

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

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

**ТЕХНОЛОГИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ,
БУМАГИ, КАРТОНА
И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Методические указания для самостоятельной работы
студентов заочной формы обучения**

**Санкт-Петербург
2020**

УДК 676.024/056(07)

Технология целлюлозы, бумаги, картона и композиционных материалов: методические указания для самостоятельной работы студентов заочной формы обучения/ сост. Е.Г.Смирнова; ВШТЭ СПбГУПТД.- СПб., 2020.- 15 с.

В методических указаниях предложены варианты заданий для самостоятельной работы студентов заочной и ускоренной заочной форм обучения. Задания составлены в соответствии с программой курса. Выполнение контрольных заданий поможет студентам освоить теоретический курс: «Технология целлюлозы, бумаги, картона и композиционных материалов».

Предназначены для студентов Института технологии направлений подготовки: 18.03.01 «Химическая технология», 18.04.01 «Химическая технология».

Рецензент: канд. техн. наук, профессор кафедры машин автоматизированных систем ВШТЭ СПбГУПТД М.В. Ванчаков.

Подготовлены и рекомендованы к печати кафедрой технологии бумаги и картона ВШТЭ СПбГУПТД (протокол №1 от 31 августа 2020 года).

Утверждены к изданию методической комиссией Института технологии ВШТЭ СПбГУПТД (протокол №1 от 31 августа 2020 года).

© Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, 2020

Редактор и корректор В.А. Басова

Техн. редактор Л.Я. Титова

Темплан 2020 г., поз. 95

Подп. к печати 05.10. 2020. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1. Печать офсетная.

Объем 1,0 печ.л; 1,0 уч.-изд.л. Тираж 50 экз. Изд. № 95. Цена "С". Заказ №

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД, 198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, д.4.

Предисловие

Мировой объем производства бумаги и картона превышает в настоящее время 400 млн. т/год. Производство бумаги и картона в нашей стране непрерывно развивается за счет реконструкции и расширения действующих предприятий и строительства новых. Технология производства бумаги сложна, так как связана с одновременным использованием различных по свойствам волокнистых полуфабрикатов, большого количества воды, тепловой и электрической энергии, вспомогательных химических веществ и других ресурсов и сопровождается образованием производственных отходов и стоков.

Для решения задач повышения эффективности производства бумаги и картона, управления современными технологическими процессами, рационального использования природных ресурсов, повышения качества продукции будущие инженеры-технологи должны иметь не только практический опыт, но и глубокие теоретические знания.

Выполнение контрольных заданий, предусмотренных программой, позволит студентам более глубоко освоить технологические процессы и применяемое оборудование в производстве бумаги и картона.

Курс «Технология целлюлозы, бумаги, картона и композиционных материалов» изучается студентом-заочником самостоятельно с помощью рекомендованных учебных и методических пособий.

Наиболее трудные разделы курса, не получившие достаточного отражения в литературе, входят в лекционный курс очных занятий. На лекциях также рассматриваются перспективы и направления в развитии технологии и оборудования производства бумаги и картона. Очные занятия включают лабораторный практикум. Кроме лекций и лабораторного практикума для студентов проводятся групповые и индивидуальные консультации.

Методические указания содержат 10 вариантов заданий. В период подготовки к сессии студент выполняет в письменном виде один вариант заданий, соответствующий последней цифре номера зачетной книжки. При

ответе на вопросы студент должен дать четкие и обстоятельные ответы с предоставлением рисунков, графиков и схем. Выполненное студентом контрольное задание рецензируется преподавателем, который указывает на недостатки и допущенные ошибки. Если недостатки и допущенные ошибки существенны, задание возвращается студенту на доработку и исправление. За выполненное контрольное задание выставляется зачет.

