МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор-проректор по учебной работе
_____ / Д.Е. Овчинников
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.04.13 «Методы интенсификации теплообмена в теплоэнергетических установках»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Промышленная теплоэнергетика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Заочная
Год начала подготовки	2024
Институт / факультет	Теплоэнергетический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Промышленная теплоэнергетика"
Кафедра-разработчик	кафедра "Промышленная теплоэнергетика"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	144 / 4
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет с оценкой

Самара 2024

Б1.В.04.13 «Методы интенсификации теплообмена в теплоэнергетических установках»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 143 от 28.02.2018 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат педагогических наук, доцент	Ю.И Рахимова
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)

Заведующий кафедрой	А.В. Еремин, доктор технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	Н.В Маслобойникова, кандидат филологических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	А.С. Горшенин, кандидат технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 5
4.1 Содержание лекционных занятий 6
4.2 Содержание лабораторных занятий 6
4.3 Содержание практических занятий 7
4.4. Содержание самостоятельной работы 7
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 8
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 8
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 9
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 9
9. Методические материалы 9
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 11

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-7 Способен обеспечивать выполнение работ по эксплуатации трубопроводов и тепломеханическо го оборудования тепловой электростанции и систем теплоснабжения	ПК-7.1 Знать: Программные средства для расчета теплового оборудования	Знать классификацию и эффективность методов и нтенсификации теплообмена
		ПК-7.2 Уметь: Применять программные средства для расчета теплового оборудования	Уметь рассчитывать струйный панельный рекуператор
		ПК-7.3 Владеть: Навыками выполнения расчетов теплового оборудования с использованием программных средств	Владеть рассчитывать струйный панельный рекуператор

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины

ПК-7	Автономные источники теплоснабжения; Анализ нормативной документации в проектной деятельности; Газовоздухоснабжение промышленных предприятий; Источники паротеплоснабжения промышленных предприятий; Отопление, вентиляция и кондиционирование промышленных предприятий; Производственная практика: эксплуатационная практика; Специальные вопросы компьютерного моделирования объектов теплоэнергетики; Тепломассообменные процессы и аппараты промышленных предприятий; Холодильные установки промышленных предприятий	Газовое топливо и основы его сжигания; Теплотехнические исследования и наладка теплогенерирующих установок	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Производственная практика: преддипломная практика

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	9 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	14	14
Лабораторные работы	4	4
Лекции	4	4
Практические занятия	6	6
Внеаудиторная контактная работа, КСР	4	4
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	122	122
подготовка к лабораторным работам	60	60
подготовка к практическим занятиям	62	62
Контроль	4	4
Итого: час	144	144
Итого: з.е.	4	4

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Классификация и эффективность методов интенсификации теплообмена.	2	0	6	62	70
2	Основные типы теплообменных аппаратов и их технические характеристики.	2	4	0	60	66
	КСР	0	0	0	0	4
	Контроль	0	0	0	0	4
	Итого	4	4	6	122	144

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
9 семестр				
1	Классификация и эффективность методов интенсификации теплообмена.	Основные способы интенсификации теплообмена. Задачи интенсификации теплообмена.	Интенсификация теплообмена при изменении термического сопротивления (термическое сопротивление от нагревающей среды к стенке и от стенки к нагреваемой среде, коэффициент теплопередачи). Интенсификация теплообмена при изменении скорости потока.	2
2	Основные типы теплообменных аппаратов и их технические характеристики.	Рекуперативные теплообменные аппараты.	Устройство, принцип работы, достоинства и недостатки кожухотрубчатых теплообменников.Устройство, принцип работы, достоинства и недостатки двухтрубчатых теплообменников.Устройство, принцип работы, достоинства и недостатки оросительных теплообменников.	2
			Итого за семестр:	**4**
			Итого:	**4**

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лабораторного занятия	Содержание лабораторного занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
9 семестр				

1	Основные типы теплообменных аппаратов и их технические характеристики.	Изучение пластинчатого теплообменника	Целью лабораторной работы является приобретение студентами навыков проведения теплотехнического эксперимента. В результате проведения работы необходимо определить коэффициент теплопередачи и коэффициент сохранения тепла пластинчатого теплообменника.	4
			Итого за семестр:	**4**
			Итого:	**4**

