

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Юнаков Л. П.
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ

| | |
|--|---|
| Направление/специальность подготовки | 24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Гидроаэродинамика |
| Уровень высшего образования | Бакалавриат |
| Форма обучения | Очная |
| Факультет | А Ракетно-космической техники |
| Выпускающая кафедра | А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА |
| Кафедра-разработчик рабочей программы | А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА |

| КУРС | СЕМЕСТР | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) | | | | | | | | | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ |
|------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | | | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ | | | | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА | | | | |
| | | | | ВСЕГО | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ | |
| 4 | 7 | 3 | 108 | 51 | 34 | 0 | 17 | 57 | 36 | 0 | 21 | зач. |

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Ефремов Алексей Владимирович, старший преподаватель

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-2.3 — Способность к выполнению расчетов и экспериментов, а также оформлению результатов исследований и разработок по аэрогидрогазодинамике и процессам теплообмена для элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-2.3

знания:

Особенности расчёта теплообмена между теплоносителями в теплообменных аппаратах различных типов;

Методы анализа и расчёта параметров процессов теплообмена, особенности расчёта теплопередачи при движении теплоносителя в каналах теплообменных аппаратов;

умения:

Решение математических моделей процессов теплопередачи, выделяя из них основные и второстепенные. Выявление характеристик, определяющих эффективность теплообменных аппаратов;

навыки:

Разрабатывать математические модели тепловых и гидравлических процессов, протекающих в теплообменных аппаратах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.03.03 *Баллистика и гидроаэродинамика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, ТЕПЛОПЕРЕДАЧА, ТЕРМОДИНАМИКА, ГИДРАВЛИКА В АРКТ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛООБМЕН ВЫСОКОЭНТАЛЬПИЙНЫХ ПРОЦЕССОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники
- ПСК-2.1 — Способность разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов аэрогидрогазодинамики и теплообмена
- ПСК-2.2 — Способность понимать физическую сущность аэрогидрогазодинамических процессов и процессов теплообмена и разрабатывать методологии исследований элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

| КУРС | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме | | | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % |
|---------------------|---------|--|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|
| | | | | ВСЕГО | Лекции | Практические занятия | | ПСК-2.3 |
| 4 | 7 | Раздел 1. Устройство и принцип действия теплообменных аппаратов. Устройство теплообменных аппаратов. Процессы, протекающие при работе теплообменных аппаратов. Место теплообменных аппаратов в тепловой схеме объектов энергетики. | 19 | 8 | 6 | 2 | 11 | 15 |
| 4 | 7 | Раздел 2. Классификация промышленных теплообменных аппаратов. Устройство спиральных и пластинчатых теплообменных аппаратов. Устройство подогревателя сетевой воды. Устройство градирни. Устройство радиаторов отопления. | 36 | 18 | 12 | 6 | 18 | 25 |
| 4 | 7 | Раздел 3. Интенсификация теплообменных аппаратов. Повышение коэффициента теплоотдачи в ТОА. Обрешение рабочей поверхности ТОА. | 19 | 9 | 6 | 3 | 10 | 20 |
| 4 | 7 | Раздел 4. Основные положения проектного расчёта теплообменного аппарата. Тепловой расчёт ТОА. Гидромеханический расчёт ТОА. Совместный расчёт ТОА. | 34 | 16 | 10 | 6 | 18 | 40 |
| Всего за 7 семестр | | | 108 | 51 | 34 | 17 | 57 | 100 |
| Всего по дисциплине | | | 108 | 51 | 34 | 17 | 57 | 100 |

3.2. Аудиторный практикум

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Тема практического занятия | Объем, ауд. часов |
|--------------------|--|--|----------------------|
| 1 | Раздел 1. Устройство и принцип действия теплообменных аппаратов. | Решение задач о теплопередаче через стенку | 2 |
| 2 | Раздел 2. Классификация промышленных теплообменных аппаратов. | Методика расчёта спиральных и пластинчатых теплообменных аппаратов | 2 |
| 3 | | Методика расчёта подогревателя сетевой воды | 1 |
| 4 | | Методика расчёта градирни | 1 |
| 5 | | Методика расчёта радиатора отопления | 2 |
| 6 | Раздел 3. Интенсификация теплообменных аппаратов. | Способы повышения коэффициента теплопередачи в ТОА | 3 |
| 7 | Раздел 4. Основные положения проектного расчёта теплообменного аппарата. | Методика расчёта теплового баланса и температурного напора ТОА | 2 |
| 8 | | Методика расчёта местных сопротивлений в каналах ТОА | 2 |
| 9 | | Анализ результатов теплового и гидромеханического расчёта ТОА | 2 |
| Всего за 7 семестр | | | 17 |