Содержание дисциплины

Тема 1. *История возникновения, современное состояние и перспективы развития производства бумаги*

История изобретения бумаги. Особенности ручного способа производства бумаги. Изобретение машинного производства бумаги. Возникновение и развитие бумажного производства в России. Определение бумаги. Понятие о композиции бумаги. Волокнистые полуфабрикаты, применяемые в производстве бумаги. Состояние и перспективы развития производства бумаги и картона.

Тема 2. *Классификация видов бумаги. Классификация свойств бумаги*

Классификация видов и свойств бумаги. Методы достижения тех или иных свойств бумаги. Общая технологическая схема производства бумаги.

Тема 3. *Теория и практика процесса размола*

Назначение процесса размола волокнистых полуфабрикатов. Современные воззрения на механизм формирования межволоконных связей в бумаге, значение фибрилляции и гидратации целлюлозных волокон. Контроль за процессом размола. Влияние размола на свойства бумаги. Основные технологические факторы процесса размола. Оборудование для роспуска и размола волокнистых полуфабрикатов.

Тема 4. *Подготовка бумажной массы к отливу*

Разбавление, очистка и деаэрация бумажной массы. Необходимость разбавления бумажной массы. Классификация загрязнений бумажной массы.

Очистка бумажной массы, применяемая аппаратура. Причины пенообразования в бумажной массе и негативные последствия этого процесса. Механические и химические методы борьбы с пеной. Деаэрация бумажной массы, принцип действия применяемого оборудования.

Тема 5. Формование бумажного полотна на сетке бумагоделательной машины

Подвод массы к сеточному столу бумагоделательной машины. Напуск массы на сетку бумагоделательной машины. Флокуляция бумажной массы, факторы влияющие на флокуляцию. Типы напорных ящиков. Конструкция сеточного стола плоскосеточной бумагоделательной машины. Формующая доска. Особенности регистровых валиков и гидропланок как активных действующих обезвоживающих элементов. Металлические и синтетические сетки, их достоинства и недостатки. Обезвоживание бумажного полотна на отсасывающих ящиках. Гауч-вал и его конструкция. Эгутер. Часовая и суточная производительность бумагоделательных машин. Суточная производительность нетто и брутто. Способы интенсификации обезвоживания бумажного полотна. Двух сеточные формующие устройства, классификация, преимущества и недостатки.

Тема 6. Прессование бумажного полотна

Перевод бумажного полотна с сеточной части в прессовую. Устройство двухвального прессы. Прессовые валы: «плавающие», отсасывающие, башмачные. Технологические факторы процесса прессования, способы его интенсификации. Горячее прессование, усовершенствованные конструкции прессы. Прессовые сукна, способы их очистки и устройства, применяемые для этого.

Тема 7. Использование воды в производстве бумаги

Виды производственной воды. Экологическое, технологическое и экономическое обоснование замкнутых циклов водопользования. Источники образования оборотной воды на бумагоделательной машине. Принцип использования оборотной воды на бумажной фабрике. Типовая схема

использования оборотной воды. Улавливание волокна и наполнителя из избыточной оборотной воды. Улавливающая аппаратура, принцип работы.

Тема 8. Сушка бумаги

Особенности сушки бумаги как коллоидно-пористого материала. Многофазность и цикличность процесса сушки бумаги на бумагоделательной машине. Теория сушки бумаги. Уравнение контактной и конвективной сушки. Технологические факторы процесса сушки, способы его интенсификации. Конструкция сушильной части бумагоделательной машины: сушильные группы и секции. Устройство сушильного цилиндра. Системы парораспределения в сушильной части бумагоделательной машины. Сушильные сукна и сетки. Сушильная часть с однорядным расположением сушильных цилиндров. Системы вентиляции сушильной части бумагоделательной машины. Приточно-вытяжная вентиляция с использованием тепла отходящих паров.

Тема 9. Отделка бумаги на бумагоделательной машине

Устройство и назначение холодильных цилиндров. Машинный каландр, его назначение. Накат бумагоделательной машины. Теория каландрирования. Технологические факторы процесса каландрирования. Привод бумагоделательной машины.

