

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О.Сухого

_____ О.Д.Асенчик

07.07.2020

Регистрационный № УД-52-55/уч.

НАГНЕТАТЕЛИ И ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей

1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»

1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»

Учебная программа составлена на основе:
образовательных стандартов ОСВО 1-43 01 05-2013, ОСВО 1-43 01 07-2019;
учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»:
специальности 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» специализации 1-43 01 05 02 «Теплоэнергетические установки и системы теплоснабжения» № I 43-1-28/уч. от 06.02.2019, № I 43-1-42.1/уч. от 08.02.2019, № I 43-1-56/уч. от 05.04.2019;
специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» № I 43-1-08/уч. от 06.02.2019, № I 43-1-45/уч. от 12.02.2020.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Н.А. Вальченко, старший преподаватель кафедры «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Ю.Н. Колесник, доцент кафедры «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент; директор Института повышения квалификации и переподготовки учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»;

Г.И. Стрельский, начальник Западного района тепловых сетей филиала «Гомельские тепловые сети» РУП «Гомельэнерго».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 11 от 29.04.2020);

Научно-методическим советом энергетического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 9 от 23.06.2020); УДэф-07-42/уч

Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 5 от 04.06.2020); УДз-124-20у

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 5 от 25.06.2020).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

На всех теплоэнергетических установках промышленных предприятий обязательно используются различные виды нагнетателей, от их правильной эксплуатации и подбора зависит нормальная работа всей установки в целом. Инженер теплоэнергетик обязательно должен разбираться в различных видах нагнетателей и их подборе.

Цель изучения дисциплины состоит в ознакомлении с теоретическими основами и принципами действия компрессоров различных типов, насосов и вентиляторов, паровых и газовых турбин, д.в.с. используемых в энергетическом хозяйстве промышленных предприятий.

Задача изучения дисциплины состоит в выработке умений и навыков:

- оценки и анализа гидродинамических и термодинамических процессов, протекающих в рассматриваемом тепломеханическом оборудовании;
- расчета основных характеристик машин;
- определения основных геометрических размеров машин;
- выбора и расчета наиболее экономичных, надежных и безопасных режимов работы нагнетателей.

Дисциплина базируется на материалах следующих дисциплин: «Гидрогазодинамика», «Тепломассообмен», «Техническая термодинамика».

Дисциплина «Нагнетатели и тепловые двигатели» является базовой для изучения дисциплин «Источники и системы теплоснабжения промпредприятий», «Системы производства и распределения энергоносителей промпредприятий».

Требования к знаниям и умениям студентов после изучения дисциплины

В результате освоения курса «Нагнетатели и тепловые двигатели» студент должен знать:

- теоретические основы и принципы действия тепловых двигателей и нагнетательных машин, работающих на различных рабочих телах;
- устройство нагнетательных машин и тепловых двигателей;
- режимы работы и технико-экономические показатели нагнетателей и тепловых двигателей;

уметь:

- анализировать гидромеханические и термодинамические процессы в нагнетателях и тепловых двигателях;

- определять основные характеристики машин с учетом рабочего типоразмера и условий эксплуатации, а также основные геометрические параметры машин с учетом их характеристик;
- обеспечивать правильную эксплуатацию машин и регулировать режимы их работы.

владеть:

- методикой расчетов основных элементов нагнетательных машин и тепловых двигателей;
- способами монтажа нагнетателей и электродвигателей;
- методами регулировки работы нагнетателей.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста

Данная дисциплина формирует у студента знания и умения работы с энергетическим оборудованием, которые необходимы при работе на должности инженера.

Требования к академическим компетенциям:

- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

Требования к социально-личностным компетенциям. По итогам освоения дисциплины студент должен:

- СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.
- СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-6. Уметь работать в команде.

Требования к профессиональным компетенциям специалиста:

Специалист должен быть способен:

Производственно-технологическая и ремонтно-эксплуатационная деятельность

- ПК-1. Используя показания технологического процесса производства, передачи, распределения и потребления тепловой энергии, создавать условия для соответствия режимов действующим стандартам, правилам и нормам.
- ПК-2. На основе анализа показателей режимов, параметров схемы и технического состояния оборудования выявлять причины неоптимальности технологического процесса производства, преобразования, распределения и потребления тепловой энергии и разрабатывать пути их устранения.

