

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Е.И. Луковникова

20 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.15 Нагнетатели и тепловые двигатели

Закреплена за кафедрой **Промышленной теплоэнергетики**

Учебный план bz130301_20_ПТЭ.plx

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Виды контроля на курсах:

Контрольная работа 4, Экзамен 4

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс Вид занятий	4		Итого	
	уп	рп		
Лекции	6	6	6	6
Лабораторные	6	6	6	6
Практические	4	4	4	4
В том числе инт.	2	2	2	2
Итого ауд.	16	16	16	16
Контактная работа	16	16	16	16
Сам. работа	155	155	155	155
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):
ст.пр., Латушкина С.В. СЛ

Рабочая программа дисциплины

Нагнетатели и тепловые двигатели

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

составлена на основании учебного плана:

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
утвержденного приказом ректора от 03.02.2020 протокол № 46.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Промышленной теплоэнергетики

Протокол от 26 мая 2020 г. № 10

Срок действия программы: 2020-2024 уч.г.

Зав. кафедрой Федяев А. А.

Председатель МКФ

старший преподаватель Ульянов А.Д. Ульянов 2010 г. СЛ

Ответственный за реализацию ОПОП Федяев А.А.
(подпись) (ФИО)

Директор библиотеки Солты Солты И.Т.
(подпись) (ФИО)

№ регистрации 403
(методический отдел)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Формирование у обучающихся и приобретение ими знаний в области нагнетателей и тепловых двигателей.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.15
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Техническая термодинамика
2.1.2	Теоретическая и прикладная механика
2.1.3	Физика
2.1.4	Гидрогазодинамика
2.1.5	Материаловедение и ТКМ
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии
2.2.2	Источники теплоснабжения
2.2.3	Энергобалансы предприятий
2.2.4	Охрана труда в теплоэнергетике
2.2.5	Системы теплоснабжения
2.2.6	Технологические энергоносители предприятий
2.2.7	Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем
2.2.8	Охрана окружающей среды при работе теплоэнергетических объектов
2.2.9	Тепломассообменное оборудование предприятий
2.2.10	Экономика теплоэнергетики
2.2.11	Производственная (преддипломная) практика
2.2.12	Производственная (эксплуатационная) практика
2.2.13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-1: готовность к участию в работах по освоению схем размещения ОПД и их систем, доводке технологических процессов, выполнении специальных расчетов

Индикатор 1 | ПК-1.1 Участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства

ПК-2: способность обеспечивать контроль технологической дисциплины при эксплуатации ОПД, норм расхода топлива и всех видов энергии ОПД

Индикатор 1 | ПК-2.1 Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	теоретические основы нагнетателей и тепловых двигателей; устройство и принцип действия вентиляторов, насосов, компрессоров, паровых и газовых турбин, двигателей внутреннего сгорания; основные характеристики, параметры, методы регулирования, условия надежной работы, эксплуатации и испытания нагнетателей и тепловых двигателей;
3.2	Уметь:
3.2.1	рассчитывать трубопроводную систему, выбирать тип и количество машин; обеспечивать надежную и эффективную работу тепловых двигателей и нагнетателей; проводить гидравлические испытания нагнетателей;
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками сбора и анализа исходных данных для проектирования нагнетателей и тепловых двигателей и их элементов в соответствии с нормативной документацией; методикой оценки и анализа термодинамических и гидрогазодинамических процессов в турбинах, компрессорах, ДВС; методикой выбора и расчета наиболее экономичных, надежных и безопасных режимов работы и регулирования тепловых двигателей и нагнетателей.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Вид занятия	Наименование разделов и тем	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел	Раздел 1. Нагнетатели						

