

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Насосы, вентиляторы, компрессоры

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
08.03.01. Строительство

направленность (профиль)
Теплогазоснабжение и вентиляция

Форма обучения:

очная

Год набора: 2019

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр | 5 | Итого |
|--|------------|------------|
| Форма контроля | Зачёт | |
| Вид занятий | | |
| Лекции | 32 | 32 |
| Лабораторные | 16 | 16 |
| Практические | 18 | 18 |
| Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР | | |
| Промежуточная аттестация | 0,25 | 0,25 |
| Контактная работа | 66,25 | 66,25 |
| Самостоятельная работа | 77,75 | 77,75 |
| Контроль | | |
| Итого | 144 | 144 |

Рабочую программу составил(и):

Доцент ЦИО, к.т.н., Сизенко О.А.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

08.03.01 Строительство

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2023 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение

(протокол заседания №1 от «19» сентября 2018 г.

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов знаний в области работы нагнетателей для профессионального подбора насосов, вентиляторов, компрессоров при проектировании, эксплуатации и реконструкции инженерных систем зданий и сооружений

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Математика», «Физика», «Механика жидкости и газа», «Гидрогазодинамика», «Начертательная геометрия и инженерная графика».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Механизация и автоматизация производства систем теплогазоснабжения и вентиляции», «Теплоснабжение», «Основы монтажа и наладки систем теплогазоснабжения и вентиляции», «Системы очистки вентиляционных выбросов», «Вентиляция», «Системы обеспечения теплового режима здания», «Отопление», «Кондиционирование воздуха», «Источники теплоты и сети», «Установки обработки и подачи воздуха», подготовка ВКР.

3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|---|--|---|
| ПК-1. Способность выполнять работы по проектированию систем теплогазоснабжения и вентиляции | ПК-1.5. Выбор оборудования и арматуры для системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции) | Знать: Нормативно-техническую документацию по проектированию систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления и противодымной вентиляции |
| | | Уметь: осуществлять и обосновывать выбор насосов, вентиляторов и компрессоров систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции в соответствии с функциональными, технологическими, санитарными требованиями, установленными заданием на проектирование |
| | | Владеть: навыками работы с каталогами насосного, вентиляционного и прочего оборудования используемого при проектировании систем внутреннего теплоснабжения, |

| Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Планируемые результаты обучения |
|---|--|--|
| | | отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции |
| ПК-2. Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции | ПК-2.3. Расчет теплотехнических и гидравлических параметров системы теплоснабжения (газоснабжения) | Знать: методы расчёта и подбора насосного оборудования |
| | | Уметь: выполнять технические расчеты элементов и узлов систем внутреннего теплоснабжения, отопления. |
| | | Владеть: навыками расчёта насосного оборудования |
| | ПК-2.4. Расчет аэродинамических параметров системы вентиляции воздуха | Знать: методы расчёта и подбора вентиляционного оборудования и компрессоров |
| | | Уметь: Осуществлять расчеты и подбор отопительного и вентиляционного оборудования, оборудования для систем кондиционирования воздуха и холодильного оборудования, выбор места размещения оборудования. |
| | | Владеть: навыками расчёта и подбора вентиляционного оборудования и компрессоров |
| | ПК-2.5. Выполнение гидравлических расчётов внутренних систем водоснабжения и водоотведения | Знать: методы расчёта и подбора насосного оборудования |
| | | Уметь: выполнять технические расчеты элементов и узлов внутренних систем водоснабжения и водоотведения |
| | | Владеть: навыками расчёта насосного оборудования |

