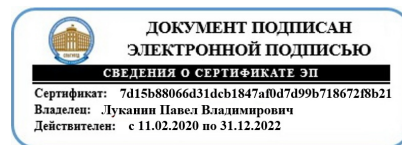


УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.ДВ.01.01 Теплотехнологические процессы в целлюлозно-бумажном производстве

Учебный план: ФГОС3++b130301-1_19-14.plx

Кафедра: **24** Промышленной теплоэнергетики

Направление подготовки:
(специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергетика теплотехнологий
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
5	УП	17	17	37,75	0,25	2	Зачет
	РПД	17	17	37,75	0,25	2	
Итого	УП	17	17	37,75	0,25	2	
	РПД	17	17	37,75	0,25	2	

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

Составитель (и):

Доктор технических наук, профессор

Казаков В.Г.

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: - ознакомить обучающихся с основными проблемами в развитии теплотехники ЦБП;

- расширить представление о процессах и установках теплотехнологического назначения на основе имеющегося отечественного и зарубежного теоретического и практического опыта;
- ознакомить обучающихся с методиками расчёта теплотехнологических установок.

1.2 Задачи дисциплины:

- Изучить особенности развития теплотехнологий в ЦБП.
- Изучить особенности процессов теплотехнологического назначения на основе имеющегося отечественного и зарубежного теоретического и практического опыта;
- Рассмотреть принципы методик расчёта теплоотехнологических установок.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Тепломассообмен

Тепломассообменное оборудование теплоэнергетических предприятий

Теплотехнологические комплексы и безотходные системы

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПКп-6.2: Готовность к выполнению работ по организационному и техническому обеспечению полного цикла или отдельных стадий эксплуатации теплотехнологического оборудования различных производств

Знать: теоретические основы технологических процессов производства целлюлозы, бумаги, картона; особенности эксплуатации и режимов работы теплотехнологического оборудования ЦБП

Уметь: оценивать состояние работы технологического оборудования; обосновывать выбор технологического оборудования целлюлозно-бумажного производства для конкретного процесса; работать с каталогами оборудования ЦБП

Владеть: навыками разработки мероприятий по повышению энергетической эффективности работы теплотехнологического оборудования

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. Основы технологии производства целлюлозы и бумаги	5					О
Тема 1. Технологическая схема производства сульфатной целлюлозы. Принципиальная технологическая схема производства бумаги. Технология получения, аппаратное оформление процесса		2	1	7,75	ИЛ	
Тема 2. Основные потребители тепловой и электрической энергии. Варка технологической щепы, регенерация щелочей, выпаривание, декарбонизация известняка, сушка бумаги,		3	1	6	ИЛ	
Раздел 2. Термодинамический анализ технологии теплоты в процессе производства целлюлозы и бумаги						3,0

Тема 3. Основные понятия эксергетического метода анализа. Технология теплоты, математическое выражение эксергии, среднетермодинамическая температура. Эксергетический КПД и эксергетические потери.		4	4	6	ИЛ	
Тема 4. Эксергетический анализ процесса производства сульфатной целлюлозы. Распределение энергозатрат, сушка бумаги, регенерация теплоты паровоздушных потоков. Эксергетический анализ процесса сушильной части производства бумаги		2	4	8	ИЛ	
Тема 5. Основные направления по повышению энергоэффективности в ЦБП. Процессы в СРК, выпаривания, декарбонизации, варке технологической щепы.		2	4	4	ИЛ	
Раздел 3. Новые технологии теплоты в процессах производства целлюлозы и бумаги						
Тема 6. Газификация и гидропиролиз черного щелока в процессе производства целлюлозы. Основы технологии и аппаратного оформления. Преимущества и недостатки процессов, риски при освоении.		2	2	2	ИЛ	0,3
Тема 7. Углекислотный способ в процессе тепловой переработки черного щелока. Кислотно – щелочной способ тепловой переработки черного щелока. Основы технологии и аппаратного оформления. Преимущества и недостатки процессов, риски при освоении.		2	1	4	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
ПКп-6.2	Демонстрирует знания основных фундаментальных законов термодинамики и теплопередачи применительно к основным теплоиспользующим процессам регенерации щелоков: выпаривание черного щелока, сжигание черного щелока в СРК, декарбонизации известняка. Способен выполнить термодинамический анализ технологического процесса регенерации черных щелоков для чего: рассчитать эксергетический КПД сложного технологического процесса и входящих в него теплоиспользующих элементов с установлением связи между ними. Обладает навыками расчета эксергетических характеристик теплоиспользующих процессов с целью синтеза тепловой схемы с высокой степенью термодинамического совершенства технологического процесса регенерации щелоков и	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

	бумагоделательных машин.	
--	--------------------------	--

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, 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 5	
1	Принципиальная технологическая схема получения сульфатной целлюлозы
2	Принципиальная аппаратурно – технологическая схема получения сульфатной целлюлозы
3	Аппаратурно – технологическая схема теплорекуперационной установки
4	Варка технологической щепы
5	Процесс сжигания раствора в ЦБП
6	Выпаривание черного щелока
7	Процесс декарбонизации известняка
8	Основные потребители энергии в производстве бумаги
9	Основы технологии переработки черного щелока
10	Технологическая схема переработки черного щелока
11	Тепловая обработка черного щелока в СРК
12	Классификация бумагоделательных машин. Контроль производства бумаги
13	Контроль производства бумаги
14	Факторы сульфатной варки – температура, начальная концентрация и расход активной щелочи
15	Режимы сульфатной варки
16	Эксергия теплового потока. Определение
17	Математическое выражение для эксергии теплового потока
18	Эксергетические потери и их математическое выражение
19	Эксергетический КПД теплообменного аппарата
20	Эксергетический КПД сложной термодинамической системы
21	Анализ эксергетических коэффициентов полезного действия функциональных групп сушильной части БДМ
22	Основные направления повышения степени термодинамического совершенства технологического процесса сушильной части БДМ
23	Практическая модернизация сушильной части БДМ
24	Кислотно – щелочной метод тепловой переработки черного щелока
25	Углекислотный способ процесса тепловой переработки черного щелока
26	Гидропиролиз черного щелока
27	Низкотемпературная газификация черного щелока
28	Высокотемпературная (прямая) газификация черного щелока

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Процесс в водоотделителе 3-ей ступени сушильной части БДМ

Исходные данные:

Расходы

- пароконденсатной смеси на входе в водоотделитель: 8480 кг час;

- конденсата на выходе из водоотделителя: 8338 кг/час;

- сухого насыщенного пара : 142 кг/час.

Температуры

- пароконденсатной смеси на входе в водоотделитель: 404 К;

- пара на выходе из водоотделителя 395 К;

- окружающая среда: 300 К.

Энтальпия пара на выходе из водоотделителя: 2758 кДж/кг.

Вычислить эксергетический КПД водоотделителя, эксергетические потери и оценить термодинамическое совершенство процесса.

2. Энерготехнологическая установка выпаривания черного щелока с использованием в качестве источника теплоты уходящие газы СРК

Концентрация сухих веществ в щелоке: 60%.

Количество образующихся газов : 6 кг/кг сухого остатка.

Коэффициент избытка воздуха за электрофильтром: 1,5.

Начальное влагосодержание: 74г/кг.

Температура уходящих газов с СРК: 230 0С.

Содержание сухого остатка на т целлюлозы: 1250 кг.

Количество греющего пара на тонну целлюлозы с учетом расхода пара на стрипинг и пара среднего давления: 2,4 т./т. целлюлозы

Вычислить производительность выпарной газо-растворной установки по выпаренной воде.

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 решение практико-ориентированного задания и подготовку устного ответа 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				
В.Г. Казаков, П.В. Луканин, О.С. Смирнова	Эксергетические 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
В.Г. Казаков, П.В. Луканин, О.С. Смирнова	Термодинамические методы анализа в энергоиспользующих процессах [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2011	http://www.nizrp.narod.ru/thermodynammethod.htm
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
О.Б. Григорай [и др.]	Газификация черного щелока сульфатного производства [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2011	http://nizrp.narod.ru/gazifikaciya.htm

Н.П. Мидуков, В.С. Куров, А.О. Никифоров	Массообменные процессы в целлюлозно-бумажной промышленности [Текст] : учеб.пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2015	http://nizrp.narod.ru/metod/kafpriapxt/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

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