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Содержание учебного задания | Объем, часов |
|-------|--|---|--------------|
| 1 | Раздел 1. Устройство и принцип действия теплообменных аппаратов. | Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Работа над курсовым проектированием. Подготовка к зачету по дисциплине. | 11 |
| 2 | Раздел 2. Классификация промышленных | Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашнего задания по | 18 |

| | | | |
|---------------------------|--|---|-----------|
| | теплообменных аппаратов. | разделу. Работа над курсовым проектированием. Подготовка к зачету по дисциплине. | |
| 3 | Раздел 3. Интенсификация теплообменных аппаратов. | Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Работа над курсовым проектированием. Подготовка к зачету по дисциплине. | 10 |
| 4 | Раздел 4. Основные положения проектного расчёта теплообменного аппарата. | Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе по разделу. Работа над курсовым проектированием. Подготовка к зачету по дисциплине. | 18 |
| Всего за 7 семестр | | | 57 |

3.4. Курсовой проект

| СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА | ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра) | ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час) |
|---|-------------------------------------|-------------------------|
| Этап 1. Ознакомление с заданием на курсовое проектирование. Уточнение исходных данных для расчёта | 1 - 3 | 6 |
| Этап 2. Расчёт параметров теплообменного аппарата типа "труба в трубе" | 4 - 7 | 8 |
| Этап 3. Разработка математической модели расчёта теплообменного аппарата кожухотрубного типа. Проведение теплового и гидравлического расчётов | 8 - 13 | 16 |
| Этап 4. Оформление полученных результатов в виде пояснительной записки согласно требованиям. Объём записки - не менее 25 страниц. | 14 - 15 | 4 |
| Этап 5. Защита курсового проекта | 16 - 17 | 2 |
| Всего за 7 семестр | | 36 |

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| СЕМЕСТР | НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------------|---|---|----|---|----|---|---|----|----|----|----|----|----------|----|----|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 7 | | | | ОС | | ДР | | | ДЗ | ДР | | ОС | | Контр.Р. | | ДР | КП, зач. |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ОС – устный опрос студентов;
- ДЗ – домашнее задание;
- КП – курсовой проект;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- зач. – зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- домашнее задание;
- курсовой проект;
- контрольная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Александров, А. М. Архаров, И. А. Архаров. . Теплотехника. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017, 22 экз.
2. В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 122 экз.
3. В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 2 Газовые турбины. Теплообменные аппараты. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
4. В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, Н. А. Брыков. . Теплопередача в примерах и задачах. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 84 экз.
5. Е. М. Герлиман, А. В. Ефремов, В. В. Сахин. . Проектный расчёт теплообменного аппарата. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, 43 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Н. А. Брыков, Е. М. Герлиман, В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты. СПб.: НИЦ АРТ, 2020, 1 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Энергосбережение.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474 — Библиотечно-издательский центр БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению **24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика**. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-2.3 Способность к выполнению расчетов и экспериментов, а также оформлению результатов исследований и разработок по аэрогидрогазодинамике и процессам теплообмена для элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теорией и методикой проектного расчёта различных типов промышленных теплообменных аппаратов. Особое внимание уделяется конструкциям разных типов ТОА и особенностям алгоритмов их тепловых и гидравлических расчётов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- домашнее задание;
- курсовой проект;
- контрольная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

| Наименование работы | Рекомендуемая литература | Трудоемкость, час. |
|--|---|--------------------|
| Раздел 1. Устройство и принцип действия теплообменных аппаратов. | | |
| Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Работа над курсовым проектированием. Подготовка к зачету по дисциплине. | В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, Н. А. Брыков. . Теплопередача в примерах и задачах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (главы 1-4) А. А. Александров, А. М. Архаров, И. А. Архаров. . Теплотехника: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (глава 2.5) Е. М. Герлиман, А. В. Ефремов, В. В. Сахин. . Проектный расчёт теплообменного аппарата: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (глава 1) | 11 |
| Итого по разделу 1 | | 11 |
| Раздел 2. Классификация промышленных теплообменных аппаратов. | | |
| Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашнего задания по разделу. Работа над курсовым проектированием. Подготовка к зачету по дисциплине. | А. А. Александров, А. М. Архаров, И. А. Архаров. . Теплотехника: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (глава 2) В. В. Сахин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Устройство и действие энергетических установок. Кн. 2 Газовые турбины. Теплообменные аппараты: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (глава 7) | 18 |
| Итого по разделу 2 | | 18 |
| Раздел 3. Интенсификация теплообменных аппаратов. | | |
| Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Работа над курсовым проектированием. Подготовка к зачету по дисциплине. | Е. М. Герлиман, А. В. Ефремов, В. В. Сахин. . Проектный расчёт теплообменного аппарата: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (глава 5) | 10 |
| Итого по разделу 3 | | 10 |
| Раздел 4. Основные положения проектного расчёта теплообменного аппарата. | | |
| Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе по | В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (все главы) В. В. Сахин, Е. М. Герлиман, Н. А. | 18 |

| | | |
|---|---|----|
| разделу. Работа над курсовым проектированием. Подготовка к зачету по дисциплине. | Брыков. . Теплопередача в примерах и задачах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (глава 5) Е. М. Герлиман, А. В. Ефремов, В. В. Сахин. . Проектный расчёт теплообменного аппарата: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (главы 2-4, 7) Н. А. Брыков, Е. М. Герлиман, В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.: НИЦ АРТ, 2020 (все главы) | |
| Итого по разделу 4 | | 18 |