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема практического занятия**	**Содержание практического занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов / часов в электронной форме**
9 семестр				
1	Классификация и эффективность методов интенсификации теплообмена.	Расчет продольных ребер прямоугольного профиля.	Определение теплового потока, эффективности, температурного напора.	4
2	Классификация и эффективность методов интенсификации теплообмена.	Расчет цилиндрических шипов.	Определение теплового потока, эффективности, температурного напора.	2
			Итого за семестр:	**6**
			Итого:	**6**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	**Вид самостоятельной работы**	**Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	**Количество часов**
9 семестр			
Классификация и эффективность методов интенсификации теплообмена.	подготовка к практическим занятиям	Методика расчета цилиндрических шипов.	12
Классификация и эффективность методов интенсификации теплообмена.	подготовка к практическим занятиям	Методика расчета радиального ребра прямоугольного профиля	20

Классификация и эффективность методов интенсификации теплообмена.	подготовка к практическим занятиям	Методика расчета продольного ребра вогнутого параболического профиля	20
Классификация и эффективность методов интенсификации теплообмена.	подготовка к практическим занятиям	Методика расчета продольного ребра выпуклого параболического профиля	10
Основные типы теплообменных аппаратов и их технические характеристики.	подготовка к лабораторным работам	Изучение пластинчатого теплообменника	60
		Итого за семестр:	**122**
		Итого:	**122**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
1	Горшенин, А.С. Методы интенсификации теплообмена : учеб. пособие / А. С. Горшенин; Самар.гос.техн.ун-т, Промышленная теплоэнергетика.- Самара, 2009.- 75 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||352	Электронный ресурс
2	Измайлов, В.Д. Расчет теплообменных аппаратов : Учеб.пособие / В. Д. Измайлов, В. В. Филиппов; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2006.- 108 с.	Книжный фонд
3	Мадера, А.Г. Моделирование теплообмена в технических системах / А. Г. Мадера.- М., Науч.Фонд "Первая исслед.лаб.им.акад.В.А.Мельникова", 2005.- 204 с.	Книжный фонд
4	Шульц, Л.Г. Исследование теплотехнического оборудования : метод.указ.к лаб. работам / Л. Г. Шульц, А. С. Горшенин; Самар.гос.техн.ун-т, Промышленная теплоэнергетика.- Самара, 2011.- с.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||39	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения

1	Windows	Microsoft (Зарубежный)	

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Электронная библиотека изданий СамГТУ	http://irbis.samgtu.local/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe	Российские базы данных ограниченного доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер / ноутбук), учебно-наглядные, учебно-методические пособия, тематические иллюстрации.

Практические занятия

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия

Для лабораторных занятий используются аудитория №14, оснащенная следующим оборудованием:

Лабораторными стендами и методическими указаниями.

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус №8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки; ауд. 83а, 414, 416, 0209 12 корпус; ауд. 401 корпус №10).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить

полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчетности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.04.13 «Методы интенсификации теплообмена в теплоэнергетических установках»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.04.13 «Методы интенсификации теплообмена в теплоэнергетических установках»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль)	Промышленная теплоэнергетика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Заочная
Год начала подготовки	2024
Институт / факультет	Теплоэнергетический факультет
Выпускающая кафедра	кафедра "Промышленная теплоэнергетика"
Кафедра-разработчик	кафедра "Промышленная теплоэнергетика"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	144 / 4
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет с оценкой

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-7 Способен обеспечивать выполнение работ по эксплуатации трубопроводов и тепломеханическо го оборудования тепловой электростанции и систем теплоснабжения	ПК-7.1 Знать: Программные средства для расчета теплового оборудования	Знать классификацию и эффективность методов и нтенсификации теплообмена
		ПК-7.2 Уметь: Применять программные средства для расчета теплового оборудования	Уметь рассчитывать струйный панельный рекуператор
		ПК-7.3 Владеть: Навыками выполнения расчетов теплового оборудования с использованием программных средств	Владеть рассчитывать струйный панельный рекуператор

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Классификация и эффективность методов интенсификации теплообмена.				
ПК-7.1 Знать: Программные средства для расчета теплового оборудования	**Знать** классификацию и эффективность методов и нтенсификации теплообмена	Задания практических занятий	Да	Да
ПК-7.2 Уметь: Применять программные средства для расчета теплового оборудования	**Уметь** рассчитывать струйный панельный рекуператор	Задания практических занятий	Да	Да

