

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Расчет теплообменных аппаратов для систем теплоснабжения

Код модуля
1143649

Модуль
Ресурсо- и энергосбережение в системах
теплогазоснабжения и вентиляции

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Королев Владимир Николаевич	доктор технических наук, профессор	Профессор	теплоэнергетики и теплотехники

Согласовано:

Управление образовательных программ

.. Плеханова Е.А.

Авторы:

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Расчет теплообменных аппаратов для систем теплоснабжения

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2
		Домашняя работа	2
		Реферат	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Расчет теплообменных аппаратов для систем теплоснабжения

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-3 -Способен организовать проектные работы и разрабатывать проектные решения для систем теплогазоснабжения и вентиляции	З-6 - Интерпретировать физические и математические модели явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности, в том числе формулировать и решать задачи, связанные с передачей энергии во всех элементах комплексных энергоэффективных установок, осуществлять их качественный и количественный анализ П-6 - Осуществлять выбор методики гидродинамического и экономического расчетов теплообменных аппаратов для систем теплоснабжения	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Лекции Практические/семинарские занятия Реферат

	У-6 - Рассчитывать различные виды теплообменников для систем теплоснабжения	
--	---	--

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.60		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>реферат</i>	1,8	20
<i>расчетная работа</i>	1,7	40
<i>расчетная работа</i>	1,9	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.40		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	1,13	50
<i>домашняя работа</i>	1,15	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.00		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		

4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Классификация теплообменных аппаратов для системы теплоснабжения и основы их тепловых расчетов.

2. Классификация теплообменных аппаратов для системы теплоснабжения по исполнению: кожухотрубные и пластинчатые.

3. Основы теплового расчета кожухотрубных теплообменных аппаратов.

4. Основы теплового расчета пластинчатых теплообменных аппаратов.

5. Основы гидромеханического расчета кожухотрубного и пластинчатого теплообменного аппарата.

6. Анализ преимуществ и недостатков кожухотрубных и пластинчатых теплообменников, используемых для системы теплоснабжения.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Интенсификация процесса теплопередачи в теплообменном аппарате за счет оребрения поверхности.

Примерные задания

Задача.

Внутри отопительной батареи, находящейся в помещении, течет вода, ее средняя температура известна. Температура воздуха в помещении так же известна. Стенка отопительной батареи плоская стальная, геометрические размеры ее известны. Известен коэффициент теплоотдачи от воды к стенке и от стенки к воздуху.

Задание:

1. Определить величину теплового потока, передаваемого через стенку батареи.

2. Рассчитать во сколько раз увеличится тепловой поток, если поверхность батареи снабдить стальными продольными ребрами прямоугольного сечения. Геометрические размеры ребра и их количество задаются.

3. Выполнить приближенный расчет (считая, что температура по длине ребра не изменяется).

4. Выполнить уточненный расчет (считая, что температура по длине ребра изменяется).

5. Определить температуру на конце ребра.

Графическая часть:

- выполнить рисунок оребренной стенки батареи (без масштаба);

- изобразить одно ребро в изометрии, обозначив его размеры;

- построить график изменения температуры по длине ребра и сделать вывод;

- построить график зависимости величины коэффициента эффективности работы ребра от его длины и сделать вывод;

- построить график зависимости теплового потока, передаваемого в окружающую среду с поверхности ребра, от его длины и сделать вывод.

Сделать вывод, указав цель оребрения стенки, с какой стороны она оребряется, высказать свои соображения об оптимальной величине длины ребра.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Сложный теплообмен в теплообменном аппарате в системе теплоснабжения.

Примерные задания

Задача.

Чугунная печь-камин прямоугольной формы, геометрические размеры граней поверхности которой известны установлена в помещении, объем которого задается. Стены помещения деревянные. Площадь поверхности стен помещения много больше площади поверхности печи. Тепловая мощность печи известна. Во время топки стенки печи нагреваются до температуры, величина которой задается. Температура воздуха в помещении, и температура стен задаются.

Задание:

1. Определить температуру деревянной стены, расположенной параллельно поверхности печи. Считать, что стена нагревается только за счет излучения.