- ПК-3. В составе группы специалистов разрабатывать технологические режимные карты эксплуатации теплоэнергетических и теплотехнологических установок и систем, принимать участие в создании и развитии автоматизированных систем управления технологическими процессами этих систем для повышения качества и надежного их функционирования.
- ПК-4. Составлять энергетические балансы энергетических и технологических объектов и систем, определять потери топливно-энергетических ресурсов, разрабатывать организационные и технические мероприятия по повышению энергетической эффективности теплотехнологий.
- ПК-5. Проводить подготовку теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования и рабочего места для ремонтных бригад, допускать их к работе и восстанавливать режимы работы оборудования после окончания всех работ, вести техническую и оперативную документацию.
- ПК-8. Контролировать соблюдение норм охраны труда, техники безопасности и противопожарной безопасности на вверенных производственных участках, обеспечивать обучение персонала, работающего с теплоэнергетическим и теплотехнологическим оборудованием, правилам безопасности и осуществлять своевременную проверку знаний.

Проектная и научно - исследовательская деятельность

- ПК-9. В составе группы специалистов по проектированию теплотехнических объектов и систем или самостоятельно разрабатывать перспективный план развития промышленных теплоэнергетических и теплотехнологических систем, выполнять технико-экономическое обоснование вариантов сооружения или реконструкции теплоэнергетического и теплотехнологического объекта в энергетике, промышленности и других отраслях народного хозяйства.
- ПК-14. Осуществлять авторский надзор за сооружением или реконструкцией объекта теплоэнергетического или теплотехнологического назначения в пределах соответствующей компетенции.

Монтажно-наладочная деятельность

- ПК-18. Используя строительный проект теплоэнергетического и теплотехнологического объекта (системы) и техническую документацию, организовывать работы по его монтажу и наладке в соответствии с действующими правилами и нормами.
- ПК-20. Подбирать соответствующее оборудование, аппаратуру, приборы и инструменты и использовать их при проведении наладочных работ теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования.

Организационно-управленческая деятельность

- ПК-27. На основе правил, норм, технической документации и информации о техническом состоянии теплоэнергетических и теплотехнологических установок, составлять график периодичности планово-предупредительного ремонта, определять объемы ремонтных работ и потребности в материалах и запасных частях.
- ПК-28. Обеспечивать резерв материалов и комплектующих деталей, необходимых для выполнения первоочередных ремонтных и профилактических работ.

Инновационная деятельность

- ПК-33. Оценивать конкурентоспособность и экономическую эффективность разрабатываемого теплотехнологического оборудования и энергоэффективных технологий.

Требования к базовым профессиональным компетенциям. По итогам освоения дисциплины студент специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» должен:

– БПК-7. Знать устройство, принцип работы, методы расчета, проектирования и определения эксплуатационных характеристик энергетических установок.

Общее количество часов, количество аудиторных часов, трудоемкость учебной дисциплины

1. 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»:

всего часов по дисциплине – 180, аудиторных часов: по дневной форме – 80, по заочной форме – 16, по заочной форме на основе среднего специального образования – 10 часов; трудоемкость учебной дисциплины – 4,5 зачетных единиц.

2. 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»:

всего часов по дисциплине – 120, аудиторных часов: по дневной форме – 68, по заочной форме на основе среднего специального образования – 14 часов; трудоемкость учебной дисциплины – 3 зачетных единиц.

Форма получения высшего образования - дневная, заочная, заочная сокращенная.

Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий

Специальность, форма получения образования	Курс	Семестр	Количество аудиторного времени, ч				
			Ауд.	Лекции	Лабор.	Практ.	Зач. ед.
1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» (дневная форма)	3	5	80	48	16	16	4,5
1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» (заочная полная форма)	4	8	16	8	4	4	4,5
1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» (заочная форма на основе среднего специального)	2,3	4,5	10	6	2	2	4,5
1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» (дневная форма)	3	6	68	34	16	18	3,0
1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» (заочная форма на основе среднего специального)	2,3	4,5	14	8	2	4	3,0

Специальность, форма получения образования	Формы текущей аттестации, семестр			
	Экз.	Зачет	Тест	Курсовой проект (работа)
1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» (дневная форма)	5	-	-	-
1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» (заочная форма)	8	-	8	-
1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» (заочная форма на основе среднего специального)	5	-	-	-
1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» (дневная форма)	-	6	-	-
1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» (заочная форма на основе среднего специального)	-	5	-	-

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Назначение и содержание курса.

