

Частное образовательное учреждение высшего образования
«Академический институт прикладной энергетики»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор


(подпись) Т.В.Ковалева /

(Ф.И.О.)

« 19 » 09 2017 г.

**Рабочая программа дисциплины
Б1.В.ОД.20 Нагнетатели и тепловые двигатели**

Вид образования:	Профессиональное образование
Уровень образования:	Высшее образование <i>бакалавриат</i>
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Направление подготовки:	13.03.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Направленность (профиль) образовательной программы:	Энергообеспечение предприятий
Тип образовательной программы:	Программа <i>академического бакалавриата</i>
Форма обучения:	<i>заочная</i>
Срок освоения образовательной программы:	<i>5 лет</i>

Нижневартовск 2017 г.

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Нагнетатели и тепловые двигатели» является одним из важнейших элементов при подготовке студентов в области теплоэнергетики. Цель дисциплины состоит в изучении принципов действия, характеристик и конструкции преобразователей тепловой и механической энергии: компрессоров, нагнетателей, насосов, тепловых двигателей, детандеров, паровых и газовых турбин.

Задачами курса являются: дать студентам необходимые знания, умения и навыки, в том числе навыки самостоятельного, творческого использования теоретических знаний в практической деятельности по данному предмету.

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

«Нагнетатели и тепловые двигатели» входит в цикл Б1.В1.ОД вариативная часть (обязательные дисциплины) и является одной из важнейших при подготовке студентов в области теплоэнергетики. Предшествующие дисциплины: «Механика», «Техническая термодинамика», «Гидрогазодинамика», «Тепломассообмен». Дисциплины, изучаемые одновременно: «Источники и системы теплоснабжения», «Тепломассообменное оборудование предприятий», «Технологические энергоносители предприятий». Последующие дисциплины: «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине.

3.1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины согласно матрице соответствия компетенций и составляющих ОП:

ОК-7 – готовность к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции;

ОК-12 - способность и готовность к практическому анализу логики различного рода рассуждений, к публичным выступлениям, аргументации, ведению дискуссии и полемики;

ПК-6 – способность и готовность анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;

ПК-7 – формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде отчета с его способностью публикацией (публичной защитой);

ПК-8 – готовность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования элементов оборудования и объектов деятельности в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации;

ПК-9 – способность проводить расчеты по типовым методикам и проектировать отдельные детали и узлы с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием;

ПК-10 – готовность участвовать в разработке проектной и рабочей технической документации, оформлении законченных проектно-конструкторских работ в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами;

3.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с формируемыми компетенциями.

В результате освоения дисциплины студент должен демонстрировать освоение указанными компетенциями по дескрипторам «знания, умения, владения», соответствующие тематическим модулям дисциплины, и применимые в их последующем обучении и профессиональной деятельности:

Знать: принципы взаимоотношений в творческом коллективе, основные типы и конструкции компрессоров, нагнетателей, турбин, насосов и вентиляторов, их характеристики и режимы работы, основы расчета и проектирования характерных типов машин.

Уметь: руководить проектной группой, выполнять тепловые и конструктивные расчеты нагнетателей и тепловых двигателей; оптимизировать конструктивные элементы и параметры.

Владеть: методами проектирования тепловых двигателей и их элементов, методами технико-экономического анализа, иметь возможность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа). Семестр, отведенный для изучения данной дисциплины: 9. Форма контроля: экзамен.