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- устный опрос студентов;
- домашнее задание;
- курсовой проект;
- контрольная работа;
- зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Устный опрос студентов

Студенту задаются 3 вопроса по разделу дисциплины. Для успешной аттестации необходимо правильно ответить не менее, чем на 2 вопроса. Студент должен показать владение теоретической информацией, полученной на лекционных занятиях и в рамках самостоятельной работы; ответ должен быть содержательным и аргументированным.

Список вопросов для устного опроса приведен в УМК дисциплины.

Домашнее задание

Домашнее задание заключается в решении задачи об обеспеченности помещения радиаторами отопления.

Задание выполнено верно, если соблюдена методика расчёта, имеются ссылки на утверждённые стандарты и отсутствуют ошибки в вычислениях - отметка "сдано";

Во всех остальных случаях - отметка "не сдано".

Пример выполнения домашнего задания приведён в УМК дисциплины.

Курсовой проект

Курсовой проект направлен на тепловой и гидравлический расчёт теплообменного аппарата.

Необходимо выделить следующие критерии оценивания курсового проекта:

Грамотность изложения теоретического материала (20 баллов):

объём исследования литературных источников - 5 баллов;

полнота обзора состояния вопроса - 10 баллов;

логичность и последовательность в изложении - 5 баллов.

Правильность расчётной части работы (25 баллов):

результаты расчёта верны, правильно подобраны формулы и последовательность расчётов, отсутствуют вычислительные ошибки - 25 баллов;

правильно подобраны формулы и последовательность расчётов, присутствуют незначительные вычислительные ошибки - 17 баллов;

правильно подобраны только формулы, описывающие физические процессы; присутствуют грубые вычислительные ошибки, не позволяющие получить конечные результаты даже на уровне оценки параметров - 10 баллов;

во всех остальных случаях - 0 баллов.

Оформление пояснительной записки (10 баллов):

структурная упорядоченность материала - 5 баллов;

соответствие стандартам - 5 баллов.

Самостоятельность и своевременность (15 баллов):

работа выполнена преимущественно самостоятельно и инициативно - 5 баллов;

работа выполнена в срок - 10 баллов.

Уровень защиты результатов курсового проектирования (30 баллов):

задаётся 3 вопроса, каждый из которых оценивается в 10 баллов.

полный ответ на вопрос - 10 баллов;

неполный ответ или ответ с помощью дополнительных вопросов от преподавателя - 5 баллов;

нет ответа - 0 баллов.

Итоговая оценка за курсовой проект ставится в результате суммирования баллов за вышеперечисленные критерии:

85-100 баллов - отлично;

70-84 баллов - хорошо;

55-69 баллов - удовлетворительно;

менее 55 баллов - не защитил.

Примеры тем на курсовое проектирование приведены в УМК дисциплины.

Контрольная работа

При выполнении контрольной работы необходимо ответить на 2 вопроса и решить 2 задачи.

Применяются следующие критерии оценивания:

Правильный ответ на вопрос - 2 балла.

Неполный ответ на вопрос - 1 балл.

Неправильный ответ на вопрос - 0 баллов.

Правильно решённая задача - 3 балла.

При решении задачи допущены незначительные вычислительные ошибки - 2 балла.

При решении задачи правильно подобраны только формулы, допущены грубые ошибки в ходе решения задачи - 1 балл.

Задача не решена - 0 баллов.

При суммировании результатов ответов на вопросы и решения задач выставляются следующие оценки за выполнение контрольной работы:

6-10 баллов - сдано;

менее 6 баллов - не сдано.

Примеры контрольных работ приведены в УМК дисциплины.

Зачет

Для допуска к сдаче зачета необходимо выполнить все контрольные мероприятия, предусмотренные графиком контрольных мероприятий

Зачет проходит в форме собеседования, в ходе которого обучающемуся предлагается ответить на вопросы к зачету.

Применяется следующая оценка результатов:

- правильный ответ на оба вопроса - зачтено;

- правильный ответ на один вопрос + правильные ответы на дополнительные вопросы - зачтено;

- нет правильных ответов ни на один вопрос - не зачтено.

Перечень вопросов, выносимых на зачёт, приведён в УМК дисциплины.

Паспорт фонда оценочных средств

| КУРС | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме | | | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % | НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА |
|---------------------|---------|--|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| | | | | ВСЕГО | Лекции | Практические занятия | | ПСК-2.3 | |
| 4 | 7 | Раздел 1. Устройство и принцип действия теплообменных аппаратов. | 19 | 8 | 6 | 2 | 11 | 15 | Устный опрос студентов |
| 4 | 7 | Раздел 2. Классификация промышленных теплообменных аппаратов. | 36 | 18 | 12 | 6 | 18 | 25 | Домашнее задание |
| 4 | 7 | Раздел 3. Интенсификация теплообменных аппаратов. | 19 | 9 | 6 | 3 | 10 | 20 | Устный опрос студентов |
| 4 | 7 | Раздел 4. Основные положения проектного расчёта теплообменного аппарата. | 34 | 16 | 10 | 6 | 18 | 40 | Контрольная работа, Курсовой проект |
| Всего за 7 семестр | | | 108 | 51 | 34 | 17 | 57 | 100 | |
| Всего по дисциплине | | | 108 | 51 | 34 | 17 | 57 | 100 | |

Критерии оценивания

ПСК-2.3

Вопросы открытого типа:

№ 1 **Наиболее важным узлом градирни является _____**

№ 2 **Что вычисляют по формуле**

$$K = \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda_w} + \frac{1}{\alpha_2} \right)^{-1}$$

№ 3 **Что вычисляется по формуле**

$$w_1 = w_{\text{д}} / \xi_c$$

№ 4 **Что определяют по формуле**

$$\xi_c = \frac{s_1 - d_i}{s_1}$$

№ 5 **Как называется один из видов расчёта теплообменного аппарата, направленный на создание нового аппарата?**

№ 6 **Что вычисляется по формуле**

$$Q_c = (T - 13 - T_1) \cdot Q_0 \cdot 0,01742$$

№ 7 **Какая величина вычисляется по формуле**

$$\overline{\Delta t} = \frac{\Delta t_{\text{г}} - \Delta t_{\text{н}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{г}}}{\Delta t_{\text{н}}}} = \frac{\Delta t_{\text{г}} - \Delta t_{\text{н}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{г}}}{\Delta t_{\text{н}}}}$$

№ 8 **Максимальный коэффициент теплоотдачи реализуется на _____ ряду труб вне зависимости от схемы пучка.**

№ 9 **Конечной целью гидравлического расчёта теплообменного аппарата является**

№ 10 **Что такое кратность охлаждения конденсатора пара?**

Вопросы закрытого типа:

№ 1 **Основным уравнением, описывающим теплоотдачу, является:**

- уравнение гипотезы Ньютона

- уравнение Клапейрона

- критерий Рейнольдса

- уравнение среднелогарифмического температурного напора

№ 2 **В каком диапазоне должно находиться отношение длины трубок к диаметру трубной доски ($l/D_{\text{тр}}$)?**

- 0.75 ... 1.5

- 3 ... 5

- 1.5 ... 2.5

- 0.25 ... 0.75

№ 3 **Целью прямого теплового расчёта является определение:**

- поверхности теплообмена

- температурного напора

- тепловой производительности

- коэффициента теплопередачи

№ 4 **Что такое показатель энергетической эффективности теплообменного**

аппарата?

- это отношение мощности, затраченной на прокачку теплоносителей через аппарат, к потоку теплопередачи в ТОА

- это отношение скорости прокачки теплоносителя к потерям на местные сопротивления

- это отношение полезной площади теплообмена к массовому расходу теплоносителя

- это отношение потока теплопередачи в ТОА к мощности, затраченной на прокачку теплоносителей через аппарат

№ 5 **Теплообменные аппараты, выполненные из пучков труб, собранных при помощи трубных решёток и ограниченные кожухом, называются:**

- спиральные

- пластинчатые

- кожухотрубные

- оросительные

№ 6 **Что из нижеперечисленного не относится к методам интенсификации теплообмена?**

- оребрение

- добавление в поток твёрдых частиц

- турбулизация потока теплоносителя

- все перечисленные варианты относятся к методам интенсификации

№ 7 **У какого из перечисленных типов радиаторов наибольшее давление разрушения:**

- чугунный

- стальной

- биметаллический

- анодированный алюминиевый

№ 8 **Лев Давидович Берман является родоначальником теоретических подходов к тепловому расчёту:**

- градирен

- отопительных радиаторов

- кожухотрубных теплообменных аппаратов

- пластинчатых теплообменных аппаратов

№ 9 **Какому из нижеперечисленных типов градирен не присущи проблемы при работе в зимний период?**

- сухие градирни

- эжекционные градирни

- башенные градирни

- вентиляторные градирни

№ 10 **У какого из нижеперечисленных материалов наибольший коэффициент теплопроводности?**

- алюминий
- сталь
- чугун
- эмаль