ПК-7.3 Владеть: Навыками выполнения расчетов теплового оборудования с использованием программных средств	**Владеть** рассчитывать струйный панельный рекуператор	Задания практических занятий	Да	Да
Основные типы теплообменных аппаратов и их технические характеристики.				
ПК-7.1 Знать: Программные средства для расчета теплового оборудования	**Знать** классификацию и эффективность методов и нтенсификации теплообмена	Задания практических занятий	Да	Да
ПК-7.2 Уметь: Применять программные средства для расчета теплового оборудования	**Уметь** рассчитывать струйный панельный рекуператор	Задания практических занятий	Да	Да
ПК-7.3 Владеть: Навыками выполнения расчетов теплового оборудования с использованием программных средств	**Владеть** рассчитывать струйный панельный рекуператор	Задания практических занятий	Да	Да

2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

2.1. Формы текущего контроля успеваемости
Вопросы для устного опроса

1. Роль теплообмена и теплообменных аппаратов в энергетике.
2. Теплоносители, их виды, преимущества и недостатки.
3. Условия, определяющие выбор метода интенсификации теплообмена.
4. Способы интенсификации теплообмена.
5. Виды ребер, применяющихся для увеличения поверхности теплообмена
6.

Типовые задания и задачи практических занятий

1) Продольное ребро прямоугольного профиля толщиной δ=10,5мм, высотой b=108,6мм, изготовленное из стали с коэффициентом теплопроводности 44,5 Вт/(м·^{0}С), отводит тепло в окружающую среду с температурой 52^{0}С. Температура ребра в основании 100^{0}С, коэффициент теплоотдачи 150 Вт/(м$^{2\cdot0}$С). Определить эффективность ребра, температуру торца и тепловой поток на единицу длины, передаваемый ребром.

2) Продольное ребро вогнутого параболического профиля толщиной δ=8,6мм, высотой b=97,9мм, изготовленное из стали с коэффициентом теплопроводности 45,8 Вт/(м·^{0}С), отводит тепло в окружающую среду с температурой 49^{0}С. Температура ребра в основании 100^{0}С, коэффициент теплоотдачи 96 Вт/(м$^{2\cdot0}$С). Определить эффективность ребра и тепловой поток на единицу длины, передаваемый ребром.

3) Гладкую поверхность необходимо увеличить продольными ребрами из алюминия с λ=202Вт/(м·^{0}С) и плотностью ρ=2705кг/м^3. Коэффициент теплоотдачи от ребер к окружающей среде 625 Вт/(м$^{2\cdot0}$С). Если максимальная допустимая масса ребер на 1м длины равна 37,2г. Определить оптимальные размеры и эффективность продольных ребер прямоугольного и вогнуто параболического профилей.

4) Продольное ребро выпуклого параболического профиля толщиной δ=8,7мм, высотой b=115,38мм, изготовленное из стали с коэффициентом теплопроводности 34,1 Вт/(м·^{0}С), отводит тепло в окружающую среду с температурой 47^{0}С. Температура ребра в основании 100^{0}С, коэффициент теплоотдачи 57 Вт/(м$^{2\cdot0}$С). Определить эффективность ребра и тепловой поток на единицу длины, передаваемый ребром.

5) Продольное ребро треугольного профиля толщиной δ=10,5мм, высотой b=106,6мм, изготовленное из стали с коэффициентом теплопроводности 34,1 Вт/(м·^{0}С), отводит тепло в окружающую среду с температурой 45^{0}С. Температура ребра в основании 100^{0}С, коэффициент теплоотдачи 63 Вт/(м$^{2\cdot0}$С). Определить эффективность ребра, температуру торца и тепловой поток на единицу длины, передаваемый ребром.

6) Цилиндрический шип диаметром d=8,7мм, высотой b=50,8мм, изготовленное из стали с коэффициентом теплопроводности 34,1 Вт/(м·^{0}С), отводит тепло в окружающую среду с температурой 40,6^{0}С. Температура ребра в основании 96,1^{0}С, коэффициент теплоотдачи 56 Вт/(м$^{2\cdot0}$С). Определить эффективность шипа, температуру торца и отводимый тепловой поток.

