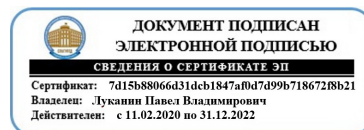


УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.02.01 Теплотехнологическое оборудование промышленных предприятий

Учебный план: ФГОС3++zm130401-1_19-13.plx

Кафедра: **24** Промышленной теплоэнергетики

Направление подготовки:
(специальность) 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Тепломассообменные процессы и установки
(специализация)

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: заочная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
2	УП	6	6	56	4	2	Зачет
	РПД	6	6	56	4	2	
Итого	УП	6	6	56	4	2	
	РПД	6	6	56	4	2	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 146

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Громова Е.Н.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой промышленной теплоэнергетики

Смородин С.Н.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Смородин С.Н.

Методический отдел:

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

ПКп-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
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Основное и вспомогательное теплотехнологическое оборудование промышленных предприятий	2				
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		6	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	10	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.			1	12	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.			1	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	2		6	ИЛ
Тема 6. Печные установки целлюлозно-бумажного производства. Вращающиеся печи для обжига известняка и регенерации извести. Расчет тепло- и массообмена в рабочих камерах печных установок.		1	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.		1	6	ИЛ
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	6	6	56	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25			
Всего контактная работа и СР по дисциплине	12,25		56	

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
ПКп-4.1	Демонстрирует знания основ расчёта промышленных печей, теплообменников, сушильных установок и другого теплотехнического оборудования. Способен выполнить тепловой, гидравлический и аэродинамический расчёты основного теплотехнического оборудования, а также провести технико-экономические и технические расчеты; провести анализ эффективных технико-экономических решений. Демонстрирует владение навыками проектирования теплотехнического оборудования.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

5.1.2 Система и критерии оценивания

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

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
Курс 2	
1	Конструкции основного и вспомогательного теплотехнического оборудования.
2	Основы расчёта котельных агрегатов
3	Основы расчёта теплообменного оборудования
4	Тепловой, конструктивный, гидравлический, аэродинамический расчёты теплообменников
5	Расчёт на прочность теплотехнического оборудования
6	Конвективные установки для сушки ленточных и листовых материалов. Методика расчета
7	Конструкция и расчёт конвективной установки с сопловым обдувом
8	Сушильная установка для сушки мелкокусковых материалов.
9	Пневматические сушильные установки. Конструкция аэрофонтанной сушильной установки.
10	Методика расчёта сушильных установок с кипящим слоем.
11	Барабанные сушильные установки. Тепломассообмен во вращающемся барабане.
12	Конструкции, принцип действия, область применения высоко-, средне- и низкотемпературных промышленных печей
13	Тепловой и материальный балансы промышленных печей
14	Процессы и установки конверсии природного газа
15	Газификация твердого топлива
16	Технологические процессы регенерации сульфатного щелока. Организация топочных процессов в СРК.
17	Методика расчета теплообмена в топке СРК.
18	Тепловой и материальный балансы СРК.
19	Печные установки целлюлозно-бумажного производства. Вращающиеся печи для обжига известняка и регенерации извести.
20	Многоцилиндровые контактно-конвективные сушильные установки (БДМ). Конструкции и режимы работы сушильной части БДМ.
21	Тепломассообмен на сушильных цилиндрах при контактно-конвективной сушке материалов.
22	Методика расчёта теплоты и пара, затрачиваемых на сушку бумаги.

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 $Q_1 = 80 \text{ кВт}$;
теплопоступления с материалом $Q_2 = 20 \text{ кВт}$;
теплопотери с материалом $Q_3 = 60 \text{ кВт}$;
теплопотери с уходящими газами $Q_4 = 30 \text{ кВт}$;
теплопотери в окружающую среду $Q_5 = 10 \text{ кВт}$;

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

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
В течение семестра выполняется контрольная работа

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
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
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
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
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Скаков С. В.	Тепловой баланс электрической нагревательной печи сопротивления	Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ	2015	http://www.iprbookshop.ru/55661.html

В.Ю. Лакомкин, С.Н. Смородин, Е.Н. Громова	Гидродинамика и тепломассообмен 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
Теляков Э. Ш., Закиров М. А., Вилохин С. А.	Технологические печи химических, нефтехимических и нефтегазоперерабатывающих производств	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2008	http://www.iprbookshop.ru/63490.html

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 тепломассообмена в газодисперсных потоках и при сушке волокнистых материалов