

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
 дизайна»
 (СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.09

Энергетические насосы, компрессоры и системы
 воздухообеспечения промышленных предприятий

Учебный план: ФГОС3++b130301-3_22-14.plx

Кафедра: 21 Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Направление подготовки:
 (специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:
 (специализация) Промышленная теплоэнергетика

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

| Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа обучающихся | | Сам. работа | Контроль, час. | Трудоё мкость, ЗЕТ | Форма промежуточной аттестации |
|---------------------------|----------------------------------|-------------------|----------------|-------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| | Лекции | Практ. занятия | | | | |
| 6 | УП | 17 | 17 | 37,75 | 0,25 | Зачет |
| | РПД | 17 | 17 | 37,75 | 0,25 | |
| Итого | УП | 17 | 17 | 37,75 | 0,25 | |
| | РПД | 17 | 17 | 37,75 | 0,25 | |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 143

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Верхоланцев А.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теплосиловых установок и тепловых двигателей

Злобин В.Г.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сморозин С.Н.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области конструктивных особенностей, принципов работы, современного состояния и перспектив развития нагнетателей, в оценке и анализе физических процессов, протекающих в нагнетателях, расчета основных геометрических размеров машин и их характеристик, в выборе экономичных режимов работы, в обеспечении правильной эксплуатации нагнетателей.

1.2 Задачи дисциплины:

- Изучить конструктивные особенности и принципы работы нагнетателей.
- Рассмотреть современное состояние и перспективы развития нагнетателей.
- Продемонстрировать организацию правильной эксплуатации нагнетателей.
- Установить возможности выбора экономичных режимов работы.
- Провести оценку и анализ физических процессов, протекающих в нагнетателях.
- Привить способности к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых знаний и умений.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Физика

Теоретическая механика

Математика

Материаловедение, технологии конструкционных материалов

Гидрогазодинамика (Гидравлика)

Прикладная механика

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-6.1: Готовность к выполнению работ по организационному и техническому обеспечению полного цикла или отдельных стадий эксплуатации тепловых сетей, тепломеханического оборудования ТЭС и котельных

Знать: устройство и принцип работы центробежных и поршневых насосов; схемы, конструкции, характеристики, технико-экономические показатели и особенности эксплуатации насосов, компрессоров и оборудования систем воздухообеспечения.

Уметь: анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт, осуществлять выбор насосов и основного и вспомогательного оборудования систем воздухообеспечения.

Владеть: навыками разработки мероприятий по повышению энергетической эффективности систем воздухообеспечения промышленных предприятий.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий | Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа | | СР (часы) | Инновац. формы занятий | Форма текущего контроля |
|---|------------------------------|----------------------|---------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | Лек. (часы) | Пр. (часы) | | | |
| Раздел 1. Общие сведения о нагнетателях | 6 | | | | | О |
| Тема 1. Классификация нагнетателей. Основные понятия и определения. Основные типы и классификация нагнетателей. Показатели работы нагнетателей. | | 2 | | 4 | | |
| Тема 2. Принцип действия нагнетателей. Принцип действия динамических нагнетателей. Принцип действия объемных нагнетателей. Высота всасывания. | | 2 | | 4 | | |
| Раздел 2. Основы теории нагнетателей | | | | | | О |
| Тема 3. Центробежные нагнетатели. Конструктивная схема. Параллелограмм скоростей. Уравнение Эйлера. Подобие центробежных нагнетателей. | | 3 | 4 | 5,75 | | |
| Тема 4. Осевые нагнетатели. Решетка профилей. Основные уравнения. Характеристики осевых нагнетателей. | | 2 | 4 | 4 | | |
| Раздел 3. Насосы и системы водоснабжения | | | | | | О |
| Тема 5. Насосы. Типовая схема и пуск насосной установки. Работа насоса на сеть. Регулирование насосов. Осевое усилие. Многоступенчатые насосы. | | 2 | 4 | 6 | | |
| Тема 6. Системы водоснабжения. Классификация насосных станций. Принципиальные схемы компоновки систем водоснабжения. Трубопроводная арматура. | | 2 | | 4 | | |
| Раздел 4. Компрессоры и системы воздухообеспечения | | | | | | О |

| | | | | | | |
|---|--|-------|----|-------|--|--|
| Тема 7. Компрессоры. Конструкции компрессоров. Индикаторная диаграмма. Многоступенчатые компрессоры с дифференциальным поршнем. Характеристики компрессоров. Регулирование компрессоров. | | 2 | 5 | 6 | | |
| Тема 8. Системы воздухообеспечения. Сжатый воздух в промышленности. Очистка сжатого воздуха. Состав системы воздухообеспечения. Основные типы потребителей сжатого воздуха. | | 2 | | 4 | | |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО) | | 17 | 17 | 37,75 | | |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет) | | 0,25 | | | | |
| Всего контактная работа и СР по дисциплине | | 34,25 | | 37,75 | | |

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения | Наименование оценочного средства |
|-----------------|--|---|
| ПК-6.1 | Обучающийся: 1) Излагает - устройство и принцип работы нагнетателей; знает характеристики и технико-экономические показатели компрессоров и оборудования систем воздухообеспечения. 2) Демонстрирует навыки: анализа научно-технической информации; выбора насосов и основного и вспомогательного оборудования систем воздухообеспечения. 3) Использует методики для разработки мероприятий по повышению энергетической эффективности систем воздухообеспечения промышленных предприятий. | 1. Вопросы устного собеседования. 2. Практико-ориентированные задания. |