7) Шип вогнуто параболического профиля диаметром d=8,7мм, высотой b=50,8мм, изготовленное из стали с коэффициентом теплопроводности 34,1 Вт/(м·^{0}С), отводит тепло в окружающую среду с температурой 40,6^{0}С. Температура ребра в основании 96,1^{0}С, коэффициент теплоотдачи 56 Вт/(м$^{2\cdot0}$С). Определить эффективность шипа и отводимый тепловой поток.

8) Конический шип диаметром d=10,1мм, высотой b=60мм, изготовленное из стали с коэффициентом теплопроводности 34,1 Вт/(м·^{0}С), отводит тепло в окружающую среду с температурой 40,6^{0}С. Температура ребра в основании 96,1^{0}С, коэффициент теплоотдачи 56 Вт/(м$^{2\cdot0}$С). Определить эффективность шипа и отводимый тепловой поток.

9) Шип выпуклого параболического профиля диаметром d=9,7мм, высотой b=58мм, изготовленное из стали с коэффициентом теплопроводности 37Вт/(м·^{0}С), отводит тепло в

окружающую среду с температурой 55^0С. Температура ребра в основании 98^0С, коэффициент теплоотдачи 60 Вт/(м$^{2\cdot0}$С). Определить эффективность шипа и отводимый тепловой поток.

10) Шипы цилиндрической, конической, вогнутой и выпуклой параболической форм диаметром в основании d=10,3мм, высотой b=65мм, изготовленное из стали с коэффициентом теплопроводности 36,9Вт/(м$\cdot^0$С), отводит тепло в окружающую среду с температурой 45^0С. Температура ребра в основании 97^0С, коэффициент теплоотдачи 60 Вт/(м$^{2\cdot0}$С). Сравнить эффективность шипов и отводимые ими тепловые потоки.

3.5. Вопросык коллоквиуму

1. Что такое интенсификация теплообмена?
А) увеличение поверхности теплообмена;
Б) увеличение скорости теплоносителя;
В) увеличение теплообмена;
Г) уменьшение теплообмена.

2. Назначение теплообменного аппарата:
А) повышение скорости передачи теплоты;
Б) передача теплоты от одного теплоносителя к другому;
В) интенсификация теплообмена;
Г) получение насыщенного пара.

3. Каково значение коэффициента теплоотдачи со стороны дымовых газов?
А) 25-35 Вт/(м$\cdot^0$С);
Б) 50-250 Вт/(м$\cdot^0$С);
В) 250-350 Вт/(м$\cdot^0$С);
Г) 1000-2500 Вт/(м$\cdot^0$С).

4. Назовите основную задачу интенсификация теплообмена:
А) уменьшение габаритов и массы теплообменников;
Б) уменьшение расходов электроэнергии на привод насосов;
В) увеличение скорости движения теплоносителей;
Г) повышение конечной температуры нагрева одного из теплоносителей.

5. От чего в значительной мере зависит коэффициент теплопередачи?
А) от скоростей теплоносителя;
Б) от наличия оребрения;
В) от термического загрязнения;
Г) от наибольшего из термических сопротивлений.

6. С какой стороны нужно уменьшать термическое сопротивление для интенсификации теплообмена?
А) со стороны оребрения;
Б) с той стороны, с которой оно является наибольшим;
В) с той стороны, с которой оно является наименьшим;
Г) термическое сопротивление предопределено толщиной стенки.

7. Влияет ли коэффициент теплопроводности на эффективность ребра?
А) влияет;
Б) не влияет;
В) зависит от вида ребер.

8. Влияет ли высота ребра на эффективность ребра?

А) влияет;
Б) не влияет;
В) зависит от вида ребер.

9. Как изменяется тепловой поток, передаваемый продольным ребром прямоугольного профиля, при увеличении толщины ребра?
А) тепловой поток не зависит от толщины ребра;
Б) увеличивается;
В) уменьшается.

10. К какому типу теплообменных аппаратов относятся спиральные теплообменники?
А) рекуперативные;
Б) смесительные;
В) регенеративные.

11. С какой скоростью движутся теплоносители в каналах пластинчатых теплообменников?
А) 1-3 м/с;
Б) 4-6 м/с;
В) 0,5-0,8 м/с.