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы:

Вид учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		9
Аудиторные занятия(всего)	30	30
В том числе:		
Лекции	6	6
Практические занятия (ПЗ)	12	12
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
Самостоятельная работа(всего)	78	78
Подготовка к экзамену	36	36
Вид аттестации	Экзамен	Экзамен
Общая трудоемкость (часы)	144	144
Зачетные единицы	4	4

4.2. Разделы дисциплины и виды учебной работы

№ п/п	Раздел Дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Введение. Процессы преобразователей тепловой и механической энергии.	+	+	+	+	Опорный конспект Отчет по Л/р
2	Нагнетатели объемного действия.	+	+	+	+	Опорный конспект Отчет по Л/р Пояснительная записка к КП
3	Нагнетатели кинетического действия.	+	+	+	+	Опорный конспект Отчет по Л/р Пояснительная записка к КП
4	Расширительные турбомашинны.	+	+	+	+	Опорный конспект Отчет по Л/р Пояснительная записка к КП

5	Двигатели внутреннего сгорания.	+	+	+	+	Опорный конспект Отчет по Л/р Пояснительная записка к КП
---	---------------------------------	---	---	---	---	--

4.3. Содержание учебного материала по разделам (темам) Содержание лекционного курса

1	<p>Введение. Процессы преобразователей тепловой и механической энергии. Место и роль нагнетателей и тепловых двигателей в системах тепло-энергоснабжения промышленных предприятий; типы коммуникаций в системах промтеплоэнергетики; классификация нагнетателей и тепловых двигателей;</p> <p>Анализ влияния начальных условий, охлаждения и подвода тепла, сжимаемости и типа рабочего тела на работу сжатия и расширения; определение мощности машины, понятие о КПД нагнетателя и теплового двигателя;</p>
2	<p>Нагнетатели и расширители объемного действия</p> <p>Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров; предельная степень повышения давления в ступени, Распределение давления между ступенями, КПД компрессора; схемы поршневых компрессоров; нормализованные базы</p> <p>Принцип работы поршневого детандера; холодопроизводительность, КПД и отводимая мощность поршневого детандера;</p>
3	<p>Нагнетатели кинетического действия</p> <p>Принцип работы и область применения нагнетателей кинетического действия; понятие удельной работы, напора и давления; газодинамические основы расчета турбомашин;</p> <p>Теоретическая характеристика нагнетателя; общая классификация потерь в нагнетателях; учет потерь и переход к действительной характеристике;</p> <p>Классификация насосов; особенности работы насосов в сети</p> <p>Центробежные и осевые компрессоры; области применения; основные способы изменения характеристики компрессора; Сопоставление показателей и обоснование преимущественных зон применения центробежных и осевых компрессоров;</p>
4	<p>Расширительные турбомшины.</p> <p>Типы паровых турбин; стандартные параметры пара; виды потерь в проточной части турбины; баланс энергии и структура КПД турбинной ступени</p> <p>Анализ потерь в характерных сечениях турбины; работа турбинной ступени в переменном режиме; понятие о диаграмме переменных режимов паровой турбины</p> <p>Основы регулирования мощности паровых турбин; принципиальные схемы паротурбинных установок;</p> <p>Газовые турбины. Особенности работы высокотемпературных ступеней газовой турбины; работа газовой турбины в составе энергетических и приводных газотурбинных установок;</p> <p>Турбодетандеры. Область применения, классификация и особенности работы турбодетандеров; характеристика турбодетандера;</p>
5	<p>Двигатели внутреннего сгорания</p> <p>Принцип работы, классификация и область применения двигателей внутреннего сгорания, основные показатели работы двигателей.</p> <p>Газотурбинные двигатели: конструкция, характеристики и основы расчета.</p> <p>Поршневые двигатели: конструкция, характеристики и основы расчета.</p>

Содержание лабораторного практикума:

№ п.п.	№ раздела	Содержание лабораторного практикума
1	1	Определение параметров воздуха в процессе сжатия в поршневом компрессоре.
2		Определение параметров воздуха в процессе повышения давления в центробежном нагнетателе
3		Расчет и построение графических зависимостей КПД и мощности от

		внешних факторов и начальных параметров процессов.
4	2	Построение индикаторной диаграммы поршневого компрессора.
5		Определение изотермического КПД поршневого компрессора
6		Тепловой расчет поршневого компрессора.
7	3	Изучение конструкции центробежного нагнетателя.
8		Расчет центробежного насоса.
9	4	Изучение конструкции газовой турбины.
10		Расчет ступени паровой турбины.
11	5	Изучение конструкции газотурбинного двигателя.
12		Расчет проточной части ГТД.