1.1	Лек	Общие сведения о нагнетателях	4	1	ПК-1 ПК-2	Л1.3 Л1.5Л2.1 Э1	1	Лекция-беседа ПК1.1, ПК2.1
1.2	Лек	Насосы и вентиляторы	4	1,5	ПК-1 ПК-2	Л1.3 Л1.5Л2.1 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
1.3	Лек	Компрессоры	4	0,5	ПК-1 ПК-2	Л1.3 Л1.5Л2.1 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
1.4	Пр	Определение гидравлического сопротивления сети. Расчет напора и давления гидравлических машин, работающих на сеть.	4	1	ПК-1 ПК-2	Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
1.5	Пр	Построение характеристики сети и нагнетателя. Определение рабочих параметров действующих нагнетателей. Нахождение рабочей точки.	4	1	ПК-1 ПК-2	Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
1.6	Лаб	Построение рабочих характеристик одного насоса	4	4	ПК-1 ПК-2	Л1.3 Л1.5Л2.1Л3. 2 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
1.7	Контр.ра б.		4	2		Л3.3 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
1.8	Ср		4	77,5	ПК-1 ПК-2	Л1.3 Л1.5Л2.1Л3. 3 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
1.9	Экзамен		4	2,5	ПК-1 ПК-2	Л1.3 Л1.5Л2.1Л3. 3 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
	Раздел	Раздел 2. Тепловые двигатели						
2.1	Лек	Общие сведения о тепловых двигателях	4	1	ПК-1 ПК-2	Л1.2 Э1	1	Лекция-беседа ПК1.1, ПК2.1
2.2	Лек	Паровые и газовые турбины	4	1,5	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
2.3	Лек	Двигатели внутреннего сгорания	4	0,5	ПК-1 ПК-2	Л1.2 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
2.4	Пр	Определение параметров турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии.	4	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л2.3 Л2.4 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
2.5	Лаб	Принцип действия турбины (модели), определение КПД турбины	4	2	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л3.1 Л3.2 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
2.6	Контр.ра б.		4	2		Л3.3 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
2.7	Ср		4	77,5	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л3.3 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1
2.8	Экзамен		4	2,5	ПК-1 ПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.4Л3.3 Э1	0	ПК1.1, ПК2.1

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция – беседа, лекция – дискуссия, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция – пресс-конференция, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция-консультация, занятия с применением затрудняющих условий, методы группового решения творческих задач, метод развивающейся кооперации)

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Контрольные вопросы и задания

1. Общие сведения о нагнетателях. Виды и классификация нагнетателей. Область применения.
2. Основные параметры, характеризующие работу нагнетателя (подача, давление, напор, мощность, КПД, высота всасывания).
3. Подobie центробежных машин. Формулы пропорциональности. Коэффициент быстроходности.
4. Центробежные насосы и вентиляторы. Схема и принцип действия.
5. Основы теории центробежных машин. Уравнение Эйлера.
6. Типы установки лопастей центробежных нагнетателей и их влияние на напор нагнетателя.
7. Теоретические и действительные характеристики центробежных машин.
8. Осевые и вихревые нагнетатели. Схемы. Принцип действия. Способы регулирования.
9. Поршневые нагнетатели. Схема и принцип действия.
10. Роторные насосы: особенности работы, конструкции (винтовые, зубчатые, пластинчатые)
11. Струйные и пневматические нагнетатели. Схемы, принцип действия, классификация и области применения.
12. Компрессоры. Их классификация. Теория компрессорных машин. Уравнения процессов сжатия и изображение их в координатах T-S и P-V диаграммах. Основные параметры работы компрессора (работа, мощность и КПД)
13. Гидравлическая сеть. Потери давления в сети. Характеристика сети. Совместная работа нагнетателя и трубопроводной системы. Рабочая точка.
14. Параллельное и последовательное соединение нагнетателей. Схемы соединения. Область применения. Построение совместной характеристики.
15. Выбор насосов по заданным рабочим параметрам. Сводные графики полей рабочих параметров.
16. Кавитация. Мероприятия по предотвращению кавитации. Допустимая высота всасывания. Расположение нагнетателя относительно уровня всасываемой жидкости.
17. Регулирование подачи центробежных машин. Методы регулирования подачи.
18. Поля рабочих параметров центробежных нагнетателей при различных способах регулирования. Сводные графики полей рабочих параметров.
19. Многопоточные и многоступенчатые конструкции центробежных нагнетателей.
20. Теоретическая и действительная индикаторные диаграммы. Неисправности в работе поршневого насоса.
21. Подача поршневых насосов одностороннего и двухстороннего действия. Регулирование подачи поршневого насоса. Характеристики поршневого насоса.
22. Неравномерность подачи поршневого нагнетателя и методы ее устранения.
23. Особенности работы поршневых компрессоров. Мертвое пространство компрессоров. Подача поршневых компрессорных машин.
24. Методы регулирования подачи компрессорных машин.
25. Многоступенчатое сжатие. Предельная степень сжатия. Охлаждение газов.
26. Паровые турбины. Их классификация и маркировка.
27. Паротурбинная установка. Идеальный цикл Ренкина. Технично-экономические показатели работы ПТУ.
28. Процесс истечения пара из сопел в паровой турбине. Первый закон термодинамики для соплового канала.
29. Мощность и работа турбинной ступени. Относительный лопаточный КПД турбинной ступени и его зависимость от отношения окружной скорости к скорости истечения рабочего тела из сопел.
30. Газовые турбины. Общие сведения и их классификация. Достоинства и недостатки.
31. Газотурбинные установки открытого типа. Схемы и принцип действия. Достоинства и недостатки.
32. Газотурбинные установки закрытого типа. Схема и принцип действия. Достоинства и недостатки.
33. Парогазовая установка. Схема и принцип действия. Достоинства и недостатки.
34. Двигатели внутреннего сгорания. Циклы ДВС. Схемы и процессы различных типов ДВС.
35. Ступень турбины. Преобразование энергии в ступени. Процесс расширения пара в ступени в H-S -диаграмме.
36. Степень реактивности ступени. Понятие активных и реактивных ступеней турбины.
37. Турбинные решетки. Геометрические характеристики турбинных решеток. Виды сопловых каналов.
38. Диаграммы векторов скоростей. Экономичность работы турбинной ступени.
39. Внутренние потери в турбине (в клапанах, в сопловой и рабочей решетках, с выходной скоростью, на трение диска, от парциального подвода, на утечки через внутренние зазоры, от влажности, в выхлопном патрубке).
40. Внешние потери в турбине (на утечки через концевые зазоры, механические потери). Относительно внутренний КПД ступени.
41. Необходимость, преимущества и недостатки многоступенчатой конструкции турбины. Тепловой процесс многоступенчатой турбины в H-S диаграмме. Коэффициент возврата теплоты.
42. Задачи и способы регулирования мощности турбин. Системы парораспределения. Схемы. Достоинства и недостатки. Область использования.
43. Системы маслоснабжения паровых турбин. Требования к системе смазки турбины.
44. Конденсационная установка паровых турбин. Схема. Тепловой расчет конденсатора. Кратность охлаждения

6.2. Темы письменных работ
<p>Цель: закрепление теоретических и практических знаний по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели».</p> <p>Структура: Каждое индивидуальное задание предполагает выполнение обучающимся: решение 4 контрольных задач; письменные ответы на 8 контрольных вопросов</p> <p>Основная тематика: Контрольная работа представляет собой задание по двум разделам дисциплины «Нагнетатели» и «Тепловые двигатели».</p> <p>Рекомендуемый объем: Контрольная работа выполняется на листах форматом А4, объем 20-25 страниц. Приводятся полные и краткие условия задач, необходимые схемы и графики, решение и ответ, контрольные вопросы и полные ответы на контрольные вопросы.</p>
6.3. Фонд оценочных средств
Лабораторные работы Экзаменационные вопросы Комплект экзаменационных билетов Типовые задания (контрольная работа)
6.4. Перечень видов оценочных средств
Экзаменационные билеты Комплект вопросов по всем темам в количестве 44 Макет отчета по лабораторным работам Комплект контрольных заданий по вариантам

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)					
7.1. Рекомендуемая литература					
7.1.1. Основная литература					
	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1. 1	Костюк А.Г., Фролов В.В., Булкин А.Е., Трухний А.Д.	Паровые и газовые турбины для электростанций: Учебник для вузов	Москва: МЭИ, 2008	5	
Л1. 2	Нигматулин И.Н., Шляхин П.Н., Ценев В.А.	Тепловые двигатели: Учебное пособие для вузов	Москва: Высшая школа, 1974	11	
Л1. 3	Росляков Е.М.	Энергосиловое оборудование систем жизнеобеспечения: Учебник для вузов	Санкт- Петербург: Политехника, 2004	37	
Л1. 4	Трухний А.Д.	Стационарные паровые турбины: учебное пособие	Москва: Энергоатомизда т, 1990	7	
Л1. 5	Черкасский В.М.	Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учебник для вузов	Москва: Энергоатомизда т, 1984	67	
7.1.2. Дополнительная литература					
	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2. 1	Гримитлин А.М., Иванов О.П., Пухкал В.А.	Насосы, вентиляторы, компрессоры в инженерном оборудовании зданий: Учебное пособие	Санкт- Петербург: АВОК Северо- Запад, 2006	18	
Л2. 2	Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А.	Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: Учебное пособие для химико-технол. спец. вузов	Ленинград: Химия, 1987	42	
Л2. 3	Панкратов Г.П.	Сборник задач по теплотехнике: Учебное пособие для неэнергетических специальностей вузов	Москва: Высшая школа, 1986	82	