12. Назовите достоинство элементных (секционных) теплообменников?
А) высокая скорость движения теплоносителей;
Б) интенсификация теплообмена за счет частичного испарения воды;
В) возможность работы со сложными.

13. На сколько градусов развернуты пластины в пластинчатом теплообменнике?
А) 90^0;
Б) 180^0;
В) 360^0.

14. Назовите недостаток градирен?
А) небольшая поверхность теплопередачи;
Б) невозможность работы при высоких давлениях;
В) невосполнимые потери воды вследствие испарения.

15. Где выгоднее пропускать воздух в оребренном теплообменнике?
А) внутри трубок;
Б) по внешней оребренной поверхности;
В) не имеет значения.

16. Как движутся теплоносители в пластинчатом теплообменнике?
А) теплоносители движутся по чередующимся каналам;
Б) теплоносители движутся попеременно по одному и тому же каналу;
В) теплоносители движутся по верхнему и нижнему коллектору.

2.2. Формы промежуточной аттестации (экзамен)

- 1. Роль теплообмена и теплообменных аппаратов в энергетике.
- 2. Теплоносители, их виды, преимущества и недостатки.
- 3. Условия, определяющие выбор метода интенсификации теплообмена.
- 4. Способы интенсификации теплообмена.

- 5. Виды ребер, применяющихся для увеличения поверхности теплообмена
- 6. Эффективность ребра.
- 7. Продольное ребро прямоугольного профиля. Определение теплового потока, эффективности, температурного напора.
- 8. Продольное ребро треугольного профиля. Определение теплового потока, эффективности, температурного напора.
- 9. Продольное ребро вогнутого параболического профиля. Определение теплового потока, эффективности, температурного напора
- 10. Радиальное ребро прямоугольного профиля. Определение теплового потока, эффективности, температурного напора.
- 11. Радиальное ребро гиперболического профиля. Определение теплового потока, эффективности, температурного напора.
- 12. Цилиндрические шипы. Определение теплового потока, эффективности, температурного напора.
- 13. Прямоугольные шипы. Определение теплового потока, эффективности, температурного напора.
- 14. Конические шипы. Определение теплового потока, эффективности, температурного напора.
- 15. Шипы вогнутого параболического профиля. Определение теплового потока, эффективности, температурного напора.
- 16. Шипы выпуклого параболического профиля. Определение теплового потока, эффективности, температурного напора.
- 17. Оптимальные размеры продольного ребра прямоугольного профиля.
- 18. Оптимальные размеры продольного ребра вогнутого параболического профиля.
- 19. Оптимальные размеры продольного ребра треугольного профиля.
- 20. Оптимальные размеры радиального ребра прямоугольного профиля.
- 21. Сравнение продольных ребер.
- 22. Теплообменный аппарат «труба в трубе»
- 23. Принцип работы и устройство гладкотрубного теплообменника «труба в трубе».
- 24. Определение коэффициентов теплоотдачи в трубах и каналах.
- 25. Определение коэффициентов теплопередачи. Термическое сопротивление. Анализ уравнения теплопередачи.
- 26. Потери давления в трубах и каналах.
- 27. Расчет температурного напора. Схемы движения теплоносителей. Преимущество применения противотока.
- 28. Принцип работы и устройство теплообменника «труба в трубе» с продольно оребренными трубами.
- 29. Принцип работы и устройство кожухотрубчатого теплообменника из труб с радиальными ребрами.
- 30. Расположение труб в трубных решетках.
- 31. Расчет ребристых теплообменников.
- 32. Принцип работы и устройство пластинчатых теплообменников.
- 33. Принцип работы и устройство разборных пластинчатых теплообменников.
- 34. Принцип работы и устройство полуразборных и неразборных пластинчатых теплообменников.

- 35. Преимущества и недостатки разборных, неразборных и полуразборных пластинчатых теплообменников. Схемы движения теплоносителей в пластинчатом теплообменнике.
- 36. Преимущества применения и эксплуатации пластинчатых теплообменников.
- 37. Сравнительная характеристика кожухотрубчатых теплообменников с пластинчатыми.
- 38. Выбор типоразмера пластинчатого теплообменника
- 39. Теплообменники из труб с турбулизаторами.
- 39. Методы очистки поверхностей теплообмена от загрязнений

Примерная структура билета

САМАРСКИЙ ПОЛИТЕХ
Опорный университет

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Наименование кафедры»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Методы повышения тепловой эффективности вспомогательного оборудования промышленных предприятий

1. Условия, определяющие выбор метода интенсификации теплообмена.
2. Принцип работы и устройство пластинчатых теплообменников.