5. Образовательные технологии

1. Метод IT
2. Работа в команде
3. Проблемное обучение
4. Обучение на основе опыта
5. Индивидуальное обучение
6. Междисциплинарное обучение
7. Опережающая самостоятельная работа

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

- 1) выработка навыков самостоятельного творческого подхода к выбору и оценке свойств материалов, проявленных в конкретных случаях практической деятельности;
- 2) формирование культуры профессионального мышления;
- 3) пробуждение способности к мотивации применяемых решений в профессиональной деятельности;
- 4) выработка способности моделировать экспериментальные исследования, связанные с материалами;
- 5) приобретение навыков быстрого поиска, нахождения и анализа информации.

Одним из видов самостоятельной работы студентов является осмысленное написание тематических обзоров, рефератов по найденным источникам.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Учебно-методическая литература имеется в библиотечном фонде Института в количестве не менее 0.25 экземпляра на студента. По ряду общепрофессиональных и специальных дисциплин обеспеченность литературой превышает 1 экз. на человека. Практически по всем учебным дисциплинам профиля разработаны или разрабатываются собственные учебно-методические материалы, учебные пособия. Студенты могут пользоваться не только печатными, но и электронными версиями учебных пособий и других учебно-методических материалов, которые выставлены на сайтах университета и выпускающей кафедры. Разработаны и имеются в свободном доступе методические материалы по практике, выполнению курсовых проектов, квалификационных работ бакалавров.

Всем обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам через Интернет в компьютерных классах библиотеки и кафедр.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Номер аудиторной	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта (с указанием номера помещения в соответствии с документами бюро технической инвентаризации)	Собственность или иное вещное право (оперативное управление, хозяйственное ведение), аренда, субаренда, безвозмездное пользование	Документ - основание возникновения права (указываются реквизиты и сроки действия)
212	<p>Каб. 212 аудитория - лаборатория Доска 5-поверх. Аудит, 1 шт. Жалюзи, 4 ед. Проектор EPSON, 1 шт Парты ученические, 23 шт. Стулья ученические, 42 ед. Стол письменный, 1 ед. Экран настенный 155x155, 1 ед. Персональный компьютер монитор «Beng» (монитор, клавиатура, мышь, системный блок), 1 ед. Планшеты, 2 ед. Датчик температуры BENECO, 1 ед. Лампа над доской аудит, 1 ед. Стенд лабораторный «Электроэнергетика», 1 ед. Лабораторные столы, 5 шт.</p>	<p>628600, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ - Югра, город Нижневартовск, Западный промышленный узел, панель 14, ул. Индустриальная, дом 46.</p>	<p>Оперативное управление</p>	<p>Свидетельство о государственной регистрации права оперативного управления №86-АБ 715697 от 30.01.2014г. Срок действия – бессрочно</p>

Частное образовательное учреждение высшего образования
«Академический институт прикладной энергетики»

Фонд оценочных средств дисциплины (модуля)
Б1.В.1.ОД.19. «Нагнетатели и тепловые двигатели»
5 курс

Вид образования:	Профессиональное образование
Уровень образования:	Высшее образование - бакалавриат
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Направление подготовки:	13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
Направленность (профиль) образовательной программы:	"Энергообеспечение предприятий"
Тип образовательной программы:	Программа академического бакалавриата
Форма обучения:	Заочная
Срок освоения образовательной программы:	5 лет

Частное образовательное учреждение высшего образования
«Академический институт прикладной энергетики»

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы
по дисциплине **Б1.В.1.ОД.19. «Нагнетатели и тепловые двигатели»**

для студентов 5 курса
по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника"
профиль "Энергообеспечение предприятий"

Описание процедуры использования оценочного средства в учебном процессе

Собеседование - средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний, обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Содержание оценочного средства

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы находятся в методических указаниях по лабораторному практикуму

Описание процедуры оценивания и критерии оценивания, применяемые при использовании данного оценочного средства в соответствии с БРС

Оценивание производится в баллах в соответствии с технологической картой.

Лабораторный практикум по дисциплине может содержать от 3 до 7 лабораторных работ в семестр в зависимости от расписания занятий, объема лабораторного эксперимента и анализа его результатов, индивидуальных особенностей обучающегося и его способностей, интересов. Весь комплекс выполненных лабораторных работ в семестре оцениваться из расчета 40 баллов максимально – $ЛП_{\text{макс}}=40$. Соответственно одна лабораторная работа оценивается максимальным количеством баллов $ЛР_{\text{макс}}$:

$$ЛР_{\text{макс}} = \frac{ЛП_{\text{макс}}}{K_{\text{лр}}},$$

где $K_{\text{лр}}$ – количество лабораторных работ в семестре.

В соответствии с расписанием учебных занятий обучающиеся выполняют следующие этапы лабораторного практикума:

1. Подготовка к выполнению лабораторной работы (заготовка отчета по лабораторной работе, изучение схем и порядка (регламента) выполнения работы). Это количество баллов является минимальным – пороговым ($ЛР_{\text{мин}}=П_{\text{лр}}$):

$$П_{\text{лр}} = ЛР_{\text{макс}} \cdot 0,2$$

2. Выполнение программы лабораторной работы (экспериментальная часть). Количество баллов:

$$В_{\text{лр}} = ЛР_{\text{макс}} \cdot 0,4$$

3. Обработка результатов лабораторного эксперимента (исследования), анализ результатов и их защита по контрольным вопросам (собеседование). Количество баллов:

$$З_{\text{лр}} = ЛР_{\text{макс}} \cdot 0,4$$

Общее количество баллов за лабораторный практикум, набранных обучающимся:

$$ЛР = \sum_{i=1}^{K_{лр}} (П_{лр_i} + В_{лр_i} + З_{лр_i})$$

Частное образовательное учреждение высшего образования
«Академический институт прикладной энергетики»

Вопросы к экзамену
по дисциплине **Б1.В.1.ОД.19. «Нагнетатели и тепловые двигатели»**

для студентов 5 курса
по направлению "**Теплоэнергетика и теплотехника**"
профиль "**Энергообеспечение предприятий**"

Раздел 1

1. Дайте определение теплового двигателя.
2. Какова роль нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоэнергоснабжения промышленных предприятий?
3. Назовите типы коммуникаций в системах теплоэнергоснабжения.
4. Дайте определение КПД теплового двигателя.
5. Перечислите факторы, влияющие на КПД теплового двигателя.
6. В чем отличие двигателей внутреннего и внешнего сгорания?
7. Какие термодинамические процессы реализуются в тепловом двигателе.
8. Перечислите известные Вам циклы тепловых двигателей.
9. Какие основополагающие уравнения термодинамики положены в основу расчета нагнетателей и тепловых двигателей?

Раздел 2.

1. Назовите основные конструктивные схемы поршневых компрессоров.
2. Перечислите основные элементы схем.
3. Что такое относительное мертвое пространство поршневого компрессора?
4. Объемная, массовая, приведенная производительность компрессора?
5. Какие допущения вводятся при рассмотрении теоретического процесса поршневого компрессора?
6. Что такое индикаторная диаграмма поршневого компрессора?
7. Какие потери учитываются при рассмотрении действительного процесса поршневого компрессора?
8. Что такое коэффициент наполнения, коэффициент стабильности, объемный коэффициент компрессора?
9. Как определяется индикаторная мощность компрессора?
10. Как определяются относительные потери на всасывании и нагнетании поршневого компрессора?
11. Каковы условия перехода на многоступенчатое сжатие и его преимущества?
12. Что такое оптимальная степень повышения давления и чем она обусловлена?
13. Что такое коэффициент утечек, коэффициент производительности поршневого компрессора?