Тема 10. Технология ролевого картона

Определение термина «картон». Классификация видов картона. Цилиндровые картоноделательные машины. Теория формирования элементарного слоя картона на сеточном цилиндре. Технологические факторы процесса отлива на многоцилиндровой картоноделательной машине. Современные конструкции сеточных цилиндров. Особенности прессования и сушки многослойного ролевого картона.

Тема 11. Технология листового картона

Конструкции папочных машин. Технологические факторы формирования элементарного слоя картона. Прессование листового картона, конструкции много- и однолистных гидравлических прессов. Сушка листового картона, камерные и каналные сушилки. Отделка листового картона.

Тема 12. Переработка оборотного брака в производстве бумаги и картона

Мокрый и сухой брак. Типовая схема переработки оборотного брака.

Контрольные задания

Вариант № 1

1. Подготовка бумажной массы. Опишите подробно сущность каждой операции.
2. Назначение и типы гидроразбивателей.
3. Сушильные сукна и сетки.
4. Технологические факторы процесса размола.
5. Назначение и виды вентиляции сушильной части бумагоделательной машины.
6. Технологические факторы каландрирования бумаги.
7. Классификация видов картона.

Задача: Бумагоделательная машина производит 65 т/сутки бумаги-основы для декоративных бумажно-слоистых пластиков. Композиция бумаги по волокну: 40 % сульфатная беленая хвойная целлюлоза, 60 % сульфатная беленая лиственная целлюлоза. Рассчитать часовой расход волокнистых полуфабрикатов и химикатов, если известно, что влажность бумаги – 6 %, промой – 0,8 %, зольность бумаги 15 %, удержание наполнителя 80 %, влажность наполнителя 9 %, удельный расход меламиноформальдегидной смолы – 30 кг/т бумаги.

Вариант № 2

1. Теория размола волокнистых полуфабрикатов.
2. История возникновения бумаги.

3. Устройство сушильной части с однорядным расположением сушильных цилиндров.
4. Факторы, влияющие на разбавление бумажной массы перед подачей на бумагоделательную машину.
5. Технологические факторы сушки бумаги.
6. Привод бумаго- и картоноделательных машин. Требования предъявляемые к приводу.
7. Конструкция многоцилиндровой картоноделательной машины.

Задача: В результате модернизации прессовой части бумагоделательной машины обрезной шириной 6300 мм, работающей со скоростью 900 м/мин, предназначенной для производства газетной бумаги массой 41 г/м², сухость повысилась с 43 % до 48 %, что позволило увеличить скорость машины с 900 м/мин до 1000 м/мин. Определить количество испаряемой влаги в час в сушильной части бумагоделательной машины до и после модернизации, если влажность бумаги на накате осталась на уровне 8 %.

Вариант № 3

1. Современное состояние и перспективы развития производства бумаги.
2. Классификация сора в бумажной массе. Способы очистки бумажной массы.
3. Устройство и работа отсасывающего гауч-вала.
4. Волокнистые полуфабрикаты для производства бумаги и картона.
5. Температурный режим сушки бумаги.
6. Прессовые сукна, способы их очистки и устройства, применяемые для этого.
7. Часовая и суточная производительность бумагоделательных машин.
Суточная производительность нетто и брутто.

Задача: В результате модернизации прессовой части бумагоделательной машины обрезной шириной 4200 мм, предназначенной для производства писчей бумаги № 1 массой 60 г/м², сухость повысилась с 40 % до 46 %, что позволило увеличить скорость машины с 420 м/мин до 450 м/мин. Рассчитать количество бумагосушильных цилиндров, необходимое для сушки бумаги после модернизации. Определить изменение количества испаряемой влаги час в сушильной части бумагоделательной машины, если влажность бумаги на накате осталась на уровне 7%.