4. Структура и содержание дисциплины

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------------|---|---------|--------------|--------|----------------|--|
| Насосы, вентиляторы, компрессоры | Лек.1 | Основные понятия. Классификация нагнетателей. | 5 | 2 | 0,3125 | | |
| | Пр.1 | Ознакомительная работа с каталогами нагнетателей | | 2 | 2 | | |
| | Лек.2 | Параметры работы нагнетателей | | 2 | 0,3125 | | |
| | Лаб.1 | Изучение основных параметров, характеризующих работу вентиляционной установки | | 2 | 3 | | отчёт по л/р |
| | СР | Подготовка отчёта по л/р к защите | | 2 | | | |
| | Лек.3 | Принцип работы лопастных нагнетателей. Теорема Жуковского. | | 2 | 0,3125 | | |
| | Пр.2 | Напор, давление, работа, мощность и КПД нагнетателей | | 2 | 2 | | |
| | Лек.4 | Уравнение Эйлера для работы лопастного колеса | | 2 | 0,3125 | | |
| | Лаб.2 | Исследование центробежного вентилятора и построение его характеристик | | 2 | 3 | | отчёт по л/р |
| | СР | Подготовка отчёта по л/р к защите | | 2 | | | |
| | Лек.5 | Характеристики лопастных нагнетателей. Универсальные характеристики. | | 2 | 0,3125 | | |
| | Пр.3 | Пересчёт характеристик лопастных насосов и вентиляторов | | 2 | 2 | | |
| | СР | Выполнение ИДЗ№1 | | 12 | 15 | | ИДЗ№1 |
| | Лек.6 | Характеристика сети. Метод наложения характеристик. | | 2 | 0,3125 | | |
| | Лаб.3 | Исследование двух последовательно установленных центробежных вентиляторов | | 2 | 3 | | отчёт по л/р |
| | СР | Подготовка отчёта по л/р к защите | | 2 | | | |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------------|---|---------|--------------|--------|----------------|--|
| Насосы, вентиляторы, компрессоры | Лек.7 | Совместная работа и устойчивость работы нагнетателей. | 5 | 2 | 0,3125 | | |
| | Пр.4 | Сопротивление и напорная характеристика сети | | 2 | 2 | | |
| | Лек.8 | Радиальные, осевые и диаметральные вентиляторы | | 2 | 0,3125 | | |
| | СР | Подготовка к промежуточному тестированию | | 6 | 10 | | Промеж. тест |
| | Лаб.4 | Исследование двух параллельно установленных центробежных вентиляторов | | 2 | 3 | | отчёт по л/р |
| | СР | Подготовка отчёта по л/р к защите | | 2 | | | |
| | Лек.9 | Регулирование работы вентиляторов | | 2 | 0,3125 | | |
| | Пр.5 | Совместная работа нагнетателей | | 2 | 2 | | |
| | СР | Выполнение ИДЗ№2 | | 12 | 15 | | ИДЗ№2 |
| | Лек.10 | Центробежные насосы и компрессоры | | 2 | 0,3125 | | |
| | Лаб.5 | Исследование работы осевого вентилятора | | 2 | 3 | | отчёт по л/р |
| | СР | Подготовка отчёта по л/р к защите | | 2 | | | |
| | Лек.11 | Осевые насосы и компрессоры | | 2 | 0,3125 | | |
| | Пр.6 | Работа нагнетателей в распределённой сети. Регулирование работы вентиляторов. | | 2 | 2 | | |
| | Лек.12 | Нагнетатели трения | | 2 | 0,3125 | | |
| | Лаб.6 | Исследование работы центробежного насоса | | 2 | 3 | | отчёт по л/р |
| | СР | Подготовка отчёта по л/р к защите | | 2 | | | |
| | Лек.13 | Поршневые насосы и компрессоры | | 2 | 0,3125 | | |
| | Пр.7 | Теория сжатия. Поршневые насосы. | | 2 | 2 | | |
| | СР | Выполнение ИДЗ№3 | | 12 | 15 | | ИДЗ№3 |
| | Лек.14 | Роторные нагнетатели | | 2 | 0,3125 | | |
| | Лаб.7 | Исследование двух параллельно установленных центробежных насосов | | 2 | 3 | | отчёт по л/р |

| Модуль (раздел) | Вид учебной работы | Наименование тем занятий (учебной работы) | Семестр | Объем, ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего контроля (наименование оценочного средства) |
|--|--------------------------|---|---------|--------------|--------|----------------|--|
| Насосы, вентиляторы, компрессоры | СР | Подготовка отчёта по л/р к защите | 5 | 2 | | | |
| | Лек.15 | Выбор и установка нагнетателей. Подбор электродвигателей. | | 2 | 0,3125 | | |
| | Пр.8 | Электродвигатели и передачи. Определение рабочих параметров и выбор нагнетателей. | | 2 | 2 | | |
| | Лек.16 | Регулирование работы насосов. Кавитация. | | 2 | 0,3125 | | |
| | Лаб.8 | Исследование двух последовательно установленных центробежных насосов | | 2 | 3 | | отчёт по л/р |
| | СР | Подготовка отчёта по л/р к защите | | 2 | | | |
| | ПА | | | 0,25 | | | |
| | СР | Подготовка к итоговому тестированию | | 19,75 | | | |
| | ИА | Итоговое тестирование | | 2 | 100 | | |
| Итого: | | | | 144 | 200 | | |

Схема расчета итогового балла

Текущий рейтинг + Результат итогового теста и все делится на 2.

Текущий рейтинг складывается из посещения лекций (5 б), выполнения лабораторных работ (1х8=8 б), защита отчётов по лабораторным работам (2х8=16 б), решение практических задач (2х8=16 б), промежуточного тестирования (10 б), выполнения индивидуальных домашних заданий (3х15=45 б) – итого 100 баллов.

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Насосы, вентиляторы, компрессоры» используются следующие технологии обучения:

Лекции: интерактивные вебинары — тип занятия, который соединяет в себе традиционную лекцию и такие способы взаимодействия, как дискуссия, разбор, демонстрация слайдов или фильмов.

Практика: решение кейсов — в этом методе берётся конкретная ситуация, и ученики коллективно разрабатывают модель её решения.

Рейтинговая технология — направлена на повышение качества обучения за счет внедрения рейтинговой (балльной) оценки достижений учащихся.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Работа над конспектом лекций. Основу теоретического обучения студентов составляют лекции. Они дают систематизированные знания студентам о наиболее сложных и актуальных проблемах изучаемой дисциплины. На лекциях особое внимание уделяется не только усвоению студентами изучаемых проблем, но и стимулированию их активной познавательной деятельности, творческого мышления, развитию научного мировоззрения, профессионально-значимых свойств и качеств.

Лекции по учебной дисциплине проводятся традиционно с демонстрацией материала основного и дополнительного материала на слайдах и в фильмах. Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, студенты должны внимательно воспринимать действия преподавателя, запоминать складывающиеся образы, мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета, применения знаний на практике, при решении учебно-профессиональных задач.

Студенты должны аккуратно вести конспект. В случае недопонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (рисунки, схемы, чертежи и т.д.), которые использует преподаватель.

Работу над конспектом следует начинать с его доработки, желательно в тот же день, пока материал еще легко воспроизводим в памяти (через 10 часов после лекции в памяти остается не более 30-40 % материала). С целью доработки необходимо прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить опiski, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения, возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего следует применять различные способы выделений. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект. Подготовленный конспект и рекомендуемая литература используются при подготовке к практическим (лабораторным) занятиям.

Подготовка сводится к внимательному прочтению учебного материала, к выводу с карандашом в руках всех утверждений и формул, к решению примеров, задач, к ответам на вопросы. Примеры, задачи, вопросы по теме являются средством самоконтроля. Непременным условием глубокого усвоения учебного материала является знание основ, на которых строится изложение материала. Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний. Неоднократное обращение к пройденному материалу является наиболее рациональной формой приобретения и закрепления знаний.

Подготовка к практическому занятию, лабораторной работе. Для успешного освоения материала студентам рекомендуется сначала ознакомиться с учебным материалом, изложенным в лекциях и основной литературе по теме занятия, затем выполнить самостоятельные задания (оформить бланк-отчёт по лабораторной работе), при необходимости обращаясь к дополнительной литературе.

Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его наиболее важная и сложная часть, требующая пояснений преподавателя в процессе контактной работы со студентами. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, разобраться в иллюстративном материале, задачах.

Заканчивать подготовку следует составлением плана (перечня основных пунктов) по изучаемому материалу (вопросу). Такой план позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам и структурировать изученный материал.

Студент должен быть готов к контрольным опросам на каждом учебном занятии.

Методические указания к выполнению ИДЗ. В домашней работе должно быть отражено умение систематизировать, анализировать, обобщать, делать выводы и связывать теоретические знания с практикой. Индивидуальное домашнее задание оформляется в тетради в клетку. Решение задачи должно содержать: исходные данные, перевод единиц измерения в СИ, все необходимые для расчета формулы и их вывод на основании зависимостей, изучаемых в ходе данной дисциплины, при использовании справочных материалов – ссылка на источник обязательна. При необходимости приводятся рисунки, схемы, графики. Графики выполняются на миллиметровой бумаге карандашом в масштабе с нанесением всех необходимых данных.

Методические рекомендации студентам по подготовке к тестированию. При подготовке к тестированию студент должен повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную литературу, просмотреть решения основных задач, решенных самостоятельно и на практических занятиях.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

| Семестр | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---------|--|--|
| 5 | ПК-1, ПК-2 | ИДЗ №1 |
| | | ИДЗ №2 |
| | | ИДЗ №3 |
| | | Тестовые задания |
| | | Банк тестовых заданий итогового тестирования |

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Индивидуальное домашнее задание

ИДЗ №1 «Характеристики нагнетателей и сети»

ВАРИАНТ 00

Задача 1.

Насос перекачивает воду с подачей Q , м³/мин. Диаметр всасывающего тракта d_1 мм, нагнетательного d_2 мм. Манометр на всасывающем тракте показывает разрежение p_1 , мм.рт.ст., на нагнетательном – избыточное давление p_2 , кгс/см². Расстояние по вертикали между манометрами h , см. Пренебрегая потерями на трение и местные сопротивления, определить напор, развиваемый насосом.

Задача 2.

Характеристики центробежного насоса при частоте вращения 1450 об/мин.:

| | | | | | | |
|-------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Q , м ³ /ч | | | | | | |
| H , м | | | | | | |
| η , % | | | | | | |

Насос поднимает воду на h , м, и подаёт её из открытого резервуара в установку с избыточным давлением p_2 , кгс/см². Подача насоса Q , л/с. Определить подачу и мощность насоса при снижении частоты вращения до n , об/мин.

Задача 3.

Характеристики центробежного насоса при частоте вращения 1450 об/мин.:

| | | | | | | |
|-------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Q , м ³ /ч | | | | | | |
| H , м | | | | | | |
| N , кВт | | | | | | |

Построить характеристику КПД насосной установки. Определить подачу, напор, мощность и КПД установки при частоте вращения n , Гц. Определить поле рабочих параметров при обеих частотах вращения.

Критерии оценки

При оценивании задач используется балльная система. Полностью выполненная и оформленная задача оценивается №1 - 3 балла; № 2, 3 – 6 баллов (всего за ИДЗ №1 - 15 баллов).

Полностью правильно выполненная задача оценивается по максимальному баллу, приведённому выше.

При наличии математических ошибок, неверно решённая задача оценивается на 1 балл ниже.

При наличии логических (смысловых) ошибок, неверно решённая задача оценивается в 1 балл.

Нерешённая задача оценивается в 0 баллов.

Краткое описание и регламент выполнения

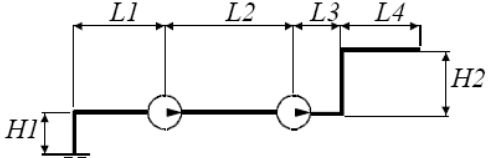
Индивидуальное домашнее задание оформляется на листах в клеточку. Решение задачи должно содержать: исходные данные, перевод единиц измерения в СИ, все необходимые для расчета формулы и их вывод, при использовании справочных материалов – ссылка на источник, при необходимости прикладываются диаграммы и графики. Графики выполняются на миллиметровой бумаге карандашом в масштабе с нанесением всех необходимых данных.

ИДЗ №2 «Совместная работа нагнетателей»

ВАРИАНТ 00

Задача 1.

Два одинаковых насоса работают в распределённой сети, предназначенной для подачи воды из одной открытой ёмкости в другую. Диаметр трубопровода d , см., коэффициент трения $\lambda=0,03$, сумма местных сопротивлений $\Sigma\xi$.

|  <p>Водопроводная сеть</p> | Характеристика насоса | | | | | |
|---|-------------------------|--|--|--|--|--|
| | Q , м ³ /ч | | | | | |
| | H , м | | | | | |
| | η , % | | | | | |

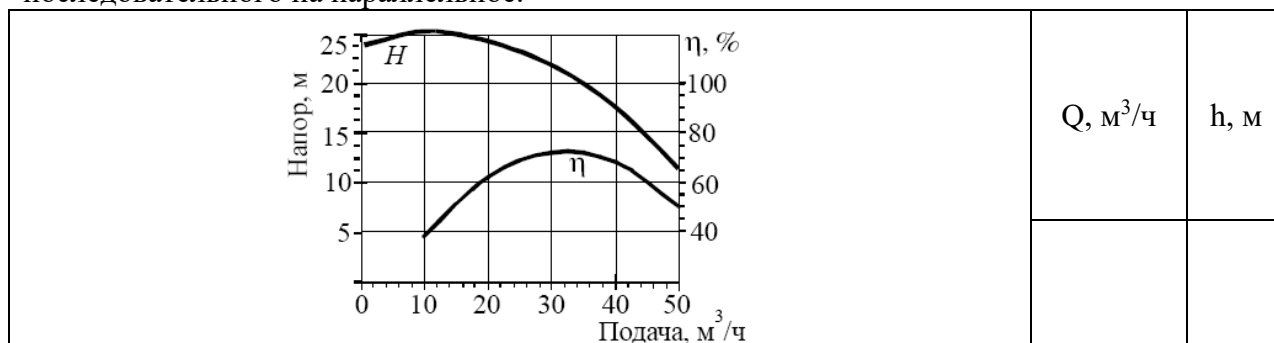
Рассчитать подачу, КПД и потребляемую мощность для каждого насоса при работе в сети.

Исходные данные приведены в таблице:

| $L1$, м | $L2$, м | $L3$, м | $L4$, м | $H1$, м | $H2$, м | d , см | $\Sigma\xi$. |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|
| | | | | | | | |

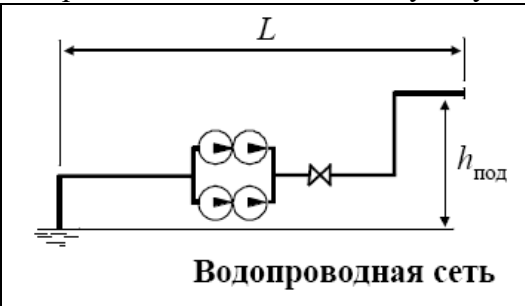
Задача 2.

Установка из двух последовательно установленных одинаковых насосов поднимают воду на высоту h , м, из одной открытой ёмкости в другую. При этом установилась подача Q , м³/ч. Характеристики каждого насоса представлены на рисунке. Определить: мощность установки; как изменится мощность на валу первого насоса при отключении второго; подачу в сети и суммарную мощность установки, если включение насосов будет заменено с последовательного на параллельное.



Задача 3.

В сети для подачи, приведённой на рисунке, установлены четыре насоса с характеристиками, приведёнными в таблице. Коэффициент трения сети $\lambda=0,03$, остальные параметры сети приведены в таблице. Участки присоединения насосов к сети считать не имеющими сопротивления. Найти подачу и суммарную мощность установки.

|  <p style="text-align: center;">Водопроводная сеть</p> | | | Характеристика насоса | | | | | | |
|--|-------|------|-----------------------|--|--|--|--|--|--|
| | | | Q, м ³ /ч | | | | | | |
| | | | H, м | | | | | | |
| | | | η, % | | | | | | |
| Характеристика сети | | | | | | | | | |
| d, мм | L1, м | h, м | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Критерии оценки

При оценивании задач используется балльная система. Полностью выполненная и оформленная задача оценивается 5 баллов (всего за ИДЗ №2 - 15 баллов).

Полностью правильно выполненная задача оценивается по максимальному баллу, приведённому выше.

При наличии математических ошибок, неверно решённая задача оценивается на 1 балл ниже.

При наличии логических (смысловых) ошибок, неверно решённая задача оценивается в 1 балл.

Нерешённая задача оценивается в 0 баллов.

Краткое описание и регламент выполнения

Индивидуальное домашнее задание оформляется на листах в клеточку. Решение задачи должно содержать: исходные данные, перевод единиц измерения в СИ, все необходимые для расчета формулы и их вывод, при использовании справочных материалов – ссылка на источник, при необходимости прикладываются диаграммы и графики. Графики выполняются на миллиметровой бумаге карандашом в масштабе с нанесением всех необходимых данных.

ВАРИАНТ 00

Задача 1.

Два насоса работают в распределённой сети, представленной на рисунке. Напорные характеристики насосов и характеристика сети приведены в таблице. Определить суммарную подачу воды в сети и подачу каждого насоса при этом. Считать, что потери давления на местные сопротивления составляют 10% от потерь на трение.

| | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|-------|-------|-------|----------|------|-------|
| | Характеристика сети | | | | | | |
| | L1, м | L2, м | L3, м | L4, м | L5, м | h, м | d, см |
| | | | | | | | |
| Характеристики насосов | | | | | | | |
| | Насос №1 | | | | Насос №2 | | |
| Q, м³/ч | | | | | | | |
| H, м | | | | | | | |

Задача 2.

Для прокачки воды через экономайзер используется установка из двух параллельных насосов, характеристики которых приведены в таблице. Расстояние между точкой всасывания сети и экономайзером h , м, диаметр трубопровода d , см. После каждого из насосов установлена дроссельная задвижка, параметры которой приведены на рисунке. При полностью открытых задвижках подача установки Q , м³/ч. Определить коэффициент местного сопротивления, степень открытия задвижек, если необходимо обеспечить подачу Q' , м³/ч, и суммарную мощность насосов при этом для случаев параллельного и последовательного регулирования.

| | | | | | | | |
|---------------------|-----------------------|-------|------|--|--|--|--|
| | Характеристика насоса | | | | | | |
| | Q, м³/ч | | | | | | |
| | H, м | | | | | | |
| | η, % | | | | | | |
| Характеристика сети | | | | | | | |
| Q, м³/ч | Q', м³/ч | d, см | h, м | | | | |
| | | | | | | | |

Задача 3.

Поршневой насос с диаметром поршня D , мм, и ходом поршня X , мм, развивает подачу Q , дм³/мин. Он поднимает воду на высоту h , м, из ёмкости с атмосферным давлением. Давление в установке на выходе из нагнетательного трубопровода p_2 , кгс/см². Диаметры всасывающего и нагнетательного трубопроводов одинаковы, гидравлические потери в них равны Δh_1 , Δh_2 м.вод.ст. соответственно. КПД насоса: объёмный $\eta_{об}$, %, в целом $\eta_{об}$, %, передачи – 100%, электродвигателя $\eta_{эд}$, %.

Определить частоту хода поршня и мощность, потребляемую электродвигателем.

Критерии оценки

При оценивании задач используется балльная система. Полностью выполненная и оформленная задача оценивается 5 баллов (всего за ИДЗ №3 - 15 баллов).

Полностью правильно выполненная задача оценивается по максимальному баллу, приведённому выше.

При наличии математических ошибок, неверно решённая задача оценивается на 1 балл ниже.

При наличии логических (смысловых) ошибок, неверно решённая задача оценивается в 1 балл.

Нерешённая задача оценивается в 0 баллов.

Краткое описание и регламент выполнения

Индивидуальное домашнее задание оформляется на листах в клеточку. Решение задачи должно содержать: исходные данные, перевод единиц измерения в СИ, все необходимые для расчета формулы и их вывод, при использовании справочных материалов – ссылка на источник, при необходимости прикладываются диаграммы и графики. Графики выполняются на миллиметровой бумаге карандашом в масштабе с нанесением всех необходимых данных.

7.2.2. Тестирование

Тестирование проводится на лекционном занятии с целью проверки уровня усвоения пройденного материала.

Тест состоит из 10 вопросов.

В течение семестра проводится один тест.

Критерии оценки

Каждый правильный ответ на вопрос, содержащийся в тесте, оценивается в 1 балл.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 5

| № п/п | Вопросы к зачету |
|-------|---|
| 1 | Дать определение нагнетателя. Уравнение Бернулли для участка канала. |
| 2 | Классификация нагнетателей. Принцип работы динамических и объемных нагнетателей |
| 3 | Основные параметры работы нагнетателей. Условие согласованности нагнетателя и сети. |
| 4 | Потери мощности в нагнетателе. |
| 5 | Устройство и принцип работы центробежного (радиального) вентилятора. Построение эпюры давления вентилятора. |
| 6 | Вывод уравнения Эйлера для колеса центробежного нагнетателя |
| 7 | Понятие коэффициента закручивания и коэффициента давления. Влияние формы лопаток рабочего колеса на коэффициент давления. |
| 8 | Назначение конструктивных элементов радиального вентилятора. |
| 9 | Характеристики нагнетателей. Универсальные характеристики |
| 10 | Формулы пересчета характеристик. Понятие коэффициента быстроходности. |
| 11 | Виды сетей. Суммарные характеристики сетей. |
| 12 | Метод наложения характеристик. Подбор центробежного вентилятора. |
| 13 | Влияние дросселирования сети на совместную работу нагнетателя и сети. |
| 14 | Влияние негерметичности сети на совместную работу нагнетателя и сети |
| 15 | Влияние плотности среды на совместную работу нагнетателя и сети |
| 16 | Влияние механических примесей в перемещаемой среде на совместную работу нагнетателя и сети |
| 17 | Совместная работа нескольких нагнетателей в сети |
| 18 | Параллельное включение в сеть двух одинаковых нагнетателей. Параллельное включение в сеть двух разных нагнетателей |
| 19 | Последовательное включение в сеть двух одинаковых нагнетателей. Последовательное включение в сеть двух разных нагнетателей |
| 20 | Неустойчивый режим работы нагнетателей. Явление помпажа. |
| 21 | Регулирование работы нагнетателей. Виды регулирования. |
| 22 | Понятие энергетической эффективности метода регулирования. |
| 23 | Особенности конструкций вентиляторов, выпускаемых промышленностью (виды рабочих колес, корпуса). |
| 24 | Крышные вентиляторы. Канальные вентиляторы. |
| 25 | Виды соединения вентилятора с электродвигателем. Монтаж вентагрегатов. |
| 26 | Центробежные насосы. Конструкции и установка насосов. |
| 27 | Кавитация, причины возникновения и предупреждения. Допустимая высота всасывания. |
| 28 | Центробежные компрессоры. Особенности характеристик и регулирования. Область использования |
| 29 | Осевые вентиляторы. Устройство и принцип работы осевого вентилятора. Конструктивные и эксплуатационные особенности, область применения. |
| 30 | Осевые насосы и компрессоры. Классификация. Конструктивные особенности, область применения. |