Тема 1. Основные понятия и определения. Производительность, напор и давление создаваемые нагнетателем, мощность КПД нагнетателей.

Роль и масштабы применения нагнетательных машин и тепловых двигателей в народном хозяйстве.

Совместная работа насоса и сети. Классификация нагнетателей и тепловых двигателей.

Раздел 2. Центробежные нагнетатели.

Тема 2. Уравнение Эйлера. Теоретический и действительный напоры. Уравнение энергии потока жидкости в рабочем колесе. Влияние угла β_2 рабочих лопастей на напор.

Тема 3. Многоступенчатые центробежные насосы.

Мощность и КПД. Теоретические характеристики. Регулирование подачи. Параллельное и последовательное включение Центробежных насосов в сеть. Неустойчивость работы. Помпаж. Центробежные насосы. Формы рабочих колес. КПД центробежных насосов.

Тема 4. Допустимая высота всасывания Конструкции центробежных насосов. Устройство и эксплуатация насосных установок.

Тема 5. Центробежные вентиляторы, основные понятия и определения. Энергия, сообщаемая газу. Давление вентилятора. Подача, мощность, КПД. Характеристики и регулирование.

Тема 6. Центробежные компрессоры. Основы теории.

Термодинамика компрессорного процесса. КПД компрессоров. Охлаждение, многоступенчатое сжатие. Степень центробежного компрессора. Мощность на валу. Приближенный расчет ступени. Конструкции.

Раздел 3. Осевые нагнетатели.

Тема 7. Осевые насосы и вентиляторы.

Решетка профилей. Основные уравнения теории. Напор, потери энергии, КПД.

Тема 8. Многоступенчатые насосы и вентиляторы.

Расчет осевых насосов и вентиляторов. Характеристики и регулирование подачи. Конструкции осевых насосов и вентиляторов. Осевые компрессоры. Степень осевого компрессора. Конструктивные формы. Метод расчета размеров ступени осевого компрессора.

Раздел 4. Объемные поршневые насосы и компрессоры.

Тема 9. Поршневые насосы.

Подача, неравномерность всасывания и подачи. Мощность и КПД. Регулирование подачи. Характеристики. Допустимая высота всасывания. Роторные насосы. Подача. Неравномерность подачи. Мощность и КПД. Характеристики и регулирование подачи.

Тема 10. Поршневые компрессоры.

Индикаторная диаграмма. Подача. Мощность и КПД. Многоступенчатое сжатие типы компрессоров. Подача и давление поршневого компрессора, работающего на трубопровод. Регулирование подачи. Конструкции. Компрессорные установки. Расчет основных размеров ступеней компрессора. Роторные компрессоры. Способ действия. Подача. Мощность и КПД. Регулирование подачи. Конструкции.

Раздел 5. Вихревые насосы, струйные насосы, пневматические подъемники для жидкостей.

Тема 11 Вихревые насосы, струйные насосы, пневматические подъемники для жидкостей.

Способы действия, действительные характеристики, области применения. Использование струйных насосов в теплоэнергетике. Подача, коэффициент инжекции и КПД струйных насосов.

Раздел 6. Двигатели внутреннего сгорания.

Тема 12. Двигатели внутреннего сгорания.

Виды топлив используемых в двигатели внутреннего сгорания. Рабочий процесс и теоретические индикаторные диаграммы двигателя внутреннего сгорания. Четырехтактные и двухтактные двигатели внутреннего сгорания. Надув двигателей. Мощность, КПД и удел. расходы топлива двигателей внутреннего сгорания. Тепловой баланс двигателей. Классификация и область применения двигателя внутреннего сгорания. Конструкция двигателя внутреннего сгорания.

Раздел 7. Двигатели внешнего сгорания.

Тема 13. Двигатель Стирлинга.

Устройство, принцип действия двигателя Стирлинга. Цикл Стирлинга в P-V и T-S координатах. Работа, термический КПД цикла. Изменение энтропии в цикле.

Раздел 8. Паровые и газовые турбины.

Тема 14. Теоретические основы работы турбинной ступени.

Принцип работы ступени турбины. Преобразование энергии. Активная и реактивная ступень. Сопловая и рабочая решетки.

Тема 15. Характер изменения параметров рабочего тела в проточной турбинной ступени.