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2. 4	Щепетильников М.И., Хлопушин В.И.	Сборник задач по курсу ТЭС: Учебное пособие для вузов	Москва: Энергоатомиздат, 1983	62	
7.1.3. Методические разработки					
	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л3. 1	Елсуков В.К., Латушкина С.В.	Теплотехнические расчеты на предприятиях лесопромышленного комплекса: Практикум	Братск: БрГУ, 2005	86	
Л3. 2	Сорокина Л.В.	Нагнетатели и тепловые двигатели: Лабораторный практикум	Братск: БрИИ, 1998	17	
Л3. 3	Латушкина С.В.	Нагнетатели и тепловые двигатели: методические указания к выполнению контрольной и самостоятельной работ	Братск: БрГУ, 2014	22	
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"					
Э1	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"			
7.3.1 Перечень программного обеспечения					
7.3.1.1	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level				
7.3.1.2	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level				
7.3.1.3	Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 license No Level				
7.3.1.4	Архиватор 7-Zip				
7.3.1.5	Adobe Reader				
7.3.1.6	КОМПАС-3D V13				
7.3.1.7	Microsoft Windows (Win Pro 10)+				
7.3.1.8	Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.				
7.3.1.9	Ай-Логос Система дистанционного обучения				
7.3.1.10	Учебная версия «Компас-3D»				
7.3.2 Перечень информационных справочных систем					
7.3.2.1	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система				
7.3.2.2	«Университетская библиотека online»				
7.3.2.3	Электронная библиотека БрГУ				
7.3.2.4	Электронный каталог библиотеки БрГУ				
7.3.2.5	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU				
7.3.2.6	ИСС "Кодекс". Информационно-справочная система				
7.3.2.7	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"				
7.3.2.8	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)				
7.3.2.9					
7.3.2.10	Национальная электронная библиотека НЭБ				
7.3.2.11	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»				
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)					
1218	Лекционная аудитория	Учебная мебель			
1104	Лаборатория гидрогазодинамики	Учебная мебель Стенд гидравлический ТМЖ-2, Лабораторная установка для «определение коэффициента внутреннего трения воздуха при разных температурах», Стенд «Турбина», компьютер Intel 2.6 GHz/RAM-512Mb, Стенд «изучение процессов поршневого компрессора, Стенд «Насосная установка»			
1001	читальный зал №3	Учебная мебель, Оборудование 15- CPU 5000/RAM 2Gb/HDD (Монитор TFT 19 LG 1953S-SF);принтер HP LaserJet P3005			
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)					
Дисциплина "Нагнетатели и тепловые двигатели" направлена на ознакомление обучающихся с основными конструкциями нагнетателей и тепловых двигателей, с теоретическими положениями и основами их эксплуатации, их практическим применением в промышленной теплоэнергетике; на получение теоретических знаний и практических навыков					

использования нагнетателей и тепловых двигателей для их дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины "Нагнетатели и тепловые двигатели" предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы,
- практические занятия,
- контрольную работу,
- самостоятельную работу,
- экзамен.

В ходе освоения раздела 1 «Нагнетатели» студенты должны уяснить: определение нагнетатели, область применения, их классификацию и особенности работы, характеристики нагнетателей и методы регулирования подачи, методику выбора и эксплуатацию нагнетательных машин.

В ходе освоения раздела 2 «Тепловые двигатели» студенты должны уяснить: понятие тепловые двигатели, особенности их работы и классификацию, методы расчета и построение процессов в H-S диаграмме, методы регулирования мощности, конструктивные особенности паровых и газовых турбин, двигателей внутреннего сгорания.

В процессе проведения лабораторных работ происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления: об испытаниях нагнетателей и тепловых двигателей, об определении показателей работы нагнетателей и тепловых двигателей, о конструктивных особенностях тепловых двигателей, о схемах подключения нагнетателей по параллельной и последовательной схемам.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления: о методиках выбора и расчета основных параметров нагнетателей и тепловых двигателей, о построении характеристик нагнетателя и гидравлической сети и определении рабочей точки, определении допустимой высоты всасывания насосов, построении процесса расширения пара в паровой турбине в H-S диаграмме, построении треугольника скоростей в турбинной решетке.

Самостоятельную работу необходимо начинать с ознакомления с рекомендованной учебной и методической литературой.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: назначение и область использования нагнетателей и тепловых двигателей, расчет основных параметров работы нагнетателей и тепловых двигателей, выбор и эксплуатация нагнетателей и тепловых двигателей.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.