

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.10 Моделирование высокотемпературных процессов и установок

Учебный план: _____ ФГОС3++b130301Ц-1_22-14.plx

Кафедра: Промышленной теплоэнергетики

Направление подготовки:
(специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Цифровые энергосистемы и комплексы
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

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				
6	УП	24	12	35,75	0,25	Зачет
	РПД	24	12	35,75	0,25	
Итого	УП	24	12	35,75	0,25	
	РПД	24	12	35,75	0,25	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 143

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: подготовить выпускников, способных участвовать в проектировании и эксплуатации печных установок, содорегенерационных котельных агрегатов, другого высокотемпературного теплотехнологического оборудования

1.2 Задачи дисциплины:

научить методикам расчетов и основам моделирования высокотемпературных теплотехнологических установок с определением расходов топлива, потерь теплоты в окружающую среду, а также способам экономии топливно-энергетических ресурсов

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Теплотехнологические процессы в целлюлозно-бумажном производстве

Тепломассообмен

Математика

Тепломассообменное оборудование теплоэнергетических предприятий

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-5.2: Способен выполнять специальные расчеты теплотехнологических процессов по типовым методикам
Знать: классификацию высокотемпературных теплотехнологических процессов, реакторов и источников энергии; конструктивные и тепловые схемы и элементы высокотемпературных теплотехнологических установок; особенности и показатели работы высокотемпературных установок, применяемых в промышленности; материальные, тепловые и энергетические балансы высокотемпературных теплотехнологических установок; закономерности тепло-массообмена; типовые методики расчета высокотемпературных установок промышленных предприятий
Уметь: составлять материальные, тепловые балансы технологических процессов; выполнять расчеты процессов горения топлива, конструктивные и поверочные расчеты высокотемпературных установок; рассчитывать энергетический КПД высокотемпературных установок; выполнять гидравлические и аэродинамические расчеты высокотемпературных установок.
Владеть: методами моделирования процессов и типового расчета высокотемпературных установок промышленных предприятий
ПК-6.2: Готовность к выполнению работ по организационному и техническому обеспечению полного цикла или отдельных стадий эксплуатации теплотехнологического оборудования различных производств
Знать: классификацию высокотемпературных теплотехнологических процессов, реакторов и источников энергии; конструктивные и тепловые схемы и элементы высокотемпературных теплотехнологических установок; особенности эксплуатации и показатели работы высокотемпературных установок, применяемых в промышленности; пути повышения эффективности использования топлива, регенерации тепловых отходов и использования вторичных энергоресурсов в высокотемпературных теплотехнологических установках.
Уметь: осуществлять сбор, обработку и систематизацию технологической информации по высокотемпературным теплотехнологическим установкам; анализировать параметры работы высокотемпературных установок; осуществлять контроль и анализ режимов работы высокотемпературных установок
Владеть: навыками разработки мероприятий по повышению энергетической эффективности работы высокотемпературных установок

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. Генерация теплоты высокотемпературных установок	6					ДЗ,О
Тема 1. Назначение высокотемпературной технологической обработки материалов. Области применения высокотемпературных процессов и установок. Физико-химические и теплообменные процессы в высокотемпературных установках. Общие диалектические закономерности при анализе сложных взаимосвязанных процессов. Интенсификация теплообменных процессов и полнота завершения физико-химических превращений в нагреваемых материалах. Их противоречивость. Роль отечественных ученых в развитии теории высокотемпературных процессов.		2		2,75	ИЛ	
Тема 2. Классификация высокотемпературных установок по различным признакам. Виды энергоносителей для достижения высокой температуры. Энергоемкость высокотемпературных установок. Способы снижения теплоты и энергии теплотехнических процессов. Регенерация теплоты отработавших продуктов сгорания. Способы повышения эффективности использования теплоты в печных установках.		2		2	ИЛ	
Раздел 2. Процессы горения. Топочные устройства						
Тема 3. Характеристики природных топлив и промышленных горючих продуктов. Основные виды и состав топлива. Определение теплоты сгорания топлива и горючих веществ. Влияние балласта на способы и эффективность использования топлива для получения тепловой энергии. Кинетические характеристики природного топлива.		2		4	ИЛ	ДЗ,З,О

<p>Тема 4. Оптимизация топочных процессов. Кинетика реакций в процессах горения топлива. Математическое моделирование процесса теплообмена в процессах воспламенения и горения горючих смесей.</p> <p>Влияние температуры и избытка воздуха на конечный состав продуктов сгорания в топочных процессах</p>	2	2	4		
<p>Тема 5. Основные виды топочных устройств. Аэродинамические схемы топок. Слоевые топки. Прямоточные камерные топки. Вихревые и циклонные топки. Топки с кипящим слоем. Способы золо- и шлакоудаления. Сжигание вторичных горючих продуктов целлюлозно-бумажного и деревообрабатывающего производства. Подготовка и сжигание древесной коры и отходов. Подготовка и сжигание лигнина - побочного продукта гидролизного производства. Сжигание биологического ила.</p>	2	2	6		
<p>Раздел 3. Термическая переработка твердого топлива</p>					
<p>Тема 6. Газогенераторные процессы. Кинетика процессов газификации твердого топлива. Получение генераторного газа. Слоевые генераторы. Интенсификация процессов газификации методом повышения давления и обогащения дутьевого воздуха кислородом. Методика расчета процессов газификации твердого топлива. Конструкции газогенераторов. Очистка генераторного газа. Схемы газогенераторных станций.</p>	2	2	5	ИЛ	ДЗ,О
<p>Тема 7. Коксовый процесс. Термические процессы коксования. Коксогазовые печи. Полукоксование. Энерготехнологическое использование твердого топлива. Гидрогенезация. Сухая перегонка. Низкотемпературный и высокотемпературный пиролиз</p>	2	2	4		
<p>Раздел 4. Промышленные печи</p>					ДЗ,З

Тема 8. Назначение и конструкции промышленных печей. Классификация печей по теплотехнологическим признакам и конструктивному исполнению. Нагревательные печи камерного типа. Туннельные печи. Вращающиеся печи. Печные установки целлюлозно-бумажного производства. Вращающиеся печи для обжига известняка и регенерации извести. Печи для сжигания серы. Печи с кипящим слоем. Моделирование и оптимизация теплообмена в туннельных печах и во вращающихся печах для обжига кусковых материалов	6	2	6	ИЛ	
Тема 9. Моделирование процессов теплообмена в рабочем пространстве высокотемпературных рабочих камер. Особенности организации топочных процессов в промышленных печах. Аэродинамика и теплообмен в печных установках. Нагрев и обжиг материала. Электрические нагревательные печи. Методика расчета промышленных печей.	4	2	2		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	24	12	35,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине	36,25		35,75		

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-5.2	Ориентируется в классификации высокотемпературных теплотехнологических процессов; конструктивных и тепловых схемах и элементах высокотемпературных теплотехнологических установок; особенностях и показателях работы высокотемпературных установок, применяемых в промышленности; материальных, тепловых и энергетических балансах высокотемпературных теплотехнологических установок; закономерностях теплообмена; типовых методиках расчета высокотемпературных установок промышленных предприятий. Способен составлять материальные, тепловые балансы технологических процессов; выполнять расчеты процессов горения топлива, конструктивные и поверочные расчеты высокотемпературных установок; рассчитывать энергетический КПД высокотемпературных установок; выполнять гидравлические и аэродинамические расчеты высокотемпературных установок. Демонстрирует владение навыками моделирования процессов и типовых расчетов высокотемпературных установок промышленных предприятий	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания
ПК-6.2	Ориентируется в особенностях эксплуатации и показателях работы	Вопросы устного

	<p>высокотемпературных установок, применяемых в промышленности</p> <p>Способен определять пути повышения эффективности использования топлива, регенерации тепловых отходов и использования вторичных энергоресурсов в высокотемпературных теплотехнологических установках.</p> <p>Способен осуществлять сбор, обработку и систематизацию технологической информации по высокотемпературным теплотехнологическим установкам; анализировать параметры работы высокотемпературных установок; осуществлять контроль и анализ режимов работы высокотемпературных установок</p> <p>Демонстрирует практические навыки в разработке мероприятий по повышению энергетической эффективности работы высокотемпературных установок</p>	<p>собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p>
--	--	--

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический подход к материалу.	Выполненное задание полностью соответствует всем предъявляемым требованиям. Оригинальный подход к решению поставленной задачи.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины, плохо ориентируется в основных понятиях и определениях, плохо знаком с основной литературой, допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления

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 6	
1	Слоевые генераторы. Интенсификация процессов газификации методом повышения давления и обогащения дутьевого воздуха кислородом.
2	Полукоксование. Гидрогенезация. Сухая перегонка
3	Нагревательные печи камерного типа. Туннельные печи. Вращающиеся печи.
4	Аэродинамика и теплообмен в печных установках. Нагрев и обжиг материала.
5	Энергоемкость высокотемпературных установок. Способы снижения теплоты и энергии теплотехнических процессов.
6	Регенерация теплоты отработавших продуктов сгорания. Способы повышения эффективности использования теплоты в печных установках.
7	Влияние избытка воздуха на экономичность процесса горения. Определение оптимальных удельных расходов воздуха.
8	Методика расчета процессов газификации твердого топлива. Конструкции газогенераторов. Очистка генераторного газа. Схемы газогенераторных станций.
9	Слоевые топki. Прямоточные камерные топki. Вихревые и циклонные топki. Топki с кипящим слоем.
10	Печные установки целлюлозно-бумажного производства. Вращающиеся печи для обжига известняка и регенерации извести.
11	Конструкции промышленных печей. Печи для сжигания серы. Печи с кипящим слоем.
12	Интенсификация теплообменных процессов и полнота завершения физико-химических превращений в нагреваемых материалах.
13	Энерготехнологическое использование твердого топлива. Гидрогенезация и пиролиз.
14	Электрические нагревательные печи. Методика расчета промышленных печей.
15	Назначение высокотемпературной технологической обработки материалов. Области применения высокотемпературных процессов и установок.
16	Основные виды и состав топлива. Определение теплоты сгорания топлива и горючих веществ.
17	Тепловой баланс топki. Устойчивость топочного процесса. Контроль топочного процесса.
18	Кинетика процессов газификации твердого топлива. Получение генераторного газа.

19	Термические процессы коксования. Коксогазовые печи.
20	Классификация печей по теплотехнологическим признакам и конструктивному исполнению.
21	Особенности организации топочных процессов в промышленных печах.
22	Котлы-утилизаторы. Утилизация теплоты уходящих газов промышленных печей.
23	Классификация высокотемпературных установок по различным признакам. Виды энергоносителей для достижения высокой температуры.
24	Способы подготовки и сжигания вторичных топливных ресурсов.
25	Кинетика реакций в процессах горения топлива
26	Тепломассообмен в процессах воспламенения и горения горючих смесей
27	Влияние температуры на конечный состав продуктов сгорания в топочных процессах
28	Влияние коэффициента избытка воздуха на конечный состав продуктов сгорания в топочных процессах
29	Теплообмен в рабочем пространстве высокотемпературных рабочих камерах
30	Тепломассообмен в туннельных печах
31	Теплообмен во вращающихся печах для обжига кусковых материалов

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Определить потери теплоты через двухслойную футеровку нагревательной печи, если известны площадь поверхности футеровки 100 м²; температура газов в печи 1300°С; материал огнеупорного слоя – шамот; материал теплоизоляционного слоя – диатом; коэффициент теплоотдачи от газов к внутренней поверхности футеровки 300 Вт/(м²·К).

2. Составить тепловой баланс, определить расход топлива и КПД камерной нагревательной печи. Масса металла в печи 30 т. Время нагрева 10 ч. Масса металла в печи 30 т. Время нагрева 10 ч. Масса футеровки 40 т. Увеличение средней температуры футеровки (по толщине) за цикл нагрева составляет 100°С. Потери теплоты футеровкой теплопроводностью и излучением принять 5% от химической теплоты топлива.

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 решение задачи отводится 25 минут

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
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.-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
--------------	--	---	------	---

6.1.2 Дополнительная учебная литература

А.П. Бельский, В.Ю. Лакомкин, С.Н. Смородин	Энергосбережение в теплотехнологиях [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2012	http://www.nizrp.narod.ru/energosebereg13.htm
С.Н. Смородин, В.Н. Белоусов, В.Ю. Лакомкин	Методы энергосбережения в энергетических, технологических установках и строительстве [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2014	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/10.pdf
В.Г. Казаков, П.В. Луканин, О.С. Смирнова	Экспериментальные методы оценки эффективности теплотехнологических установок [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2013	http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/2.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

MicrosoftOfficeProfessional 2013

MicrosoftWindows 8

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