| № п/п | Вопросы к зачету |
|------------------|---|
| 31 | Струйные аппараты. Параметры работы, принцип действия. Классификация. Конструкции струйных аппаратов, применяемых в системах ТГВ. |
| 32 | Объемные нагнетатели. Поршневые компрессоры. Конструктивные особенности. Регулирование подачи. Область применения. |
| 33 | Пневматические нагнетатели. Эрлифт. Принцип действия и конструкция. Область применения. |
| 34 | Выбор нагнетателя (насоса и вентилятора) |
| 35 | Особенности конструкции и область применения диаметрального, смерчевого, дискового, вихревого, зубчатого нагнетателя. |

7.3.2. Критерии и нормы оценки

| Семестр | Форма проведения промежуточной аттестации | Критерии и нормы оценки | |
|----------------|--|--------------------------------|--------------------------|
| 5 | По накопительному рейтингу | «зачтено» | Набрано ≥ 40 баллов |
| | | «не зачтено» | Набрано < 40 баллов |

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|----------|---------------------|--|---|-------------|---|
| 1 | Б. В. Ухин | Гидравлические машины [Электронный ресурс] | Учебное пособие | 2017 | ЭБС "ZNANIUM.COM" |
| 2 | К. П. Моргунов | Насосы и насосные станции [Электронный ресурс] | Учебное пособие | 2018 | ЭБС «Лань» |
| 3 | Толстых А. В. | Насосы, вентиляторы и компрессоры [Электронный ресурс] | Учебное пособие | 2018 | ЭБС "Консультант студента" |

8.2. Дополнительная литература

| № п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок) | Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|----------|---|---|---|-------------|--|
| 1 | Т. А. Рафальская, Р. Ш. Мансуров, В. И. Костин | Насосные станции [Электронный ресурс] | Учебное пособие | 2018 | ЭБС «IPRbooks» |
| 2 | В. И. Костин | Энергоэффективная работа насосов и вентиляторов в системах теплоснабжения и вентиляции [Электронный ресурс] | Монография | 2015 | ЭБС «IPRbooks» |
| 3 | В. Д. Галдин, Г. Г. Кустиков, М. А. Таран | Вентиляторы [Электронный ресурс] | Учебное пособие | 2016 | ЭБС «IPRbooks» |
| 4 | С. А. Наумов | Тепловые двигатели и нагнетатели [Электронный ресурс] | Учебное пособие | 2015 | ЭБС «IPRbooks» |

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Библиотека научных статей АВОК [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.abok.ru/articleLibrary>
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands : Elsevier, 2004– . – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО | Реквизиты договора (дата, номер, срок действия) |
|-------|-----------------|--|
| 1 | Windows | Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно |
| 2 | Office Standart | Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно |

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

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|-------|--|--|
| 1 | Лаборатория "Насосы, вентиляторы, компрессоры" "Кондиционирование воздуха и холодоснабжение"(С-202). | Шкаф, Столы двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная меловая, кондиционер БК-1500., кондиционер КТА-3123, лабораторный стенд ЦБ вентилятора , лабораторный стенд очистка воздуха , лабораторный стенд осевой вентиляции , раковина, макет-воздухораспределитель , макет ЦБ вентилятор макет - крышной вентилятор , стенд фасонные части ., анемометр чашечный и крыльчатый, психрометр, тягонапорометр. |
| 2 | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для | Столы ученические двухместные (моноблок), стол преподавательский, доска аудиторная, кресло преподавателя, тумбочка для проектора; проектор, ноутбук, экран для проектора, жалюзи |

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории) | Перечень основного оборудования |
|----------|--|--|
| | проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (С-601) | |
| 3 | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (С-612) | Доска аудиторная, столы преподавательские, столы ученические двухместные (моноблок) , стеллажи, шкафы, кресло преподавателя, проектор, ноутбук , экран . |