14. Перечислите основные параметры поршневого компрессора.
15. Перечислите основные конструктивные размеры поршневого компрессора
- 16 В чем состоит смысл динамического расчета механизма движения поршневого компрессора?
17. Опишите конструкцию мембранного компрессора.
18. Назовите наиболее распространенные конструкции роторных нагнетателей.
19. Опишите конструкцию компрессора с качающимся поршнем.
20. Опишите конструкцию ротационно-пластинчатого компрессора.
21. Опишите конструкцию жидкостно-кольцевого компрессора.
22. Опишите конструкцию компрессора типа Рутс.
23. Опишите конструкцию винтового компрессора
24. Дайте описание рабочего процесса винтового компрессора.
25. Из каких фаз состоит рабочий цикл винтового компрессора?
26. Какие основные характеристики винтового зацепления компрессора?
27. Назовите внутренние и внешние потери винтового компрессора.
28. Каково назначение эксцентриситета между ротором и статором у ротационно-пластинчатого компрессора?
29. Какова роль разгрузочных колец у ротационно-пластинчатого компрессора?
30. Какие основные потери в ротационно-пластинчатом компрессоре?
31. Каковы преимущества и недостатки маслозаполненных винтовых компрессоров?

Раздел 3.

1. Опишите принцип действия насосов и вентиляторов центробежного типа.
2. Опишите схему насоса и вентилятора центробежного типа?
3. Какие геометрические размеры характеризуют центробежную ступень?
4. Что такое радиальная решетка профилей?
5. Назовите геометрические характеристики радиальной решетки профилей.
6. Что такое ступень турбокомпрессора?
7. Каково влияние углов входной и выходной кромок лопастей на характеристики ступени?
8. Изобразите теоретические характеристики центробежных турбомашин.
9. Каково назначение рабочего колеса?
10. Каково назначение диффузора?
11. Почему выходное устройство выполняется в виде улитки?
12. Что такое коэффициент напора и гидравлический КПД?
13. Что такое давление, развиваемое вентилятором?
14. Что такое самотяга?
15. Что такое сеть и ее характеристика?
16. Изобразите принципиальную схему осевого насоса и вентилятора.
17. Что такое плоская решетка профилей?
18. Как связаны треугольники скоростей с профилем решетки профилей?
19. Что такое кавитация?
20. Как определяются характеристики при последовательном и параллельном соединении насосов и вентиляторов?
21. Каковы особенности конструкции и расчета дымососов?

Раздел 4.

1. Расскажите о преобразовании энергии в турбинной ступени.
2. Как связаны треугольники скоростей с решеткой профилей турбинной ступени?
3. Какие геометрические соотношения характеризуют турбинную ступень?
4. Что такое относительный лопаточный КПД ступени?
5. Что такое степень реактивности?
6. Что такое ступень турбины?
7. Перечислите основные потери в турбинной ступени.
8. Каковы особенности расширения потока в сопле с косым срезом?
9. Каково назначение рабочего колеса турбины?
10. Назовите отличительные особенности двухвенечной ступени.
11. Перечислите основные особенности газовых турбин.
12. Что такое низкотемпературная турбина?

13. Какими параметрами оценивается эффективность турбодетандера?

Раздел 5.

1. Расскажите об устройстве дизельного двигателя.
2. Расскажите об устройстве карбюраторного двигателя.
3. Расскажите об устройстве газотурбинного двигателя.
4. Какие параметры влияют на эффективность работы ДВС?
5. Какими параметрами оценивается эффективность работы ДВС?
6. Какие параметры влияют на эффективность работы ГТУ?
7. Какими параметрами оценивается эффективность работы ГТУ?
8. Каково назначение регенеративного теплообменника в ГТУ?
9. Каково назначение регенеративных отборов в ПТУ?
10. Почему коэффициент избытка воздуха в камерах сгорания ГТУ намного превышает единицу?
11. Перечислите основные элементы камер сгорания ГТУ.