Вариант № 4

1. Влияние размола на свойства бумаги.
2. Конструкция сушильной части бумагоделательной машины: сушильные группы и секции.
3. Оборудование для очистки бумажной массы от тяжелых включений.
4. Формующие сетки, применяемые в производстве бумаги и картона.
5. Переработка мокрого брака в производстве бумаги и картона. Типовая схема.
6. Классификация видов бумаги.
7. Типы гидравлических прессов для обезвоживания листового картона. Устройство и принцип работы.

Задача: До останова на бумагоделательной машине обрезной шириной 4200 мм, работающей со скоростью 600 м/мин, выпускали бумаги-основу для двухстороннего мелования массой 55 г/м². По требованию потребителя массу снизили до 45 г/м², скорость машины увеличили на 10%. Рассчитать суточную производительность нетто и брутто до и после останова. Рассчитать количество воды, удаляемой в прессовой части после останова в кг на кг бумаги, если известно, что сухость бумажного полотна перед прессовой частью 24 %, а после нее – 44 %.

Вариант № 5

1. Конструкция сеточного стола плоскосеточной бумагоделательной машины.
2. Назначение процесса размола волокнистых полуфабрикатов. Контроль за процессом размола.
3. Конструкция двухвального пресса и принцип его работы.
4. Система подвода пара и отвода конденсата в сушильную часть бумагоделательной машины.
5. Устройства для улавливания волокна и наполнителя из избыточной оборотной воды.
6. Папочные машины для производства листового картона.
7. Устройство и принцип работы дисковых мельниц.

Задача: В древесномассном цехе производят 300 т/сут химикотермомеханической массы (ХТММ). ХТММ используется в производстве санитарно-бытовой бумаги. Композиция бумаги: 30 % ХТММ и 70 % сульфитной блененной целлюлозы. Рассчитать суточную производительность брутто фабрики санитарно-бытовой бумаги, если известно, что на фабрике работают 2 бумагоделательные машины обрезной шириной 4200 мм со скоростью 1000 м/мин и выпускают бумагу массой 20 г/м². Рассчитать количество ХТММ (т/сут), необходимое для выпуска санитарно-бытовой бумаги.

Вариант № 6

1. Классификация бумагоделательных машин.
2. Методы борьбы с пенообразованием в потоках бумажной массы.
3. Оборудование для размола волокнистых полуфабрикатов.
4. Теория сушки бумаги на бумагоделательной машине.
5. Способы интенсификации сушки бумаги и картона.
6. Устройство работа башмачного пресса.

7. Обезвоживание бумажной массы на отсасывающих ящиках.

Задача: До модернизации на бумагоделательной машине обрезной шириной 4200 мм, работающей со скоростью 250 м/мин, выпускали сигаретную бумагу массой 27 г/м². После модернизации массу бумаги планируют снизить до 23 г/м², а скорость машины увеличить на 8 %. Рассчитать суточную производительность брутто машины до и после модернизации, количество удаляемой воды в кг на тонну бумаги с сеточного стола бумагоделательной машины, если известно, что концентрация бумажной массы в напорном ящике 0,3 %, а сухость бумажного полотна после гауч-вала – 22 %.

Вариант № 7

1. Назначение напорных ящиков. Открытые, закрытые напорные ящики.
2. Конвективная сушка бумаги, способы интенсификации.
3. Нанесение на бумагу водяного знака. Конструкция ровнителя.
4. Общая технологическая схема производства бумаги.
5. Холодильные цилиндры. Назначение. Устройство.
6. Устройство и работа центриклинеров. Схемы очистки бумажной массы на центриклинерах.
7. Устройство и работа наката.

Задача: На бумагоделательной машине обрезной шириной 6300 мм, работающей со скоростью 1100 м/мин, выпускают бумагу для офсетной печати массой 65 г/м². Выбрать композицию бумаги по волокну. Рассчитать суточную производительность брутто бумагоделательной машины. Рассчитать и подобрать стандартный объем машинного бассейна, если концентрация бумажной массы в нем - 3,0 %.

