

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.04

Сушильные установки и моделирование процессов сушки

Учебный план: _____ ФГОС3++b130301Ц-4_26-14.plx

Кафедра: 24 Промышленной теплоэнергетики

Направление подготовки:
(специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:
(специализация) Цифровые энергосистемы и комплексы

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	Лаб. занятия				
7	УП	34	17	17	40	36	4	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	34	17	17	40	36	4	
Итого	УП	34	17	17	40	36	4	
	РПД	34	17	17	40	36	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки России 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

Громова Е.Н.

Методический отдел:

Фахретдинова А. Р.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: подготовка выпускников для проектирования и эксплуатации разнообразных промышленных сушильных установок, способных осуществлять их непрерывное усовершенствование на основе современной теории и принципов автоматического управления

1.2 Задачи дисциплины:

освоение конструктивных особенностей тепломассообменных (сушильных) установок, овладение теорией и современными инженерными методами расчета процессов сушки и тепломассообменных (сушильных) установок при их проектировании или модернизации

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1.2: Способен к разработке схем размещения теплотехнического оборудования различных производств
Знать: схемы размещения сушильных установок, их назначение; конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики, физическую сущность тепловых и массообменных процессов в теплотехническом оборудовании.
Уметь: читать тепловые и принципиальные схемы; осуществлять проведение технических и технико-экономических расчетов; анализировать информацию о достижениях отечественной и зарубежной науки и техники, технические данные, показатели и результаты работы, обобщать и систематизировать их, используя современные технические средства и информационные технологии.
Владеть: правилами технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности.
ПК-6.2: Готовность к выполнению работ по организационному и техническому обеспечению полного цикла или отдельных стадий эксплуатации теплотехнологического оборудования различных производств
Знать: схемы размещения сушильных установок, их назначение; конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики, физическую сущность тепловых и массообменных процессов в теплотехническом оборудовании; методы контроля технического состояния и режимов работы сушильных установок.
Уметь: анализировать информацию о достижениях отечественной и зарубежной науки и техники, технические данные, показатели и результаты работы, обобщать и систематизировать их, используя современные технические средства и информационные технологии; анализировать параметры работы технологических объектов.
Владеть: расчетов сушильных установок с определением расходов теплоты, пара, потерь теплоты в окружающую среду и определением габаритов установок
ПК-7.2: Способен участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок теплотехнологических объектов и их элементов по стандартным методикам
Знать: передовой отечественный и мировой опыт в области использования тепловой энергии основные принципы, обеспечивающие энергосбережение и экологическую безопасность производства; вопросы интенсификации тепломассообмена в процессах сушки; физическую сущность тепловых и массообменных процессов в теплотехническом оборудовании.
Уметь: анализировать информацию о достижениях отечественной и зарубежной науки и техники, технические данные, показатели и результаты работы, обобщать и систематизировать их, используя современные технические средства и информационные технологии; анализировать параметры работы технологических объектов.
Владеть: методикой предварительных технико-экономических расчетов обоснований проектных разработок теплотехнологических объектов.

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Термодинамический анализ процессов сушки	7					О,Т,3
Тема 1. Классификация сушильных установок. Назначение и применение процессов сушки. Роль процессов сушки в различных отраслях промышленности. Изменение физических свойств материалов в процессе сушки. Классификация сушильных установок по способу подвода теплоты. Организация процесса сушки различных материалов и выбор типа сушильной установки. Физические свойства влажного воздуха. Насыщенный и перегретый пар. Связь между параметрами влажного воздуха		2	1		2	
Тема 2. Термодинамический анализ процессов сушки в теоретических сушильных установках. I-d диаграмма влажного воздуха. Построение процессов на I-d диаграмме. Схема установки с разомкнутым циклом. Особенности этой схемы при неадиабатическом процессе. Схема установки с комбинированным и ступенчатым нагревом воздуха. Схема с рециркуляцией воздуха. Тепловой баланс камеры смешения.		4	1		4	
Тема 3. Тепловой баланс теоретической и действительной сушильных установок. Определение углового коэффициента для реального процесса. Повышение эффективности использования теплоты в сушильных установках за счёт применения теплоуловителей.		4	2		6	
Раздел 2. Кинетика сушки влажных материалов						Т,О,3
Тема 4. Классификация форм связи влаги с материалом. Классификация влажных материалов. Различные виды связи влаги с материалом. Определение влажности твёрдых тел. Изотермы сорбции и десорбции. Гигроскопическое и равновесное состояние капиллярно-пористых тел. Капиллярное всасывание.		2	2		2	

Тема 5. Кривые кинетики сушки при постоянных параметрах источника теплоты. Отдельные стадии процесса: прогрев, период постоянной скорости сушки, период падающей скорости сушки. Аналитическое описание процесса сушки, термограммы материала. Лабораторная работа №1. Исследование кривой насыщения водяного пара		2	2	3	4	
Тема 6. Тепломассоперенос и тепломассообмен в процессах сушки. Внутренняя влажпроводность в процессах сушки. Определение полей влагосодержания и температуры в сечении материала. Дифференциальное уравнение нестационарной влажпроводности. Физическая сущность тепломассообмена в процессах сушки. Молекулярный и молярный перенос. Аналогия процессов теплообмена и массообмена. Критериальные уравнения. Лабораторная работа №2 Определение теплоты парообразования		2	2	2	6	
Раздел 3. Сушильные установки различного назначения						
Тема 7. Сушка влажных материалов топочными газами. Топки для сушильных установок. Использование дымовых газов в качестве сушильного агента. Расчёт параметров дымовых газов на входе в сушилку. Анализ процесса сушки в установке, использующей смесь воздуха и продуктов сгорания. Сушильная установка с рециркуляцией дымовых газов. Особенности конструкции топок для сушильных установок. Лабораторная работа №3 Испытание цилиндрической сушилки с взвешенным слоем сыпучего материала		4	1	4	2	
Тема 8. 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. Лабораторная работа №4 Изучение гидродинамики взвешенного слоя		2	1	4	2	T,O,РГР,3
Тема 9. Пневматические сушильные установки. Скорость витания и объёмный коэффициент теплообмена. Аэродинамика запылённого потока. Конструкция аэрофонтанной сушильной установки. Порозность и насыпная плотность материала. Методика расчёта сушильных установок с кипящим слоем Лабораторная работа №5 Определение скорости витания и коэффициента формы частиц		2	1	4	2	

Тема 10. Барабанные сушильные установки. Конструкция установок. Тепломассообмен во вращающемся барабане. Вспомогательное оборудование: циклон, дымосос. Выбор тягодутьевого оборудования.		2	1		2	
Тема 11. 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.		2	1		2	
Тема 12. Пароконденсатные системы БДМ. Схемы пароконденсатной системы БДМ. Подвод пара и отвод пароконденсатной смеси от сушильных цилиндров. Термопланки. Конденсатоотводчики. Методика расчёта диаметров паро- и конденсатопроводов, водоотделителя, холодильника, дросселирующей шайбы, вакуум-насоса. Стабилизация теплового и гидравлического режимов сушильных цилиндров.		2	1		2	
Тема 13. Радиационно-конвективные сушильные установки. Теория радиационной сушки влажных материалов. Коэффициенты облучённости и взаимные излучающие поверхности. Конструкции и методика расчёта радиационно-конвективных сушильных установок для сушки ленточных и дисперсных материалов.		2	1		2	
Тема 14. Моделирование процесса тепломассообмена на сушильных цилиндрах при контактно-конвективной сушке бумажного полотна. Построение полей влажности и температуры в сечении материала. Решение уравнения нестационарной теплопроводности методом конечных разностей. Моделирование тепломассообменных процессов в радиационно-конвективных сушильных установках непрерывного действия		2			2	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	17	17	40	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)		2,5			33,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине		70,5			73,5	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Научиться:

- составлять материальный и тепловой балансы сушильной установки;
- определять параметры сушильного агента;
- выполнять конструктивный расчет трубы-сушиллки;
- выбирать необходимое вспомогательное оборудование;

Задачи:

овладеть навыками расчета сушильных установок различного назначения

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): Расчет пневматической сушильной установки (по индивидуальному заданию)

Расчет барабанной сушильной установки (по индивидуальному заданию)

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Работа выполняется индивидуально с использованием методических указаний по курсовому проектированию:

Лакомкин В.Ю., Смородин С.Н. Расчет и проектирование пневматической сушильной установки: учебно-методическое пособие для выполнения курсового проекта/ СПбГТУРП. - СПб., 2013

Лакомкин, В.Ю. Расчет и проектирование барабанной сушильной установки: учебно-методическое пособие для выполнения курсового проекта/ В.Ю. Лакомкин, С.Н. Смородин; М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП, 2012, основной и дополнительной учебной литературы.

Расчётно-пояснительная записка содержит следующие разделы:

- назначение и конструкция установки;
- тепломассообменные расчёты;
- аэродинамические расчёты;
- расчёт и выбор вспомогательного оборудования;

В процессе выполнения курсовой работы студенты закрепляют знания и приобретают навыки самостоятельной инженерной работы. Объём заданий (25-30 страниц текста); графическая часть (объём 1 лист формата А1) содержит схемы, чертежи общего вида установки, наиболее важные узлы и детали.

5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

6.1 Показатели оценивания

ОБУЧЕНИЯ

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-1.2	Иметь представление о схемах размещения сушильных установок, их назначении; конструктивных особенностях и эксплуатационных характеристиках, физической сущности тепловых и массообменных процессов в теплотехническом оборудовании. Способен читать тепловые и принципиальные схемы; осуществлять проведение технических и технико-экономических расчетов; анализировать информацию о достижениях отечественной и зарубежной науки и техники, технические данные, показатели и результаты работы, обобщать и систематизировать их, используя современные технические средства и информационные технологии. Демонстрирует навыки технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности.
ПК-6.2	Имеет представление о схемах размещения сушильных установок, их назначении; конструктивных особенностях и эксплуатационных характеристиках, физической сущности тепловых и массообменных процессов в теплотехническом оборудовании; методах контроля технического состояния и режимов работы сушильных установок.. Способен анализировать информацию о достижениях отечественной и зарубежной науки и техники, технические данные, показатели и результаты работы, обобщать и систематизировать их, используя современные технические средства и информационные технологии; анализировать параметры работы технологических объектов. Демонстрирует навыки расчетов сушильных установок с определением расходов теплоты, пара, потерь теплоты в окружающую среду и определением габаритов установок
ПК-7.2	Имеет представление о передовом отечественном и мировом опыте в области использования тепловой энергии, основных принципах, обеспечивающих энергосбережение и экологическую безопасность производства; вопросах интенсификации тепломассообмена в процессах сушки; физической сущности тепловых и массообменных процессов в теплотехническом оборудовании. Способен анализировать информацию о достижениях отечественной и

	зарубежной науки и техники, технические данные, показатели и результаты работы, обобщать и систематизировать их, используя современные технические средства и информационные технологии; анализировать параметры работы технологических объектов. Демонстрирует навыки предварительных технико-экономических расчетов обоснований проектных разработок теплотехнологических объектов.
--	--

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, демонстрирующий глубокое понимание предмета. Умение применять теоретические знания для решения практических задач	Качество исполнения всех элементов задания полностью соответствующее всем предъявляемым требованиям. Критическое и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками
4 (хорошо)	Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.	Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки или отступления от правил оформления работы.
3 (удовлетворительно)	Ответ неполный. При понимании сущности предмета в целом присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов.	Задание выполнено полностью, но с многочисленными существенными ошибками. При этом нарушены правила оформления или сроки представления работы.
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки).	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы.

6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

6.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 7	
1	Ленточные установки для сушки кусковых и зернистых материалов. Расход теплоты на испарение влаги. Расчет длины слоя материала.
2	Тепловой баланс теоретической сушильной установки. Приходные и расходные статьи теоретической установки.
3	Пневматические сушильные установки. Скорость витания. Уравнение теплового баланса.
4	Тепломассообмен при сушке влажных материалов. Уравнения Ньютона-Рихмана и Дальтона. Критериальные зависимости для определения коэффициентов тепло- и массообмена при сушке.
5	Выражение влажности твердых материалов. Связь между относительной влажностью, влагосодержанием, абсолютной влажностью и сухостью.
6	Повышение эффективности использования теплоты в сушильных установках. Изображение процессов на I-d диаграмме. КПД сушильных установок.
7	Барабанные сушильные установки. Удельный расход теплоты на сушку влажного материала. Уравнение теплового баланса.
8	Свойства топочных газов как сушильного агента. Состав газов. Влагосодержание газов.
9	Барабанные сушильные установки. Уравнение теплообмена. Определение диаметра и длины барабана.
10	Схемы и расчет сушильных установок, использующих продукты сгорания. Уравнение теплового баланса. Коэффициент избытка воздуха. Процессы изменения состояния газозооушной смеси на I-d диаграмме.

11	Многоцилиндровые контактно-конвективные сушильные установки. Теплообмен на сушильных цилиндрах. Активный тепловой поток.
12	Схемы сушильных установок, использующих продукты сгорания. Расход топочных газов. Расход теплоты на испарение влаги. Часовой расход топлива на сушку.
13	Тепломассоперенос при контактной сушке бумажного полотна. Плотность массового и теплового потоков при низкотемпературном и высокотемпературном режимах сушки.
14	Классификация форм связи влаги с материалом. Высота поднятия жидкости в капиллярах.
15	Кинетика контактно-конвективной сушки бумаги на многоцилиндровых установках. Расчет температуры бумажного полотна на сушильных цилиндрах и участках свободного хода.
16	Изотермы сорбции и десорбции. Физическая основа. Определение форм связи с материалом по изотермам сорбции и десорбции.
17	Выражение влажности твердых материалов. Связь между относительной влажностью, влагосодержанием, абсолютной влажностью и сухостью. Расчет расхода испарившейся влаги.
18	Тепломассоперенос во влажных материалах. Градиенты влагосодержания, температуры и давления. Направления перемещения теплоты и влаги в материале. Распределения влаги и температуры в сечении материала.
19	Расчет расхода теплоты и пара для многоцилиндровых сушильных установок в период прогрева, в периоды постоянной и уменьшающейся скорости сушки.
20	Тепломассоперенос во влажных материалах. Помещение влаги при низкотемпературном и высокотемпературном режимах сушки. Молекулярный и молярный тепловлагоперенос. Уравнения нестационарной теплопроводности и влагопроводности.
21	Схемы пароснабжения сушильной части бумагоделательных машин. Параллельная схема. Схема пароснабжения с последовательным перепуском пара по группам. Расчет расхода вторичного пара.
22	Способы удаления конденсата из сушильных цилиндров: ковшом, неподвижным и вращающимися сифонами.
23	Тепломассообмен при сушке влажных материалов. Потенциалы переноса теплоты и влаги. Уравнения теплового и массового потоков.
24	Тепломассообмен при сушке влажных материалов. Определение коэффициентов теплоотдачи и массоотдачи. Критерии и критериальные уравнения для определения коэффициентов теплоотдачи и массоотдачи.
25	Кинетика процессов сушки влажных материалов. Периоды сушки. Характерные признаки периодов сушки. Скорость сушки влажных материалов.
26	Радиационно-конвективные сушильные установки. Теория радиационной сушки влажных материалов. Тепловой поток. Поглощение тепловой энергии. Расчет количества испарившейся влаги.
27	Процессы изменения состояния воздуха в сушильных установках: нагрев и охлаждение воздуха, адиабатическое испарение влаги, одновременное охлаждение и осушение воздуха, одновременное нагревание и увлажнение воздуха. Угловой коэффициент для этих процессов.
28	Кинетика процессов сушки влажных материалов. Расчет длительности периодов прогрева, периода постоянной и уменьшающейся скорости сушки.
29	Процесс смешения потоков воздуха с различными параметрами. Кратность смешения потоков воздуха. Уравнение теплового баланса камеры смешения.
30	Классификация сушильных установок. Виды теплообмена в сушильных установках. Основные расчетные уравнения теплообмена. Расчет испарившейся влаги.
31	Схема теоретической сушильной установки с разомкнутым циклом. Изображение процессов на I-d диаграмме. Расходы воздуха и теплоты для испарения влаги.
32	Камерные сушильные установки. Схема. Уравнение теплового баланса. Удельный расход теплоты на сушку влажных материалов в камерных установках.
33	Схема сушильной установки с комбинированным нагревом воздуха. Процесс на I-d диаграмме. Расходы воздуха и теплоты на испарение влаги.
34	Конвективные установки непрерывного действия. Уравнение теплового баланса. Расчет габаритов установки.
35	Схема сушильной установки со ступенчатым нагревом воздуха. Расход воздуха и теплоты. Изображение процесса на I-d диаграмме. Сравнение циклов по расходам теплоты и воздуха.
36	Конвективные установки с сопловым обдувом. Схема установки. Аэродинамика струи. Скорость истечения струи. Расчет коэффициента теплоотдачи и теплового потока при сопловом обдуве.
37	Схема сушильной установки с рециркуляцией воздуха. Изображение процессов на I-d диаграмме. Расход воздуха. Кратность рециркуляции.
38	Тепломассообмен на сушильных цилиндрах при контактно-конвективной сушке бумажного полотна
39	Расчет поля влажности в сечении материала
40	Расчет температурного поля в сечении материала
41	Решение уравнения нестационарной теплопроводности методом конечных разностей
42	Теплообмен в радиационно-конвективных сушильных установках непрерывного действия

6.3.2 Типовые тестовые задания

При выполнении какого расчета определяются размеры сушильной установки?

- 1) Конструктивного расчета
- 2) Поверочного расчета
- 3) Аэродинамического расчета

Влажный материал в количестве $G_1 = 0,3$ м³/с с начальным влагосодержанием $U_n = 45\%$ подаётся в сушильную установку. Конечное влагосодержание высушенного материала $U_k = 5\%$. Определите количество испаряемой влаги W

- 1) 12 г/с
- 2) 6,5 г/с
- 3) 10 г/с

Что такое гигроскопическая влага?

- 1) Влага, которую материал способен поглотить из воздуха
- 2) Влага, находящаяся внутри клетки или проникшая в нее под действием односторонней диффузии
- 3) Влага, которую материал способен поглотить при непосредственном соприкосновении с водой

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Не предусмотрено

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

6.4.1 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»

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ + Компьютерное тестирование ☐ + Иная ☐

6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Тестовые задания выполняются на компьютерах, время тестирования - 30 минут. На подготовку устного ответа отводится 20 минут

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 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
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
В.Ю. Лакомкин, С.Н. Смородин	Расчет и проектирование барабанной сушильной установки [Текст]: учебно-методическое пособие для выполнения курсового проекта	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2012	http://www.nizrp.narod.ru/barabsush.htm
В.Ю. Лакомкин, С.Н. Смородин	Расчет и проектирование пневматической сушильной установки [Текст]: учебно-методическое пособие для выполнения курсового проекта	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2013	http://www.nizrp.narod.ru/rasch2013.pdf

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
--	--	---	------	---

7.2 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/>

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

Microsoft: Office Standard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition

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

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
А-206а	Лабораторные установки для исследования гидродинамики и теплообмена в газодисперсных потоках и при сушке волокнистых материалов