Определение окружного и осевого усилий. Работа и мощность. Внутренние и внешние потери. Баланс энергии и структура КПД ступени. Зависимость КПД ступени от U/C_1 .

Тема 16. Основы расчета активной и реактивной ступени турбины.

Турбинная ступень скорости и давления. Многоступенчатые паровые и газовые турбины. Особенности многоступенчатых активных и реактивных турбин.

Изображение рабочего процесса в h-S диаграмме. Характеристический коэффициент. Основы предварительного теплового расчета многоступенчатых турбин.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Модуль 1 Основные понятия и определения курса. Центробежные насосы и вентиляторы	18	6		6			
1	Раздел I. Назначение и содержание курса.	3						
1.1	Тема 1. Основные понятия и определения. Производительность, напор и давление создаваемые нагнетателем, мощность КПД нагнетателей.	3	1					Экз.
2	Раздел II. Центробежные нагнетатели.	15	5		6			
2.1	Тема 2. Уравнение Эйлера. Теоретический и действительный напоры.	3	2					Экз.
2.2	Тема 3. Многоступенчатые центробежные насосы.	3						Экз.
2.3	Тема 4. Допустимая высота всасывания Конструкции центробежных насосов.	3	2		2			Экз.
2.4	Тема 5. Центробежные вентиляторы, основные понятия и определения.	3			4			Экз.
2.5	Тема 6. Центробежные компрессоры. Основы теории.	3	1					Экз.
	Модуль 2 Осевые нагнетатели.	6	2		2			
3	Раздел III. Осевые нагнетатели.	6	2		2			
3.1	Тема 7. Осевые насосы и вентиляторы.	3	1		2			Экз.
3.2	Тема 8. Многоступенчатые насосы и вентиляторы.	3	1					Экз.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Модуль 3 Объемные поршневые насосы и компрессоры. Вихревые насосы, струйные насосы, пневматические подъемники для жидкостей	9	3		4			
4	Раздел IV. Объемные поршневые насосы и компрессоры.	6	2		4			
4.1	Тема 9. Поршневые насосы.	3	1					Экз.
4.2	Тема 10. Поршневые компрессоры.	3	1		2			Экз.
5	Раздел V. Вихревые насосы, струйные насосы, пневматические подъемники для жидкостей.	3	1					
5.1	Тема 11 Вихревые насосы, струйные насосы, пневматические подъемники для жидкостей.	3	1		2			Экз.
	Модуль 4 Двигатели внутреннего и внешнего сгорания.	6	2		4			
6	Раздел VI. Двигатели внутреннего сгорания.	3	1		2			
6.1	Тема 12. Двигатели внутреннего сгорания.	3	1		2			Экз.
7	Раздел VII. Двигатели внешнего сгорания.	3	1		2			
7.1	Тема 13. Двигатель Стирлинга.	3	1		2			Экз.
	Модуль 5 Паровые и газовые турбины.	9	3					
8	Раздел VIII. Паровые и газовые турбины.	9	3					
8.1	Тема 14. Теоретические основы работы турбинной ступени.	3	1					Экз.
8.2	Тема 15. Характер изменения параметров рабочего тела в проточной турбинной ступени.	3	1					Экз.
8.3	Тема 16. Основы расчета активной и реактивной ступени турбины.	3	1					Экз.
	ВСЕГО	48	16	-	16			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Модуль 1 Основные понятия и определения курса. Центробежные насосы и вентиляторы	17	10		6			
1	Раздел I. Назначение и содержание курса.	2	2					
1.1	Тема 1. Основные понятия и определения. Производительность, напор и давление создаваемые нагнетателем, мощность КПД нагнетателей.	2	2					Зачет
2	Раздел II. Центробежные нагнетатели.	15	8		6			
2.1	Тема 2. Уравнение Эйлера. Теоретический и действительный напоры.	3	2					Зачет
2.2	Тема 3. Многоступенчатые центробежные насосы.	3						Зачет
2.3	Тема 4. Допустимая высота всасывания Конструкции центробежных насосов.	3	2		2			Зачет
2.4	Тема 5. Центробежные вентиляторы, основные понятия и определения.	3	2		4			Зачет
2.5	Тема 6. Центробежные компрессоры. Основы теории.	3	2					Зачет
	Модуль 2 Осевые нагнетатели.	4			2			
3	Раздел III. Осевые нагнетатели.	4			2			
3.1	Тема 7. Осевые насосы и вентиляторы.	3			2			Зачет
3.2	Тема 8. Многоступенчатые насосы и вентиляторы.	1						Зачет

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Модуль 3 Объемные поршневые насосы и компрессоры. Вихревые насосы, струйные насосы, пневматические подъемники для жидкостей	6	4		4			
4	Раздел IV. Объемные поршневые насосы и компрессоры.	5	4		4			
4.1	Тема 9. Поршневые насосы.	2	2					Зачет
4.2	Тема 10. Поршневые компрессоры.	3	2		2			Зачет
5	Раздел V. Вихревые насосы, струйные насосы, пневматические подъемники для жидкостей.	1						
5.1	Тема 11 Вихревые насосы, струйные насосы, пневматические подъемники для жидкостей.	1			2			Зачет
	Модуль 4 Двигатели внутреннего и внешнего сгорания.	2			4			
6	Раздел VI. Двигатели внутреннего сгорания.	1			2			
6.1	Тема 12. Двигатели внутреннего сгорания.	1			2			Зачет
7	Раздел VII. Двигатели внешнего сгорания.	1			2			
7.1	Тема 13. Двигатель Стирлинга.	1			2			Зачет
	Модуль 5 Паровые и газовые турбины.	5	4					
8	Раздел VIII. Паровые и газовые турбины.	5	4					
8.1	Тема 14. Теоретические основы работы турбинной ступени.	2						Зачет
8.2	Тема 15. Характер изменения параметров рабочего тела в проточной турбинной ступени.	2	2					Зачет
8.3	Тема 16. Основы расчета активной и реактивной ступени турбины.	1	2					Зачет
	ВСЕГО	34	18	-	16	-	-	

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»
(Заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел II. Центробежные нагнетатели.	3	2		2			
1.1	Тема 2. Уравнение Эйлера. Теоретический и действительный напоры.	1						Экз.
1.2	Тема 4. Допустимая высота всасывания Конструкции центробежных насосов.	1	1		2			Экз.
1.3	Тема 6. Центробежные компрессоры. Основы теории.	1	1					Экз.
2	Раздел III. Осевые нагнетатели.	1			2			
2.1	Тема 7. Осевые насосы и вентиляторы.	1			2			Экз.
3	Раздел IV. Объемные поршневые насосы и компрессоры.	1	1					
3.1	Тема 10. Поршневые компрессоры.	1	1					Экз.
4	Раздел VIII. Паровые и газовые турбины.	3	1					
4.1	Тема 14. Теоретические основы работы турбинной ступени.	1	1					Экз.
4.2	Тема 15. Характер изменения параметров рабочего тела в проточной турбинной ступени.	1						Экз.
4.3	Тема 16. Основы расчета активной и реактивной ступени турбины.	1						Экз.
	ВСЕГО	8	4	-	4			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»
 (Заочная форма получения образования заочная форма на основе
 среднего специального)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля зна- ний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел II. Центробежные на- гнетатели.	2	1		2			
1.1	Тема 2. Уравнение Эйлера. Теоретический и действи- тельный напоры.	1						Экз.
1.2	Тема 4. Допустимая высота всасывания Конструкции центробежных насосов.	1	1		2			Экз.
2	Раздел III. Осевые нагнетате- ли.	1						
2.1	Тема 7. Осевые насосы и вентиляторы.	1						Экз.
3	Раздел IV. Объемные порш- невые насосы и компрессо- ры.	1	1					
3.1	Тема 10. Поршневые ком- прессоры.	1	1					Экз.
4	Раздел VIII. Паровые и газо- вые турбины.	2						
4.1	Тема 14. Теоретические ос- новы работы турбинной сту- пени.	1						Экз.
4.2	Тема 15. Характер изменения параметров рабочего тела в проточной турбинной ступе- ни.	1						Экз.
	ВСЕГО	6	2	-	2			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»
(Заочная форма получения образования заочная форма на основе
среднего специального)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел II. Центробежные нагнетатели.	4	1		2			
1.1	Тема 2. Уравнение Эйлера. Теоретический и действительный напоры.	2			2			Зачет
1.2	Тема 4. Допустимая высота всасывания Конструкции центробежных насосов.	2	1					Зачет
2	Раздел III. Осевые нагнетатели.	1						
2.1	Тема 7. Осевые насосы и вентиляторы.	1						Зачет
3	Раздел IV. Объемные поршневые насосы и компрессоры.	1	1					
3.1	Тема 10. Поршневые компрессоры.	1	1					Зачет
4	Раздел VIII. Паровые и газовые турбины.	2	2					
4.1	Тема 14. Теоретические основы работы турбинной ступени.	1						Зачет
4.2	Тема 15. Характер изменения параметров рабочего тела в проточной турбинной ступени.	1	2					Зачет
	ВСЕГО	8	4	-	2			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Голубков, Б.Н. Теплотехническое оборудование и теплоснабжение промышленных предприятий / Б.Н.Голубков – М.: Энергия, 2009 – 544с.
2. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: справочник / под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. - 4-е изд. – М.: Издательство МЭИ, 2004. - 632 с.
3. Черкасский, В.М. Нагнетатели и тепловые двигатели / В.М. Черкасский [и др.]; под общ. ред. В.М. Черкасского. – Москва: Энергоатомиздат, 1997. – 383 с.
4. Каледина, Н. О. Вентиляция производственных объектов: учеб. пособие для вузов / Н. О. Каледина. – Изд. 3-е, стер. – Москва: МГГУ, 2007. – 193 с.
5. Фокин, С. В. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: устройство, монтаж и эксплуатация: учеб. пособие / С. В. Фокин, О. Н. Шпортко. – Москва: Инфра-М, Альфа-М, 2013. – 367 с.
6. Основы современной энергетики: учебник для вузов/ под ред. Аметистова Е.В. – М.: МЭИ, 2003. – 453 с.
7. Буров, А.Л. Тепловые двигатели: учебное пособие для вузов / А.Л. Буров – Москва: МГИУ, 2005. – 136 с.
8. Цанев, С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: учебное пособие для вузов / С.В.Цанев, В.Д.Буров, А.Н. Ремизов. Под ред. С.В.Цанева. -2-е изд., стереот. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 584 с.