5.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций | |
|------------------|--|--|
| | Устное собеседование | Письменная работа |
| Зачтено | Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных положений, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных положений и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в использовании учебного материала. Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Умеет применять математический аппарат для | Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, выбора нужных законов и формул для ее решения. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ и может его интерпретировать. |

| | | |
|------------|---|---|
| | реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать. | |
| Не зачтено | Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные положения; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. | Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. |

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

| № п/п | Формулировки вопросов |
|-----------|---|
| Семестр 6 | |
| 1 | Многоступенчатое сжатие. |
| 2 | Процессы сжатия и расширения газа в поршневом компрессоре. |
| 3 | Компрессоры со ступенями сжатия в отдельных цилиндрах. |
| 4 | Компрессоры с несколькими ступенями сжатия в одном цилиндре. |
| 5 | Состав системы воздухообеспечения и компрессорных станций. |
| 6 | Оборудование компрессорных станций. |
| 7 | Основные типы потребителей сжатого воздуха. |
| 8 | Приближенный расчет расхода воздуха у потребителей. |
| 9 | Расчет воздухопроводной сети |
| 10 | Основные типы и классификация нагнетателей |
| 11 | Конструктивная схема центробежных нагнетателей |
| 12 | Параллелограмм скоростей центробежных нагнетателей |
| 13 | Уравнение Эйлера для центробежных нагнетателей |
| 14 | Характеристики центробежных нагнетателей |
| 15 | Подобие центробежных нагнетателей |
| 16 | Работа насоса на сеть. Последовательное и параллельное соединение насосов |
| 17 | Регулирование насосов |
| 18 | Осевое усилие при работе насосов |
| 19 | Эксплуатация насосных установок |
| 20 | Геометрическая, полная и вакуумметрическая высота всасывания |
| 21 | Кавитационный запас |
| 22 | Термодинамика процесса сжатия |
| 23 | Уравнение сохранения энергии процесса сжатия. |
| 24 | КПД и мощность компрессора. |
| 25 | Охлаждение газа в компрессоре |

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Кейс 1. Центробежный насос перекачивает конденсат из конденсатора паровой турбины, переохлажденного до температуры t_B .

Рассчитать, на каком наименьшем вертикальном расстоянии от минимального уровня в конденсаторе $H_{BC}^{ДОП}$ должна находиться ось насоса для обеспечения его нормальной работы без кавитационных срывов.

$Q=36$ м³/час; $d_{вс}=150$ мм; $p_k=19$ кПа; $h_{вс}^п=0,5$ м/вод.ст.; $n=1500$ об/мин; $t_B=72$; $C=1500$.

1 вариант - $H_{BC}^{ДОП}=+12,5$; 2 вариант - $H_{BC}^{ДОП}=+0,5$; 3 вариант - $H_{BC}^{ДОП}=0$; 4 вариант - $H_{BC}^{ДОП}=-3,4$.

Кейс 2. Электродвигатель со скоростью вращения 1500 мин⁻¹ центробежного насоса производительностью 600 м³/ч. вышел из строя. Рассчитать новую производительность центробежного насоса при замене приводного электродвигателя, если скорость вращения стала 1000 мин⁻¹.

1 вариант: $Q = 100$ м³/ч; 2 вариант: $Q = 200$ м³/ч; 3 вариант: $Q = 400$ м³/ч; 4 вариант: $Q = 600$ м³/ч.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная Письменная Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку ответа на зачете 30 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

| Автор | Заглавие | Издательство | Год издания | Ссылка |
|---|--|--|-------------|---|
| 6.1.1 Основная учебная литература | | | | |
| Локалов, Г. А., Марковский, В. М., Аронсон, К. Э. | Осевые и центробежные насосы тепловых электрических станций | Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ | 2016 | http://www.iprbooks.hop.ru/69653.html |
| Аляев, В. А., Булаев, С. А., Косенков, Д. В., Котомкин, Д. О., Сагдеев, Д. И., Садыков, А. Х. | Насосы и компрессоры. Часть 1 | Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет | 2016 | http://www.iprbooks.hop.ru/63678.html |
| 6.1.2 Дополнительная учебная литература | | | | |
| В.В. Филатов, Н.Н. Гладышев | Технологические энергоносители предприятий (Воздухоснабжение промышленных предприятий) [Текст]: методические указания к выполнению курсовой работы «Компрессорная станция для промышленного предприятия» | М-во образования и науки РФ, СПбГУРП. – СПб.: СПбГУРП | 2012 | http://www.nizrp.narod.ru/tepvozdux.htm |
| Молодова, Ю. И. | Компрессоры объемного действия. Типы и механизмы движения | Санкт-Петербург: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий | 2014 | http://www.iprbooks.hop.ru/66515.html |

| | | | | | |
|--------------------------------------|--|----------|--------------------------------------|------|---|
| Коротков, В. А., Татаренко, Ю. В. | Компрессоры динамического действия | принципа | Санкт-Петербург: Университет ИТМО | 2016 | http://www.iprbookshop.ru/66514.html |
|--------------------------------------|--|----------|--------------------------------------|------|---|

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
3. База данных большой технической библиотеки "Сайт теплотехника" [Электронный ресурс]. URL: <http://teplokot.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Аудитория | Оснащение |
|----------------------|---|
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска |
| Учебная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска |