

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 Теория и конструкция бумагоделательных машин. Дополнительные главы

Учебный план: ФГОС3++m150402-12_26-12.plx

Кафедра: 7 Машин автоматизированных систем

Направление подготовки:
(специальность) 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки:
(специализация) Технологические процессы и оборудование целлюлозно-бумажного производства

Уровень образования: магистратура

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				
3	УП	17	34	57	36	4	Экзамен
	РПД	17	34	57	36	4	
Итого	УП	17	34	57	36	4	
	РПД	17	34	57	36	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1026

Составитель (и):

доцент

Шульман
Зямович

Григорий

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой машин автоматизированных систем

Тотухов Ю.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Тотухов Ю.А.

Методический отдел:

Фахретдинова А. Р.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции в области теории конструкции оборудования

1.2 Задачи дисциплины:

Углубленное изучение теории процесса и особенностей конструкций оборудования отрасли.

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-5: Способен выбирать и обосновывать состав параметров для мониторинга и диагностики параметров оборудования технологических комплексов целлюлозно-бумажного производства средней сложности и для управления
Знать: функциональное назначение, принцип действия, основы теории работы и конструктивные варианты изучаемого вида оборудования, овладеть необходимыми знаниями для разработки технических заданий и проектов данного вида оборудования с использованием средств автоматизированного проектирования, подготовки необходимых обзоров, отзывов, заключений.
Уметь: рассчитывать основные технологические параметры (изучаемого) разрабатываемого вида оборудования, оценивать уровень, перспективы развития и совершенствования
Владеть: технологией поиска информации в области машин, аппаратов, приводов, нестандартного оборудования и средств технологического оснащения.
ПК-6: Способен разрабатывать выбор и обоснование параметров оборудования технологических комплексов целлюлозно-бумажного производства и управления ими
Знать: структуру технического задания на проектирование и оборудования, знать структуру технического проекта.
Уметь: разрабатывать технические задания на проектирование и изготовления оборудования.
Владеть: методами расчета и проектирования разрабатываемого вида оборудования.

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)		
Раздел 1. Напускные устройства, сеточные и пресовые части БДМ, КДМ	3				О
Тема 1. Некоторые основные параметры потоков волокнистой суспензии в проточных частях напускных устройств турбулентного типа.		2	4	2	
Тема 2. Гашение пульсаций волокнистой суспензии в напускных устройствах турбулентного типа. Определение объёмов воздушных камер для снижения амплитудных значений пульсаций волокнистой суспензии в напускных устройствах турбулентного типа.		2	4	8	
Тема 3. Конструктивные расчёты некоторых элементов напускных устройств турбулентного типа. Определение усилий действующих на механизмы перемещения подвижной передней стенки напускного устройства. Расчёт на жёсткость подвижной передней стенки и днища напускного устройства турбулентного типа.		1	1	2	
Тема 4. Расчёт обезвоживания в сеточных частях с плоскими сеточными столами, т.е. определение концентрации волокнистой суспензии в зоне формования, до соединения слоёв (сеточная часть с несколькими сеточными столами), в отсасывающей зоне после соединения слоёв.		2	3	10	
Тема 5. Расчёт обезвоживания в сеточных частях двухсеточного формования, т.е. определение концентрации волокнистой суспензии в различных зонах после криволинейных «башмаков», турбулизаторов, формирующих валов, «сухих» отсасывающих ящиков с учётом натяжения обеих сеток.		1	3	10	
Тема 6. Конструктивные расчёты сеточной части, определение усилий на стягивающие элементы консольных сеточных столов или сеточных секций (при двухсеточном формовании) при вылегчивании поперечных балок для смены сеток, расчёт на жёсткость сеточных цилиндров, определение усилий в механизмах перемещения сеточных цилиндров.		0,5	1	1	

Тема 7. Особенности обезвоживания на прессах с валами большого диаметра, т.е. определение сухости бумажного полотна или картонного полотна после удлинённой зоны прессования.		1	2	5	
Тема 8. Обезвоживание на прессах с валами «башмачного» типа, т.е. определение «сухости» бумажного или картонного полотна после зоны прессования при использовании валов с гибкими рубашками (удлинённой площадкой контакта).		1	2	8	
Тема 9. Конструктивные расчёты прессовой части, т.е. определение усилий в поршнях «башмаков» в зависимости от заданных линейных давлений в зоне прессования, расчёт на прочность и жёсткость сердечников валов «башмачного» типа.		0,5	3	2	
Раздел 2. Сушильная часть и вентиляция БДМ и КДМ					
Тема 10. Обезвоживание в сушильной части, т.е. определение тепловым расчётом количества сушильных цилиндров необходимых для обезвоживания в период прогрева, в период постоянной скорости сушки и в период убывающей скорости сушки.		1	2	4	
Тема 11. Конструктивные расчёты сушильных цилиндров, т.е. расчёт на прочность корпуса цилиндра, крышек цилиндра и цапф. Расчёт на прочность болтов для крепления крышек к корпусу сушильного цилиндра.		0,5	1		О
Тема 12. Вентилирование межцилиндрового пространства. Типы систем вентиляции. Определение расхода горячего воздуха необходимого для конвективной сушки бумажного или картонного полотна в зависимости от производительности машины.		1	1	1	
Раздел 3. Машинные каландры и накаты и машины для отделки бумаги и картона					
Тема 13. Софт каландры двухвальные и четырёхвальные. Особенности обработки бумажного или картонного полотна давлением на софт каландрах.		1	1	3	О
Тема 14. Накаты перефирического типа. Особенности их работы с механизмами непрерывной подачи тамбурных валов. Механизмы серво – гидравлического привода.		0,5	1	1	

Тема 15. Продольнорезательные станки с механизмами резки чашечного типа. Приводы механизмов резки. Современные несущие валы продольнорезательных станков.		1	1		
Тема 16. Суперкаландры наклонного типа. Особенности работы суперкаландров наклонного типа. Использование валов с эластичной рубашкой и валов башмачного типа при суперкаландрировании по технологии JanusTM		1	4		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	57	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		33,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине		53,5		90,5	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

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

6.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-5	Имеет представление об основах управления БДМ, нормативным и руководящим материалом по оборудованию бумагоделательной машины. Обосновывает выбор аппаратных средств оснащения БДМ. Имеет необходимые знания для обоснования аппаратного и технологического оснащения БДМ.
ПК-6	Имеет представление о структуре технического задания и технического проекта при проектировании. Разрабатывает технические задания и технические проекты оборудования. Использует методы расчета и проектирования оборудования.

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный исчерпывающий ответ, показывающий понимание предмета. Ориентируется в основных терминах, знаком с дополнительной литературой, правильно отвечает на дополнительные вопросы	бучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владения навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи, и, если это необходимо
4 (хорошо)	Стандартный ответ, лишенный индивидуальности. Допускает незначительные погрешности при ответе на вопросы.	Обучающийся демонстрирует достаточно понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание закономерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией
3 (удовлетворительно)	Показывает знание учебного материала в минимальном объеме. Допускает	Обучающийся внимает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако

	большое количество непринципиальных ошибок. Может устранить их с помощью преподавателя.	не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Знает размерности физических величин, может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи.
2 (неудовлетворительно)	Не может ответить на вопрос без помощи преподавателя. Многочисленные грубые ошибки. Непонимание заданного вопроса. Использование запрещённых технических средств.	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой 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 3	
1	Оборудование, входящее в БДМ и КДМ. Основные процессы, протекающие в агрегатах БДМ и КДМ при выработке бумаги и картона. Классификация БДМ и КДМ.
2	Функции, выполняемые напускными устройствами. Классификация напускных устройств и их предназначение. Отличия в их конструкции.
3	Определение рабочей скорости машины исходя из производительности, ассортимента вырабатываемой продукции. Скорость по приводу.
4	Назначение прессовой части. Конструкции прессовых частей БДМ и КДМ и их основные составляющие в зависимости от вырабатываемой продукции, технологии и скорости машин.
5	Маломасштабная турбулентность и конфигурация каналов, способствующая её возникновению. Роль маломасштабной турбулентности для дисперсии волокнистой суспензии.
6	Конструкции валковых прессов. Комбинированные прессы. Прессы для работы с «Янки» цилиндрами при выработке санитарно-гигиенической бумаги. Прессы с валами большого диаметра.
7	Коллекторные камеры напускных устройств с боковым подводом суспензии. Профиль коллекторной камеры. Использование рециркуляции для выравнивания давления по длине коллектора.
8	Назначение сушильной части. Конструкции сушильных частей БДМ и КДМ, пресспатов и их основных составляющих в зависимости от вырабатываемой продукции, технологии и скорости машин. Компоновка цилиндров по приводу и по пару в сушильной части БДМ.
9	Определение ширины напуска суспензии на сеточный стол. Расход суспензии на сеточный стол при известных основных параметрах работы машины
10	Сетководущие валы сеточной части. Определение суммарных нагрузок на валы методом проекции сил на оси координат. Расчёт на прочность, на жёсткость и критическую скорость.
11	Назначение сеточной части БДМ и КДМ. Классификация и основные конструкции сеточных частей. Конструкции сеточных столов. Основные элементы конструкции сеточной части, обезвоживающие элементы.
12	Конструкция сушильных и холодильных цилиндров. Конструкция лоцильных цилиндров и варианты их использования. Особенности конструкции и работы сушильных цилиндров типа «Янки» на машинах для выработки санитарно-гигиенических бумаг.
13	Гашение пульсации волокнистой суспензии в напускных устройствах турбулентного типа. Определение объёма воздушной подушки для гашения пульсации.
14	Конструкции гранитных валов и свойства гранитов используемых для изготовления рубашек. Материалы покрытий, заменяющих гранит.
15	Определение давления воздушной подушки в напускных устройствах закрытого типа с перфорированными валами для обеспечения необходимой скорости напуска на сеточный стол.
16	Фазы прессования в зоне с поперечной фильтрацией воды. Факторы, определяющие эффективность прессования. Определение концентрации (сухости) бумажного или картонного полотна после зон прессования. Понятие о среднем давлении. Приближённое определение ширины площадки контакта валов (валковые прессы) в зависимости от покрытия вала, толщины покрытия и твёрдости.
17	Определение основных размеров конструкции напускных устройств турбулентного типа, учитывая режим течения волокнистой суспензии.
18	Назначение накатов и основные требования, предъявляемые к накату. Типы накатов по принципу наматывания рулонов. Кратко об осевом накате, особенности конструкции и применении.
19	Процессы обезвоживания в сеточной части, зоны обезвоживания, фильтрация регистровой воды через сетку.
20	Механизмы вылегчивания валов и их влияние на работу машинного каландра. Механизм подъёма и прижима валов, разновидность приводов механизмов.

21	Конструкции прессов с использованием валов с регулируемым прогибом. Плавающие валы, валы с гибкой рубашкой и металлической рубашкой (башмачного типа). Величина линейного давления в прессах с различной конструкцией валов.
22	Основные типы приводов. Основные приводы машины. Возможные максимальные изменения нагрузок секций по отношению к средним рабочим значениям. Диапазон изменения скоростей машин в зависимости от вырабатываемой продукции.
23	Понятие о слое осевших волокон, как о малосжимаемом осадке. Концентрация слоя осевших волокон в зависимости от вырабатываемой продукции. Приближённое понятие осреднённой концентрации для определения «сухости» в конце расчётного участка. Упрощённое уравнение баланса для определения «сухости» в конце расчётного участка.
24	Устройства для подачи пара и отвода конденсата из полости сушильных цилиндров.
25	Понятие о фильтрационном напоре и разрежении инициирующем процесс фильтрации. Формула Дарси и понятие о коэффициенте фильтрации.
26	Устройства, улучшающие теплообмен и способствующие выравниванию температуры поверхности сушильного цилиндра по ширине бумажного или картонного полотна.
27	Дифференциальное уравнение Дарси и пределы его интегрирования. Универсальная формула из решения уравнения Дарси для определения величины слоя воды профильтровавшейся на участке обезвоживания при двухсеточном формовании. Понятие об эффективной длине обезвоживания, коэффициенте перфорации (живого сечения). Предельное время формования.
28	Периферический накат (Попе 1918-1921г). Конструкция наката и основные узлы. Процесс намотки на периферическом накате. Накаты с устройством автоматической подачи тамбурных валов.
29	Допущения в расчётах обезвоживания по формуле из решения уравнения Дарси для различных обезвоживающих элементов. Определение концентрации суспензии после различных обезвоживающих элементов в секциях двухсеточного формования. Окончание зоны формования, характеристика и концентрация суспензии в конце зоны формования.
30	Требования, предъявляемые к продольно-резательным станкам. Классификация станков по способу заправки и по способу резания Конструкция станков. Преимущества и недостатки станков различной конструкции.
31	Процесс обезвоживания в отсасывающей зоне на формующем вале в секциях двухсеточного формования, «сухих» отсасывающих ящиках, стадии обезвоживания и процесс фильтрации с одновременным уплотнением, уравнение Дарси – Герсиванова, коэффициент пористости.
32	Работа пароконденсатной системы при наличии в составе сушильной части клеильного пресса или устройства для «подмеловки» совместно с клеильным прессом.
33	Расход воды, удаляемой под действием разрежения в отсасывающей зоне при двухсеточном формовании, коэффициент сжимаемости.
34	Структура турбулентных потоков. Определение средних размеров вихрей в турбулентном потоке суспензии с использованием уравнения спектра продольных пульсаций.
35	Распределение разрежения в отсасывающих ящиках по ходу сетки. Преимущество многокамерных отсасывающих ящиков перед однокамерными, исходя из процесса обезвоживания в отсасывающей части сеточного стола.
36	Виды суши. Краткая теория процесса суши по периодам. Краткие сведения о кинетике суши, диаграмма. Определение количества сушильных цилиндров методом теплотехнических расчётов потоков по периодам суши.
37	Существующие конструкции гауч-валов. Расчёт рубашки гауч-вала на прочность, расчёт гауч-вала на жёсткость и критическую скорость.
38	Определение давления волокнистой суспензии необходимого для работы напорного ящика турбулентного типа во входном сечении коллектора.
39	Конструкции сеточных частей бумагоделательных машин двухсеточного формования. Качественные показатели, приобретаемые бумагой после машинного каландрирования.
40	Софт каландры (мягкие каландры), особенности их конструкции и конструкции валов. Наклонные машинные каландры фирмы Фойт «Янус»
41	Прессовые сукна и требования предъявляемые к ним. Конструкции прессовых сукон. Материалы, используемые для изготовления прессовых сукон. Кондиционирование прессовых сукон.
42	Кратко о процессах резки ножевым способом и способом ножниц. Материалы и конструкции режущих инструментов. Механизмы продольной резки бумажного полотна.
43	Пересасывающие устройства прессовых частей. Uni – пресс трёхвальный, двухвальный.
44	Кратко о процессе суперкаландрирования при использовании металлических и набивных валов. Конструкция и изготовление набивных валов (бумажных). Механизмы, обеспечивающие давление между валами и разведение валов.
45	Развитие конструкций напорных ящиков турбулентного типа скоростных машин для выработки массовых видов продукции. Использование выносных гасителей пульсаций, встроенных гасителей пульсаций.
46	Дальнейшее совершенствование конструкций прессовых частей бумагоделательных и картоноделательных машин.

47	Особенности формования бумажного полотна при двухсеточной и комбинированной конструкциях сеточных частей. «Жёсткая» и «гибкая» зоны формования.
48	Дальнейшее совершенствование конструкций прессовых частей.
49	Несущие валы и их конструкция. Рабочие скорости при работе ПРС.
50	Расчёт нижнего вала машинного каландра (обычной конструкции) на прочность и жёсткость.

6.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Определение величины открытия выпускной щели исходя из следующих исходных данных; q - масса 1м² картонного полотна, g – 140;

α - концентрация волокнистой суспензии в напускном устройстве, % - 0,8;

σ - концентрация регистровой воды в сеточной части, % - 0,2;

ζ - 0,6÷0,92 –коэффициент сжатия струи

В турбулентных напускных устройствах он наибольший, для напускных устройств закрытого типа с перфорированными валами- 0,8

2. Определение среднего линейного давления, в зоне прессования исходя из следующих исходных данных;

q – линейное давление в зоне прессования, кг/см - 70;

D - 1000 мм - диаметр нижнего вала относительно зоны прессования;

T - показатель твёрдости по Пуссей-Джонсу при температуре 60° по Цельсию – 56 ед.;

$k\sigma$ – 0,992 – коэффициент уменьшения толщины резиновой облицовки при начальной толщине 24мм

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

1. Возможность пользоваться словарями, справочниками или иными материалами.

2. 45 минут на подготовку.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 Основная учебная литература				
А.В. Александров, Т.Н. Александрова	Реология и гидродинамика процессов отлива и формования бумаги [Текст]. Часть I. Реология и гидродинамика волокнистых суспензий : учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2015	http://nizrp.narod.ru/metod/kafmavsys/3.pdf
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
Г.З. Шульман, Н.В. Евдокимов	Сеточная часть бумагоделательных и картоноделательных машин. Расчёт основных узлов [Текст] : учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	http://nizrp.narod.ru/metod/kafmavsys/6.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>

Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

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

Аудитория	Оснащение
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска