

ОДОБРЕНО

Ученым советом
Института химии
КНЦ УрО РАН
«27» апреля 2016 г.
Протокол № 8

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института химии
КНЦ УрО РАН
член-корр. А.В.Кучин
« ___ » _____ 2016 г.



ПРОГРАММА

кандидатского экзамена

по укрупненной группе направления подготовки 18.00.00 – Химические технологии,
направление подготовки 18.06.01 – Химические технологии,
специальность 05.21.03 – Технология и оборудование химической переработки
биомассы дерева, химия древесины

Введение

В основу настоящей программы положен целый ряд дисциплин по основным направлениям химической переработки биомассы дерева и химии древесины: химия древесины, технология целлюлозно-бумажного производства, технология лесохимических продуктов и биологически активных веществ древесины, технология гидролиза и биотехнология, технология целлюлозных композиционных материалов, технология производства древесных плит и пластиков.

Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии по естественным и инженерным наукам при участии Московского государственного университета леса, Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров и Архангельского государственного технического университета.

1. Химия древесины и ее компонентов

Предмет «Химия древесины и целлюлозы». Круг вопросов, охватываемых химией древесины и целлюлозы, ее связь с другими научными дисциплинами.

1.1. Общие сведения о древесине и ее свойствах

Элементы дерева, его составные части в поперечном разрезе ствола. Анатомическое строение древесины растений. Основные виды, строение и свойства тканей и клеток древесины хвойных и лиственных пород. Микроскопическое и субмикроскопическое строение клеточных стенок древесины. Физические свойства древесины. Химический состав древесины хвойных и лиственных пород. Представление о древесном веществе как многокомпонентной полимерной композиции. Различия в строении, составе и свойствах древесины в зависимости от возраста, условий произрастания, расположения в стволе и других частях дерева. Анатомическое строение, химический состав и свойства коры. Комплексное использование древесины как путь создания ресурсосберегающих, экологически чистых технологий. Направления и способы химической переработки древесины и древесных отходов. Применение биотехнологии.

1.2. Основные компоненты древесной ткани

1.2.1. Целлюлоза

Распределение и роль в природе. Биосинтез целлюлозы. Недревесная целлюлоза (хлопковая целлюлоза, бактериальная целлюлоза). Строение молекул целлюлозы, ее формула. Характер связи между ангидрогликозидными звеньями. Функциональные группы целлюлозы. Молекулярная масса и полидисперсность целлюлозы, методы

определения. Структура целлюлозы. Фазовое состояние целлюлозы и ее производных. Типы связей между макромолекулами целлюлозы. Надмолекулярная структура целлюлозы. Структурные модификация целлюлозы. Структурная неоднородность целлюлозы. Физическое (релаксационное) состояние целлюлозы.

1.2.2. Гемицеллюлозы

Содержание в древесине разных пород. Классификация и строение гемицеллюлоз. Надмолекулярное строение и расположение в клеточных стенках. Отличие от целлюлозы по химическим и физическим свойствам. Особенности строения и свойств полиуронидов. Характер связей между элементарными звеньями.

Гексозаны, пентозаны. Смешанные полисахариды. Их содержание и особенности строения в древесине лиственных и хвойных пород, химические свойства и превращения под действием кислот и щелочей. Значение гемицеллюлоз в целлюлозно-бумажном производстве: поведение гемицеллюлоз при различных способах варки, при получении бумаги, их роль в формировании свойств технической целлюлозы, бумаги, картона. Практически важные продукты, получаемые на основе гемицеллюлоз (сахара, фурфурол, спирты, органические кислоты и т.д.). Методы анализа гемицеллюлоз.

1.2.3. Лигнин

Сущность понятия «лигнин». Нахождение лигнина в растениях. Содержание и различия в строении лигнинов в древесине лиственных и хвойных пород. Размещение лигнина в тканях и клеточных стенках. Биосинтез лигнина. Лигнинный полимер в древесине, его связь с другими компонентами. Основные типы связей между фенилпропановыми звеньями макромолекул лигнина. Функциональные группы лигнина. Полимерные свойства лигнина и его производных. Методы выделения и анализа лигнина. Виды и свойства технических лигнинов. Реакционная способность лигнина. Модификация лигнина. Ферментативная деструкция лигнина. Практическое использование лигнинных веществ - отходов целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности, и развитие исследований в данном направлении, обеспечивающем более полное и комплексное использование древесного сырья.