Вариант № 8

1. Устройство и принцип работы декулатора.
2. Факторы, влияющие на флокуляцию бумажной массы.
3. Оборудование для улавливания волокна и наполнителя из оборотной воды, работающее по принципу флотации.
4. Рафинирующий размол бумажной массы. Устройство и работа гидрофайнера.
5. Классификация прессов. Усовершенствованные конструкции прессов.
6. Пути повышения производительности бумаго- и картоноделательных машин.
7. Экологическое, технологическое и экономическое обоснование замкнутых циклов водопользования в производстве бумаги и картона.

Задача: В процессе модернизации сушильной части картоноделательной машины, вырабатывающей коробочный картон массой 280 г/м^2 , заменили сушильные цилиндры диаметром 1,5 м на сушильные цилиндры диаметром 1,8 м. Рассчитать количество сушильных цилиндров в сушильной части картоноделательной машины до и после модернизации, если известно, что скорость картоноделательной машины – 500 м/мин, обрезная ширина машины – 6300 мм, сухость картона после прессовой части – 46 %, после сушильной части – 93 %.

Вариант № 9

1. Виды производственной воды и ее применение в производстве бумаги и картона.
2. Перевод бумажного полотна с сеточной части в прессовую. Устройство пикапа.
3. Устройство и работа сортировок бумажной массы.
4. Конструкции прессовой части бумагоделательных машин.

5. Устройства для улавливания волокна и наполнителя из оборотной воды, работающие по методу фильтрации.
6. Размалывающие аппараты непрерывного действия.
7. Методы достижения потребительских свойств бумаги.

Задача: До останова на бумагоделательной машине обрезающей шириной 4200мм, работающей со скоростью 450 м/мин, выпускали бумагу-основу для парафинирования массой 28 г/м². По требованию потребителя массу бумаги планируют снизить до 25 г/м², а скорость машины увеличить на 11 %. Рассчитать суточную производительность брутто до и после останова. Рассчитать количество воды, которое будет удаляться в прессовой и сушильной части машины в час после останова, если влажность бумаги на накате – 7 %, сухость бумаги после гауч-вала -25 %.

Вариант № 10

1. Методы достижения потребительских свойств бумаги.
2. Бумагоделательная машина, основные части и их назначение.
3. Каландры для отделки листового картона.
4. Типовая схема использования воды в производстве бумаги.
5. Сушильные цилиндры. Устройство и работа.
6. Прессование и сушка листового картона в гидравлическом многолистном прессе.
7. Напорные ящики гидродинамического типа. Устройство и принцип работы.

Задача: Для выпуска газетной бумаги массой 41 г/м² установлена бумагоделательная машина обрезающей шириной 8,4 м и скоростью 800 м/мин. Рассчитать суточную производительность брутто бумагоделательной машины и производительность дисковой мельницы для размола сульфитной небеленой целлюлозы, входящей в композицию газетной бумаги в количестве 25 %, с 13 до 22 °ШР, если известно, что мощность электродвигателя составляет 320 кВт.

Библиографический список

1. Машины для производства бумаги и картона/ под ред. В.С. Курова, Н.Н. Кокушина.-СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Пётра Великого, 2017. – 646 с.
2. Иванов С.Н. Технология бумаги.-М: Школа бумаги, 2006. – 696 с.
3. Справочные материалы ВНИИБ. /Технология целлюлозно-бумажного производства/ под ред. П.С. Осипова.- СПб.: Политехника, 2005. – 423 с; 2006. – 499 с; 2012. – 294 с.
4. Фляте Д.М. Свойства бумаги.-СПб.: Лань, 2012. – 384 с.
- 5.Смирнова Е.Г. Технология целлюлозы, бумаги, картона и композиционных материалов: учебно-практическое пособие / ВШТЭ СПбГУПТД.- СПб., 2019.- 30 с.

Содержание:

Предисловие.....	3
Содержание дисциплины.....	4
Контрольные задания.....	7
Библиографический список.....	14