образом:

Конструкция и эксплуатация поршневого компрессора при следующих параметрах : производительность $V=5$ м³/мин; давление всасывания 0,1 МПа;

давление нагнетания 0,4МПа; температура всасывания 293 К; сжимаемый газ-воздух; тип компрессора – угловой.

Конструкция и эксплуатация поршневого компрессора при следующих параметрах: производительность $V=15$ м³/мин; давление всасывания 0,1 МПа; давление нагнетания 0,8МПа; температура всасывания 293 К; сжимаемый газ-воздух; тип компрессора – оппозитный.

Содержание расчетно-пояснительной записки курсового проекта:

Титульный лист. Содержание. Введение. Исходные данные. Описание конструкции установки и компрессора. Термодинамический и динамический расчеты. Расчеты на прочность основных деталей. Выбор клапанов. Эксплуатация компрессора. Система смазки. Неисправности. Разделы: автоматика, БЖД. Список литературы.

Объём графической части курсового проекта (3 листа формата А1):

- 1). Продольный и поперечный разрезы компрессора.– 1 лист формата А1.
- 2). Принципиальная схема газопровода, маслопровода и водопровода. – 1 лист формата А1.
- 3). Чертежи сборочного узла и деталей. – 1 лист формата А1.

9. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Проработка практического и теоретического материала занятия	12	подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	ПК-5, ПК-6
2	Расчеты на прочность деталей поршневого компрессора	6	подготовка к практическим занятиям	ПК-5, ПК-6
3	Выполнение курсового проекта	36	Выполнение расчётной и графической части курсового проекта	ПК-5, ПК-6

10. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Конструирование и эксплуатация поршневых компрессоров» 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 рейтинговой системе «Положение о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВО «КНИТУ», протокол №7 от 4 сентября 2017 г.).

Система рейтинга по дисциплине «Конструирование и эксплуатация поршневых компрессоров» представлена в таблице.

Вид занятий	Минимальный балл	Максимальный балл
тестирование	30	45
устный опрос	8	16
отчёты по лабораторным работам.	14	24
собеседование по практическим занятиям	8	15
ИТОГО	60	100

Предмет считается усвоенным и проставляется отметка о зачете, если студентом выполнены все текущие контрольные точки и сумма баллов, набранных за текущую работу в семестре, не менее 60.

Система рейтинга по дисциплине «Конструирование и эксплуатация поршневых компрессоров» (курсовой проект)

Количество баллов (Ртек), начисляемых за работу над курсовым проектом представлено в таблице.

Таблица – Количество баллов, начисляемых за работу над курсовым проектом

Вид контроля	Правила начисления баллов	Минимальная сумма баллов	Максимальная сумма баллов
Соблюдение графика выполнения курсового	Выполнение графической части курсового проекта с	18	30

проекта	серьезным нарушением графика и без нарушения графика работы.		
	Выполнение расчетно-пояснительной записки к курсовому проекту с серьезным нарушением графика и без нарушения графика работы.	18	30
ИТОГО		36	60

Если отсутствует контрольная точка по дисциплине «Поршневые компрессоры» за предыдущий семестр, студент к защите курсового проекта не допускается. Если рейтинг за текущую работу $R_{тек} < 36$ баллов студент к защите проекта не допускается. Возможна дополнительная сдача (пересдача) контрольных точек в дополнительные сроки, согласованные с деканатом.

Рейтинг по защите курсового проекта выставляется в диапазоне 24...40 баллов. Оценивается умение выступить с докладом по теме проекта, понимание сути вопроса, умение давать исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы. Защита проекта считается успешной, если студент набрал не менее 24 баллов, в противном случае учебный план по дисциплине не выполнен. Характеристика защиты проекта и интервал баллов рейтинга приведены в таблице

Таблица – Количество баллов, начисляемых на защите курсового проекта

Характеристика защиты курсового проекта	Интервал баллов Рейтинга (R_3)
<i>1</i>	<i>2</i>
Доклад по теме работы даёт полное понимание того, что студент в полной мере разбирается в сути выполненной работы. На задаваемые вопросы, дает полные ответы.	35...40
Доклад по теме работы даёт полное понимание того, что студент в полной мере разбирается в сути выполненной работы. На задаваемые вопросы, дает недостаточно полные ответы, но с учетом наводящих вопросов и незначительной помощи преподавателя студент дает правильный ответ.	31...35
Доклад по теме работы не полный. На задаваемые вопросы, дает недостаточно полные ответы. Принцип действия и конструкция разработанной установки понимается правильно.	24...31
Доклад по теме работы практически отсутствует. Ответы на задаваемые вопросы по теме работы отсутствуют или не полные. Причем при задавании наводящих вопросов студент не ориентируется в предмете.	Менее 24

Общая оценка по курсовому проекту по четырех балльной системе выставляется в соответствии с суммарным рейтингом $R_{\text{дис}}=R_{\text{тек}}+R_3$, в соответствии со следующей таблицей

Интервал баллов рейтинга	Оценка
$0 < R_{\text{дис}} < 60$	«Неудовлетворительно» (2)
$60 \leq R_{\text{дис}} < 73$	«Удовлетворительно» (3)
$73 \leq R_{\text{дис}} < 87$	«Хорошо» (4)
$87 \leq R_{\text{дис}} \leq 100$	«Отлично» (5)

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины ««Конструирование и эксплуатация поршневых компрессоров» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Ухин Б.В. Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: Учебное пособие / Б.В. Ухин. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 320 с.	В ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=553462 Доступ с любой точки интернет после регистрации по ip-адресам КНИТУ
2. Кантюков Р.А. Компрессоры в технологических процессах: газораспределительные, компрессорные станции магистральных газопроводов и автомобильные газонаполнительные компрессорные станции / Кантюков [и др.]. – Казань: Казанский нац. исслед. технол. ун-т, 2014. — 648 с. : ил.	80 экз. в УНИЦ КНИТУ

3. Борисов В. М. Технология компрессорного и холодильного машиностроения / В.М. Борисов. – Казань: Казан. нац. исслед. технол. ун-т, 2012.— 137, [3] с. : ил.	160 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/Borisov-technologiya.pdf
---	---

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1 Исаев А.П. Гидравлика /А.П. Исаев, Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 420 с.	В ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=464379 Доступ с любой точки интернет после регистрации по ip-адресам КНИТУ
2. Теория, расчет и конструирование поршневых компрессоров: самодействующие клапаны. Учебное пособие/ Пирумов Ю.Б. Санкт-Петербургский университет. 2006.-106с.	в УНИЦ КНИТУ 1 экз.

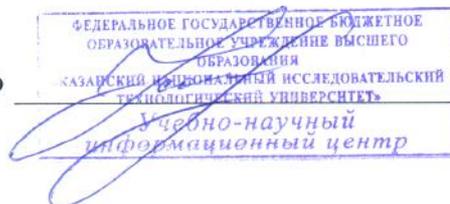
11.2 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Конструирование и эксплуатация поршневых компрессоров» рекомендуется использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: [http:// elibrary.ru](http://elibrary.ru)
3. ЭБС «Юрайт» - Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>
4. ЭБС «Лань» - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
5. ЭБС «IPRbooks» - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
6. ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/>

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ



12. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины «Конструирование и эксплуатация поршневых компрессоров» на лекциях и лабораторных занятиях используются персональные компьютеры с выходом в Интернет, проектор, экран, пакеты ПО общего назначения, Word, Excel, действующие поршневые компрессорные установки.

Предусмотрено использование дополнительных средств визуализации информации: плакаты, чертежи серийно выпускаемых компрессоров, образцы

лучших курсовых работ, макеты компрессоров, детали и узлы компрессорных машин, анимации поршневых компрессоров.

13. Образовательные технологии

Учебным планом по дисциплине «Конструирование и эксплуатация поршневых компрессоров», предусмотрено 12 часов практических и 12 часов лабораторных занятий проводимых в интерактивной форме. Занятия проводятся методом дискуссии по темам практических занятий и лабораторных работ с применением компьютерных технологий в рамках доказательной и иллюстративной базы.