Дополнительная литература

1. Протасевич, А. М. Энергосбережение в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: учеб. пособие для вузов / А. М. Протасевич. – Минск: Новое знание: Москва: Инфра-М, 2012. – 285 с.
2. Сотников, А. Г. Проектирование и расчет систем вентиляции и кондиционирования воздуха / А. Г. Сотников. – СПб.: Береста, 2013. – Т. I. – 423 с.; Т. II. – 430 с.
3. Голубков, Б.Н. Кондиционирование воздуха, отопление и вентиляция / Б.Н. Голубков, Б.И. Початков, Т.М. Романова. – Москва: Энергоиздат, 1982. – 231 с.
4. Черкасский, В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: учебник для теплоэнергетических специальностей вузов / В.М. Черкасский – Москва : Энергия, 1987. – 422 с.
5. Центробежные вентиляторы. Аэродинамические схемы и характеристики: справочник / Т.С. Соломахова, К.В. Чебышева. – Москва: Машиностроение, 1980. – 176 с.
6. Техническая термодинамика и теплопередача / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк – М.: Изд-во «Юрайт», 2013. – 566 с.

7. Трухний, А.Д. Основы современной энергетики: учебник для вузов. – 6-е изд.: перераб. И доп. – М.: МЭИ, 2016. – 512 с.
8. Голубков, Б.Н. Проектирование и эксплуатация установок кондиционирования воздуха и отопления: учебное пособие для студентов вузов по специальности «Промышленная теплоэнергетика»/ Б.Н. Голубков, Т.М. Романова, В.А. Гусев. – Москва: Энергоатомиздат, 1988. – 190 с.

Учебно-методические комплексы –

Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов и технических средств обучения

1. Вальченко, Н.А. Нагнетатели и тепловые двигатели [электронный ресурс]. Лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов специальностей: 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» / Н. А. Вальченко. - Гомель: УО «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого», 2011. – 37 с. Режим доступа: <http://elib.gstu.by/handle/220612/1838>
2. Вальченко, Н.А. Нагнетатели и тепловые двигатели. Пособие по одноименной дисциплине для студентов специальностей 1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» / Н.А. Вальченко. – Гомель: ИЦ УО «ГГТУ им. П.О. Сухого», 2007. – 60 с.
3. Овсянник, А.В. Нагнетатели и тепловые двигатели. Методические указания к практическим занятиям для студентов спец. 10.07 «Промышленная теплоэнергетика» / А.В. Овсянник – Гомель: ротапринт ГПИ, 1993. – 26 с.
4. Вальченко, Н.А. Нагнетатели и тепловые двигатели. Лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов специальностей: 1 – 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» и 1 – 43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» / Н. А. Вальченко, С. С. Сидоренко. - Гомель: УО «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого», 2012.– 34 с.
5. Электронный курс по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели» для студентов специальностей: 1 – 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» и 1 – 43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» / Н. А. Вальченко, Т. Н. Никулина. 2014.
6. Вальченко, Н.А. Нагнетатели и тепловые двигатели: Практикум по выполнению лабораторных работ по одноименному курсу для студентов специальностей: 1 – 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» и 1 – 43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» / Н. А. Вальченко, А. В. Родин. - Гомель: УО «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого», 2018. – 54 с.

Примерный перечень тем практических занятий:

1. Расчет работы сжатия и расширения по диаграммам состояния и по формулам идеального газа.
2. Расчет высоты всасывания, мощности насоса. Определение внутреннего диаметра рабочего колеса. Построение характеристики сети.
3. Определение основных показателей и геометрических размеров ступени компрессора.
4. Построение параллелограмма скоростей центробежного компрессора. Расчет диффузора.
5. Расчет процесса расширения пара в турбинной ступени.
6. Определение основных размеров турбинной ступени.
7. Расчет мощности и КПД турбинной ступени. Построение треугольников скоростей.
8. Расчет мощности, КПД и удельного расхода топлива
9. двигателя внутреннего сгорания. Индикаторная диаграмма.
10. Расчет струйных аппаратов. Пароструйных и водовоздушных эжекторов.

Примерный перечень лабораторных работ:

1. Снятие характеристик центробежного вентилятора;
2. Изучение конструкции и определение основных характеристик центробежного гидравлического насоса;
3. Снятие характеристик осевого вентилятора;
4. Последовательная работа осевых вентиляторов;
5. Параллельная работа вентиляторов;
6. Испытание поршневого компрессора;
7. Исследование работы струйного насоса;
8. Изучение конструкции и определение эффективного расхода топлива двигателя внутреннего сгорания;
9. Изучение конструкции и принципа действия двигателя Стирлинга.

Примерный перечень вопросов к экзамену (зачету, тестированию):

1. Классификация нагнетателей. Производительность, напор и давление, создаваемые нагнетателем.
2. Мощность и КПД нагнетателей. Уравнение сохранения энергии.
3. Совместная работа насоса и трубопроводной сети.
4. Принцип действия центробежной машины. Уравнение Эйлера.
5. Параллелограмм скоростей на лопатках центробежной машины.
6. Теоретический момент сил, мощность и напор центробежного нагнетателя.
7. Уравнение Эйлера. Скоростной и статический напор центробежной машины.
10. Уравнение энергии рабочего колеса центробежной машины.

11. Типы рабочих лопаток центробежной машины. Степень реактивности.
12. Мощность и КПД центробежной машины.
13. Теоретические характеристики центробежных машин.
14. Действительные характеристики центробежных машин.
15. Регулирование подачи. Дроссельное регулирование центробежной машины.
16. Регулирование подачи изменением числа оборотов центробежной машины.
17. Регулирование подачи поворотными направляющими лопастями на входе в рабочее колесо центробежной машины.
18. Параллельное включение двух центробежных насосов в сеть.
19. Последовательное включение двух центробежных насосов в сеть.
20. Неустойчивость работы. Помпаж.
21. Формы рабочих колес центробежных насосов.
22. КПД центробежных машин.
23. Допустимая высота всасывания центробежного насоса. Кавитация.
24. Центробежные вентиляторы. Основные понятия. Конструкции.
25. Давление, развиваемое центробежным вентилятором. Самотяга.
26. Подача, мощность, КПД центробежного вентилятора. Мощность двигателя.
27. Характеристики. Регулирование центробежных вентиляторов.
28. Вентиляторные установки. Стандартные положения корпусов вентиляторов.
29. Центробежные компрессоры. Классификация центробежных компрессоров.
30. Уравнения сжатия и расширения происходящих в центробежных компрессорах.
31. Уравнение энергии компрессорных процессов в центробежном компрессоре.
32. Уравнение энергии компрессорных процессов через параметры торможения. Мощность центробежного компрессора.
33. КПД центробежных компрессоров.
34. Многоступенчатое сжатие в компрессоре.
35. Нормативы для определения числа ступеней центробежного компрессора.
36. Общие положения приближенного расчета центробежного компрессора.
37. Мощность на валу центробежного компрессора.
38. Конструкции центробежных компрессоров.
39. Осевые насосы и вентиляторы. Решетка профилей.
40. Осевые насосы и вентиляторы. Параллелограмм скоростей.
41. Основные уравнения теории осевых машин. Уравнение неразрывности.
42. Уравнение энергии осевых машин.
43. Уравнение количества движения осевых машин.
44. Уравнение циркуляции осевых машин.

45. Напор, потери энергии осевых машин.
46. КПД осевых машин.
47. Расчет осевых насосов и вентиляторов. Многоступенчатые насосы и вентиляторы.
48. Характеристики и регулирование подачи осевых машин.
49. Конструкции осевых насосов и вентиляторов.
50. Осевые компрессоры. Степень осевого компрессора.
51. Степень реактивности ступеней осевых компрессоров.
52. КПД элементарной ступени осевого компрессора.
53. Метод расчета осевых размеров ступени осевого компрессора.
54. Конструктивные формы осевых компрессоров.
55. Поршневые насосы. Способ действия. Индикаторная диаграмма.
56. Подача поршневых насосов.
57. Неравномерность всасывания и подачи поршневого насоса.
58. Мощность и КПД поршневого насоса.
59. Регулирование подачи. Характеристики поршневого насоса.
60. Допустимая высота всасывания поршневого насоса.
61. Поршневые компрессоры. Мощность и КПД поршневых компрессоров.
62. «Мертвое» пространство и подача поршневого компрессора.
63. Многоступенчатое сжатие. Подача и давление поршневого компрессора, работающего на трубопровод.
64. Регулирование подачи поршневого компрессора.
65. Расчет основных размеров ступени поршневого компрессора. Компрессорные установки.
66. Паровые турбины. Сопловая и рабочая решетки. Активная и реактивная ступени.
67. Теоретические основы работы турбинной ступени.
68. КПД ступени и потери энергии в ступени паровой турбины.
69. Работа и мощность паровой турбины. Значение отношения $U/C1$.
70. Геометрические параметры решетки паровой турбины. Ступени скорости и давления.
71. Многоступенчатые турбины.
72. Типы паровых турбин. Классификация паровых турбин.
73. Виды топлив, используемых в двигателях внутреннего сгорания.
74. Рабочий процесс и теоретические индикаторные диаграммы карбюраторных двигателей (четырёхтактные и двухтактные).
75. Рабочий процесс и теоретические индикаторные диаграммы дизелей (четырёхтактные и двухтактные).
76. Рабочий процесс и реальные индикаторные диаграммы д.в.с.
77. Четырёхтактные и двухтактные двигатели. Наддув двигателей.
78. Двигатели с внешним подводом теплоты. Цикл двигателя Стирлинга. Принцип работы двигателя Стирлинга.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие виды самостоятельной работы:

- выполнение индивидуальных заданий в аудитории на практических занятиях под контролем преподавателя;
- выполнение домашних заданий в виде решения задач;
- изучение тематических материалов, не включаемых в перечень лекционных занятий;
- проведение типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным темам;
- изучение справочной и нормативной литературы;
- подготовка докладов и презентаций по актуальным темам, в том числе не выносимым на лекционные занятия;
- самостоятельная подготовка к сдаче зачета.

С целью привлечения студентов к участию в конкурсах и олимпиадах можно предложить им индивидуальные задания повышенной степени сложности, которые требуют самостоятельного освоения материала, выходящего за рамки учебной дисциплины.

Для организации самостоятельной работы студентов необходимо использовать современные информационные технологии: информационные ресурсы учебного портала или электронной библиотеки университета.

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего контроля знаний в форме устного опроса, контрольных работ, тестового контроля по темам и разделам курса.

Для оценки приобретенных студентами знаний используется следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам;
- защита выполненных контрольных работ;
- защита выполненных лабораторных работ;
- проведение тестирования;
- сдача зачета;
- сдача экзамена.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Системы производства и распределения энергоносителей промышленных предприятий	Промышленная теплоэнергетика и экология	Согласовано	Рекомендовать представленную учебную программу к утверждению (Протокол № 11 от 29.04.2020 г.)
Источники и системы теплоснабжения промпредприятий			
Режимы работы теплотехнологических установок			

Заведующий кафедрой

А.В.Шаповалов