Для направления (код и наименование направленияподготовки (специальности)). Семестр 7

Составитель: Рахимова Ю.И.

«____» _____ 20__ года

Заведующий кафедрой Еремин А.В.

«____» _____ 20__ года

Дисциплина Б1.В.04.13 Методы интенсификации теплообмена в теплоэнергетических установках

Методы интенсификации теплообмена в теплоэнергетических установках
(шифр и наименование дисциплины)

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы в РПД	Семестр
ПК-7 Способен выполнять расчеты теплового оборудования, используя современные программные средства				
1.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Что такое интенсификация теплообмена? А) увеличение поверхности теплообмена; Б) увеличение скорости теплоносителя; В) увеличение теплообмена; Г) уменьшение теплообмена	В	Классификация и эффективность методов интенсификации теплообмена	7
2.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Назначение теплообменного аппарата: А) повышение скорости передачи теплоты; Б) передача теплоты от одного теплоносителя к другому; В) интенсификация теплообмена; Г) получение насыщенного пара	Б	Классификация и эффективность методов интенсификации теплообмена	7

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы в РПД	Семестр
3.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Назовите основную задачу интенсификации теплообмена? А) уменьшение габаритов и массы теплообменников; Б) уменьшение расходов электроэнергии на привод насосов; В) увеличение скорости движения теплоносителей; Г) повышение конечной температуры нагрева одного из теплоносителей	А	Классификация и эффективность методов интенсификации теплообмена	7
4.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. С какой стороны нужно уменьшать термическое сопротивление для интенсификации теплообмена? А) со стороны оребрения; Б) с той стороны, с которой оно является наибольшим; В) стой стороны, с которой оно является наименьшим; Г) термическое сопротивление предопределено толщиной стенки	Б	Классификация и эффективность методов интенсификации теплообмена	7
5.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. От чего в значительной мере зависит коэффициент теплопередачи? А) от скоростей теплоносителя; Б) от наличия оребрения; В) от термическогозагрязнения ; Г) от наибольшего из термических сопротивлений	Г	Классификация и эффективность методов интенсификации теплообмена	7
6.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. К какому типу теплообменных аппаратов относятся спиральные теплообменники? А) рекуперативные; Б) смесительные; В) регенеративные; Г) смешанного типа	А	Основные типы теплообменных аппаратов и их технические характеристики	7
7.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. С какой скоростью движутся теплоносители в каналах пластинчатых теплообменников? А) 1-3 м/с; Б) 4-6 м/с; В) 0,5-0,8м/с; Г) 5-8м/с	А	Основные типы теплообменных аппаратов и их технические характеристики	7
8.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Назовите достоинство элементных (секционных) теплообменников? А) высокая скорость движения теплоносителей; Б) интенсификация теплообмена за счет частичного испарения воды; В) возможность работы со сложными теплоносителями – воздухом и высоковязкими жидкостями; Г) возможность работы при небольших расходах теплоносителей	А	Основные типы теплообменных аппаратов и их технические характеристики	7
9.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ. Назовите недостаток градирен? А) небольшая поверхность теплопередачи; Б) невозможность работы при высоких давлениях; В) невосполнимые потери воды вследствие испарения; Г) сложность изготовления	В	Основные типы теплообменных аппаратов и их технические характеристики	7

№ задания	Содержание задания	Ключ к ответу	Наименование темы в РПД	Семестр
10.	Прочитайте текст вопроса и выберите правильный ответ Какой материал чаще всего применяют в блочных теплообменниках? А) пенополистирол; Б) графит; В) медь; Г) мастику	Б	Основные типы теплообменных аппаратов и их технические характеристики	7

Учебная дисциплина формирует компетенции в соответствии с табл. 3, процедура оценивания реализуется поэтапно:

1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – дескрипторов (знаний, умений, владений) в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП. Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных дескрипторов, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения.

2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.