

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.02.01 Теплотехнологическое оборудование промышленных предприятий

Учебный план: _____ ФГОС3++m130401.24-12_23-12.plx

Кафедра: Промышленной теплоэнергетики

Направление подготовки:
(специальность) 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:
(специализация) Тепломассообменные процессы и установки

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

План учебного процесса

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

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Громова Е.Н.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой промышленной
теплоэнергетики

Сморозин С.Н.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сморозин С.Н.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: - ознакомление со схемами включения, конструкциями, методами расчёта и выбора различных типов теплообменных аппаратов, сушильных и холодильных установок, котельных агрегатов и других теплотехнических устройств;

- ознакомление с устройством промышленных теплофикационных систем, со схемами тепловых сетей, характером тепловых нагрузок, методами их расчёта, способами регулирования отпуска тепла.

1.2 Задачи дисциплины:

- подготовить соискателей степени магистра техники и технологии к организации своей научно-исследовательской деятельности, к участию в научных разработках на промышленных предприятиях или в научно-исследовательских организациях.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Тепломассообменные процессы сушки и сушильные установки

Энергосберегающие технологии при производстве электрической и тепловой энергии

Проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике и основные направления развития теплоэнергетики

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-4.1: Готов к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации тепломассообменных установок

Знать: конструкции и схемы подключения теплообменного оборудования; природу тепломассообменных процессов, протекающих внутри соответствующих установок; методики конструктивного и поверочного расчетов; эксплуатационные и технико-экономические характеристики

Уметь: оценивать техническое состояние оборудования, прогнозировать надежность его работы; формулировать задания на разработку проектных решений, проводить варианты технико-экономические и технические расчеты; проводить анализ эффективных технико-экономических решений

Владеть: навыками проведения расчетов, методиками испытаний, правилами технической эксплуатации и экологической безопасности

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Основное и вспомогательное теплотехнологическое оборудование промышленных предприятий	3					О,ДЗ,С
Тема 1. Конструкции основного и вспомогательного теплотехнического оборудования. Паровые и водогрейные котлы, теплообменники, сушильные установки. Конструирование отдельных деталей, элементов и блоков теплообменного оборудования. Выбор запорно-предохранительной арматуры. Обязка контрольно-измерительными приборами.		2	2	2	ИЛ	
Тема 2. Основы расчёта теплообменного оборудования. Тепловой расчёт теплообменных аппаратов. Уравнение теплового баланса. Конструкционные материалы. Аэродинамический и гидравлический расчёты. Потери напора. Выбор нагнетателя.		2	2	2,75	АС	
Тема 3. Конвективные установки для сушки ленточных и листовых материалов. Тепловой баланс камерной сушильной установки. Методика расчёта установки для сушки ленточных материалов. Конструкция и расчёт конвективной установки с сопловым обдувом. Сушильная установка для сушки мелкокусковых материалов. Пневматические сушильные установки. Конструкция аэрофонтанной сушильной установки. Методика расчёта сушильных установок с кипящим слоем. Барабанные сушильные установки. Тепломассообмен во вращающемся барабане.		2	3	5	ИЛ	
Тема 4. Промышленные печи. Горение топлива. Конструкции, принцип действия, область применения высоко-, средне- и низкотемпературных промышленных печей, материальный и тепловой балансы. Процессы и установки конверсии природного газа, газификации твердого топлива.		2	2	10	ИЛ	

Раздел 2. Теплотехнологическое оборудование ЦБП					
Тема 5. Технологические процессы регенерации сульфатного щелока. Организация топочных процессов в содорегенерационных котлоагрегатах (СРК). Материальный баланс. Конструкции содо-регенерационных котлоагрегатов. Топочные процессы в содорегенерационных котлоагрегатах (СРК). Основные закономерности и повышение эффективности топочных процессов в СРК. Снижение химической и механической неполноты сгорания. Мероприятия по снижению уноса химикатов. Повышение устойчивости топочных процессов при сжигании влажного щелока. Предотвращение топочных взрывов. Методика расчета теплообмена в топке СРК. Утилизация теплоты уходящих газов. Тепловой баланс СРК.	4	2	6	ИЛ	О,С,ДЗ
Тема 6. Печные установки целлюлозно-бумажного производства. Вращающиеся печи для обжига известняка и регенерации извести. Расчет тепло- и массообмена в рабочих камерах печных установок.	2	3	6	ИЛ	
Тема 7. Многоцилиндровые контактно-конвективные сушильные установки (БДМ). Конструкции и режимы работы сушильной части БДМ. Схемы сушильной части БДМ. Тепломассообмен на сушильных цилиндрах при контактно-конвективной сушке материалов. Кинетика сушки бумаги на цилиндре и на участке свободного хода. Методика расчёта теплоты и пара, затрачиваемых на сушку бумаги.	3	3	6	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	17	37,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине	34,25		37,75		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-4.1	Имеет представление о конструкциях и схемах подключения	Вопросы для устного

	<p>теплообменного оборудования; природе теплообменников; процессах, протекающих внутри соответствующих установок; методиках конструктивного и поверочного расчетов; эксплуатационных и технико-экономических характеристиках</p> <p>Способен оценивать техническое состояние оборудования, прогнозировать надежность его работы; формулировать задания на разработку проектных решений, проводить варианты технико-экономические и технические расчеты; проводить анализ эффективных технико-экономических решений</p> <p>Демонстрирует навыки проведения расчетов, методиками испытаний, правилами технической эксплуатации и экологической безопасности</p>	<p>собеседования Практико-ориентированные задания</p>
--	---	---

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	<p>Ответ полный, студент демонстрирует понимание предмета и умение применять полученные знания. Критическое и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками</p>	<p>Задание выполнено полностью, без ошибок. Студент способен объяснить ход решения и сделать обоснованный вывод из полученного решения.</p>
Не зачтено	<p>Ответ неполный, недостаточная глубина и осознанность ответа. Студент не смог применить теоретические знания для установления причинно-следственных связей, сравнения и классификации явлений и понятий</p>	<p>Задание выполнено не полностью, с многочисленными существенными ошибками. Студент не может объяснить решение, не ориентируется в методике расчета и формулах.</p>

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

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 3	
1	Методика расчета теплообмена в топке СРК.
2	Тепловой и материальный балансы СРК.
3	Печные установки целлюлозно-бумажного производства. Вращающиеся печи для обжига известняка и регенерации извести.
4	Многоцилиндровые контактно-конвективные сушильные установки (БДМ). Конструкции и режимы работы сушильной части БДМ.
5	Теплообмен на сушильных цилиндрах при контактно-конвективной сушке материалов.
6	Методика расчета теплоты и пара, затрачиваемых на сушку бумаги.
7	Конструкции основного и вспомогательного теплотехнического оборудования.
8	Основы расчета котельных агрегатов
9	Основы расчета теплообменного оборудования
10	Тепловой, конструктивный, гидравлический, аэродинамический расчеты теплообменников
11	Расчет на прочность теплотехнического оборудования
12	Конвективные установки для сушки ленточных и листовых материалов. Методика расчета
13	Конструкция и расчет конвективной установки с сопловым обдувом
14	Сушильная установка для сушки мелкокусковых материалов.
15	Пневматические сушильные установки. Конструкция аэрофонтанной сушильной установки.
16	Методика расчета сушильных установок с кипящим слоем.
17	Барабанные сушильные установки. Теплообмен во вращающемся барабане.
18	Конструкции, принцип действия, область применения высоко-, средне- и низкотемпературных промышленных печей
19	Тепловой и материальный балансы промышленных печей
20	Процессы и установки конверсии природного газа
21	Газификация твердого топлива
22	Технологические процессы регенерации сульфатного щелока. Организация топочных процессов в СРК.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Составить уравнение теплового баланса нагревательной печной установки и рассчитать технологический и энергетический коэффициенты полезного действия. Определить относительные потери с уходящими газами, с материалом и в окружающую среду.

теплопоступления с сушильным агентом $Q_1 = 80$ кВт;
теплопоступления с материалом $Q_2 = 20$ кВт;
теплотери с материалом $Q_3 = 60$ кВт;
теплотери с уходящими газами $Q_4 = 30$ кВт;
теплотери в окружающую среду $Q_5 = 10$ кВт;

2. производительность бумагоделательной машины $G_m = 10$ т/ч;
начальная влажность бумаги $W_1 = 60$ % ;
конечная влажность бумаги (на накате) $W_2 = 8$ %;
влажность воздуха, подаваемого в сушильную часть машины $d_1 = 10$ г/кг;
влажность паровоздушной смеси, удаляемой в окружающую среду $d_2 = 100$ г/кг.

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

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

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

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная Письменная Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

На подготовку устного ответа и выполнение практико-ориентированного задания отводится 30 минут

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
А.Н. Иванов, В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин	Теплообменное оборудование предприятий [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/18.pdf
В.Ю. Лакомкин, С.Н. Смородин, Е.Н. Громова	Тепломассообменное оборудование предприятий (Сушильные установки) [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte//16.pdf
Е.Н. Громова	Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки Ч. 1.: учебное пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. — Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2020	http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1590159117.pdf

Е.Н. Громова	Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки. Ч. 2: учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2021	http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1637417881.pdf
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
С.Н. Смородин, А.Н. Иванов, В.Н. Белоусов	Содорегенерационные котлоагрегаты [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2010	http://www.nizrp.narod.ru/sodoregeneraz.htm
В.Ю. Лакомкин, С.Н. Смородин, Е.Н. Громова	Гидродинамика и теплообмен в газодисперсных потоках [Текст]: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2017	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/21.pdf
В.А. Суслов [и др.]	Тепломассообменное оборудование ТЭС и АЭС [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2015	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/12.pdf

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
 База ГОСТов [Электронный ресурс]. URL: <https://allgosts.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8
 MicrosoftOfficeProfessional 2013

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

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
А-206а	Лабораторные установки для исследования гидродинамики и теплообмена в газодисперсных потоках и при сушке волокнистых материалов