2. В связи с опасностью самовозгорания дерева между топкой и стеной помещения поставили экран из окисленного гладкого железа. Принять: степень черноты чугуна, дерева и гладкого окисленного железа соответственно 0,70; 0,88; 0,82. Определить температуру деревянной стены при наличии экрана считая, что нагрев происходит только излучением.

3. Определить время, за которое температура воздуха в помещении изменяется на 1 градус.

Графическая часть:

1. Выполнить рисунок печи (без масштаба);

2. Построить график зависимости величины теплового потока, передаваемого излучением на стену помещения, в зависимости от степени черноты поверхности экранов, если они выполнены из гладкого окисленного железа (степень черноты 0,82), листовой стали шлифованной (степень черноты 0,55), железа полированного (степень черноты 0,23).

Сделать вывод, указав цель установки экрана, какая поверхность экрана обеспечивает большее ослабление теплового потока, как влияет расстояние между стенкой печи и стенкой помещения на величину уменьшения теплового потока, передаваемого излучением.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Тепловой и гидромеханический расчет кожухотрубного теплообменного аппарата.

Примерные задания

Задача.

В водо-водяном кожухотрубном теплообменном аппарате, предназначенном для подогрева воды, используемой для отопления жилого дома, первичная (горячая) вода протекает внутри стальных трубок. Количество трубок задается. Внутренний и внешний

диаметры трубок задаются. Температура горячей воды на входе и на выходе задаются. Вторичная вода, используемая для отопления жилого дома, противотоком движется в межтрубном пространстве и нагревается. Диапазон температур нагрева задается. Внутренний диаметр кожуха теплообменника известен. Тепловой поток через поверхность теплообменника задается. Определить площадь поверхности нагрева теплообменного аппарата и длину трубок. Оценить мощность насосов на прокачку теплоносителей (принять к.п.д. насоса 0,98).

Алгоритм решения задачи

Поверхность теплообмена находится из уравнения теплопередачи для рекуперативного теплообменного аппарата.

Для определения коэффициента теплопередачи необходимо рассчитать коэффициенты теплоотдачи от горячей воды к внутренней стенке трубки и от наружной стенке трубки к нагреваемой воде, движущейся в межтрубном пространстве.

1. Определяется коэффициент теплоотдачи от горячей воды к стенке трубки. Для этого:
- по известной тепловой нагрузке и разности температур горячей воды на входе и выходе из теплообменника находят массовый расход горячей воды (кг/с) через одну трубку ,

- по известному массовому расходу определяют скорость движения горячей воды по трубке,

- определяется безразмерное число Рейнольдса, по величине которого выбирается формула для расчета безразмерного числа Нуссельта, из которого и определяется коэффициент теплоотдачи от горячей воды к внутренней стенке трубки. Для определения Pr задаются температурой стенки.

2. Определяется коэффициент теплоотдачи от стенки трубки к нагреваемой воде. Для этого:

- по известной тепловой нагрузке и разности температур нагреваемой воды на входе и выходе из теплообменника находят массовый расход воды (кг/с) ;

- определяется эквивалентный диаметр канала, по которому движется вода,

- определяется скорость движения нагреваемой воды, протекающей в межтрубном пространстве;

- определяется безразмерное число Рейнольдса, по величине которого выбирается формула для расчета безразмерного числа Нуссельта, из которого и определяется коэффициент теплоотдачи от внешней поверхности трубки к нагреваемой воде.

3. Изображается график изменения температуры теплоносителей по поверхности теплообменника для противоточной схемы движения теплоносителей и определяется среднеинтегральный температурный напор.

4. Необходимо сделать проверку правильности задания температуры стенки.

Для этого приравняем тепловой поток, передаваемый в процессе теплоотдачи от горячей воды к поверхности трубки, тепловому потоку, подводимому к нагреваемой воде, движущейся в межтрубном пространстве. Рассчитаем погрешность. Если погрешность получилась меньше 5%, то считаем, что температура стенки выбрана правильно. Если погрешность больше 5%, то перезадаем значением температуры стенки и выполняем расчет снова.

5. Определив поверхность теплообмена, находят длину трубок теплообменного аппарата.

6. При оценке мощности насосов на прокачку теплоносителей учитывать только гидравлические сопротивления трения.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Тепловой и гидромеханический расчет пластинчатого теплообменного аппарата.

Примерные задания

Выполнить тепловой расчет пластинчатого теплообменного аппарата с параметрами (температуры теплоносителей, тепловая мощность теплообменника) такими же, как и для кожухотрубного теплообменника (домашнее задание №1):

- определить площадь поверхности нагрева теплообменного аппарата при прямоточной и противоточной схемах движения теплоносителей;

- оценить мощность насосов на прокачку теплоносителей (принять к.п.д. насоса 0,98);

- сравнить результаты расчета с таковыми для кожухотрубного теплообменного аппарата, рассчитанного в домашней работе №1.

Пластинчатый теплообменник выполнен из пластин с гофрированным профилем поверхности и симметричной компоновкой пластин. Толщина пластины 1 мм, ее ширина 600 мм. Коэффициент теплопроводности материала пластин 50 Вт/(мК). Зазор для прохода рабочей среды в канале 4 мм. Теплообменник предназначен для подогрева воды, используемой для отопления жилого дома.

Алгоритм решения задачи

Поверхность теплообмена находится из уравнения теплопередачи для рекуперативного теплообменного аппарата.

1. По величине скорости нагреваемой воды, полученной при расчете кожухотрубного теплообменного аппарата (дом. задание №1) находится количество каналов (Nн) в пластинчатом теплообменнике. Так как компоновка водоподогревателя симметричная, то количество каналов по нагреваемому и по нагревающему теплоносителям одинаковое.

2. Находим фактические скорости течения нагреваемого и греющего теплоносителей.

4. Определяем коэффициент теплоотдачи от горячей воды к стенке пластины. Для выбора коэффициента A в формуле Нуссельта в первом приближении выбираем площадь поверхности одной пластины 0,2 м². Режим течения жидкости турбулентный. Для определения Pr задаются температурой стенки.

5. Определяем коэффициент теплоотдачи от поверхности пластины к нагреваемой воде.

6. Необходимо сделать проверку правильности задания температуры стенки.

Для этого приравняем тепловой поток, передаваемый в процессе теплоотдачи от пара к поверхности трубки, тепловому потоку, подводимому к воде, движущейся по трубке.

Рассчитаем погрешность: Если погрешность получилась меньше 5%, то считаем, что температура стенки выбрана правильно. Если погрешность больше 5%, то перезадаемся значением температуры стенки и выполняем расчет снова.

7. Рассчитываем коэффициент теплопередачи.

8. Рассчитываем значение среднеинтегрального температурного напора для прямоточной и противоточной схем движения теплоносителей.

9. Определяем поверхность теплообменника.

10. Определяем площадь поверхности одной пластины. Если площадь получится больше той, которая принята для расчета, то необходимо сделать перерасчет.

11. Сравниваем результаты расчета площади поверхности кожухотрубного и пластинчатого теплообменника и делаем вывод.

12. Сравниваем затраты мощности на прокачку теплоносителей.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.5. Реферат

Примерный перечень тем

1. Кожухотрубные и пластинчатые теплообменные аппараты в системе теплоснабжения. Преимущества и недостатки.

Примерные задания

Оформить реферат на выбранную тему в соответствии с требованиями.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Определение теплообменных аппаратов, их классификация по принципу действия.

2. Основы теплового расчета рекуперативных теплообменных аппаратов.

3. Виды тепловых расчетов рекуперативных теплообменных аппаратов.

4. Основные положения теплового расчета рекуперативных теплообменных аппаратов: уравнение теплового баланса и уравнение теплопередачи.

5. Среднеинтегральный температурный напор.

6. Сравнение прямоточной и противоточной схем движения теплоносителей.

7. Виды пластинчатых теплообменников, структура и схемы их соединений.

8. Особенности теплового расчета пластинчатых теплообменников.

9. Основы гидродинамического расчета кожухотрубных и пластинчатых теплообменных аппаратов для системы теплоснабжения.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.