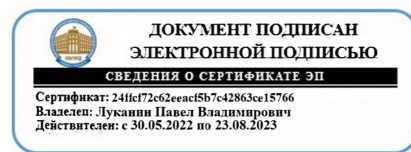


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.02.01 Теплотехнологическое оборудование промышленных предприятий

Учебный план: _____ ФГОС3++zm130401.24-123_23-13.plx

Кафедра: 24 Промышленной теплоэнергетики

Направление подготовки:
(специальность) 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:
(специализация) Тепломассообменные процессы и установки

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: заочная

План учебного процесса

| Семестр (курс для ЗАО) | | Контактная работа обучающихся | | Сам. работа | Контроль, час. | Трудоё мкость, 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, 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

Смородин С.Н.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Смородин 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 |
|--|------------------------------|----------------------|---------------|--------------|------------------------------|
| | | 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 |
|-----------------|---|----------------------------------|
| ПК-4.1 | Имеет представление о конструкциях и схемах подключения | Вопросы для устного |

| | | |
|--|---|---|
| | теплообменного оборудования; природе тепломассообменных процессов, протекающих внутри соответствующих установок; методиках конструктивного и поверочного расчетов; эксплуатационных и технико-экономических характеристиках. Способен оценивать техническое состояние оборудования, прогнозировать надежность его работы; формулировать задания на разработку проектных решений, проводить варианты технико-экономических и технических расчетов; проводить анализ эффективных технико-экономических решений. Демонстрирует навыки проведения расчетов, методиками испытаний, правилами технической эксплуатации и экологической безопасности | 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 | 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 | Тепломассообмен на сушильных цилиндрах при контактно-конвективной сушке материалов. |
| 6 | Методика расчёта теплоты и пара, затрачиваемых на сушку бумаги. |
| 7 | Конструкции основного и вспомогательного теплотехнического оборудования. |
| 8 | Основы расчёта котельных агрегатов |
| 9 | Основы расчёта теплообменного оборудования |
| 10 | Тепловой, конструктивный, гидравлический, аэродинамический расчёты теплообменников |
| 11 | Расчёт на прочность теплотехнического оборудования |
| 12 | Конвективные установки для сушки ленточных и листовых материалов. Методика расчета |
| 13 | Конструкция и расчёт конвективной установки с сопловым обдувом |
| 14 | Сушильная установка для сушки мелкокусковых материалов. |
| 15 | Пневматические сушильные установки. Конструкция аэрофонтанной сушильной установки. |
| 16 | Методика расчёта сушильных установок с кипящим слоем. |
| 17 | Барабанные сушильные установки. Тепломассообмен 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 | $Q_1 = 80 \text{ кВт};$ |
| теплопоступления с материалом | $Q_2 = 20 \text{ кВт};$ |
| теплотери с материалом | $Q_3 = 60 \text{ кВт};$ |
| теплотери с уходящими газами | $Q_4 = 30 \text{ кВт};$ |
| теплотери 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 |
| 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 |
| 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 |

| | | | | |
|--|--|--|------|---|
| Е.Н. Громова | Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки Ч. 1.: учебное пособие | М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петерб. 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 |
| 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 |
| 6.1.2 Дополнительная учебная литература | | | | |
| 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 |