1.2.4. Экстрактивные вещества дерева

Классификация экстрактивных веществ и их практическое значение. Живица и ее химический состав. Смола и летучие масла. Терпены, смоляные и жирные кислоты. Стерины. Танины. Роль экстрактивных веществ в целлюлозно-бумажном производстве. Пектиновые вещества.

1.2.5. Превращения древесины и ее компонентов в процессе делигнификации (варка целлюлозы)

Химические реакции и растворение лигнина при сульфитных способах варки. Реакции и механизм деструкции древесных полисахаридов при сульфатных способах варки. Реакция и деструкция древесных полисахаридов при сульфитных способах варки. Стабилизация полисахаридов. Топохимия делигнификации. Химические реакции и растворение лигнина при натронной и сульфатной варках. Основные направления деструкции полисахаридов в щелочной среде. Стабилизация и сорбция растворенных гемицеллюлоз целлюлозой в процессе щелочных варок. Топохимия щелочной делигнификации. Способы уменьшения деструкции полисахаридов при щелочных варках. Делигнификация древесины с применением органических растворителей, гидротропных растворов, окислителей и восстановителей. Ферментативная делигнификация древесины. Теоретические основы отбелки и облагораживания целлюлозы. Механизмы превращения лигнина и полисахаридов при кислородно-щелочной, пероксидной видах (стадиях) отбелки.

1.3. Недревесное растительное сырье

Хлопковое волокно, хлопковый линт, циклонный пух, стебли хлопчатника (гуза-пая), проблема их комплексного использования. Солома. Тростник. Багасса как сырье для химической переработки. Особенности строения, состава и свойств. Другие виды недревесного растительного сырья.

1.4. Взаимодействие древесины и целлюлозы с водой

Свободная и связанная вода в древесине. Смачивание и набухание целлюлозы. Сорбция паров воды целлюлозой. Изменение физического (релаксационного) состояния целлюлозы при ее взаимодействии с водой и при сушке. Усадочные напряжения, возникающие при сушке целлюлозы, их роль в процессах получения бумаги и целлюлозы для химической переработки. Инклюдирование.

1.5. Действие на целлюлозу гидроксидов щелочных металлов

Понятие о соединениях включения. Состав щелочной целлюлозы, ее структурные модификации. Набухание и растворение целлюлозы в щелочах. Действие на целлюлозу аммиака и аминов. Взаимодействие целлюлозы с комплексными соединениями поливалентных металлов (гидроксиды металлов и др.). Действие на целлюлозу растворов солей.

Активация и повышение реакционной способности целлюлозы.

1.6. Деструкция целлюлозы

Гидролиз и алкоголиз целлюлозы. Состав и свойства продуктов гидролиза целлюлозы. Гидролиз концентрированными и разбавленными кислотами. Порошковая и микрокристаллическая целлюлоза. Алкоголиз и ацетоллиз целлюлозы. Действие безводных галоидводородов. Термическая деструкция целлюлозы. Фотохимическая деструкция. Деструкция целлюлозы под действием ионизирующих излучений (радиационная деструкция). Ферментативное расщепление целлюлозы.

1.7. Окисление целлюлозы

Избирательное окисление целлюлозы. Окисление первичных спиртовых групп. Окисление вторичных спиртовых групп. Химические превращения продуктов избирательного окисления целлюлозы. Неизбирательное окисление целлюлозы. Снижение молекулярной массы целлюлозы в процессе окисления. Свойства препаратов окисленной целлюлозы. Окисление эфиров целлюлозы.

1.8. Растворение целлюлозы

Природа межмолекулярных взаимодействий в целлюлозе и его роль в процессе растворения. Роль водородных связей. Растворение целлюлозы в прямых и комплексообразующих растворителях.

1.9. Сложные эфиры целлюлозы

Методы синтеза сложных эфиров целлюлозы. Химические реакции при синтезе. Распределение заместителей в препаратах частично замещенных эфиров целлюлозы. Эфиры неорганических кислот. Нитраты (азотнокислые эфиры) целлюлозы. Эфиры угольной и тиугольной кислот и их соли (ксантогенаты целлюлозы). Сульфаты (сернокислые эфиры) целлюлозы. Другие эфиры целлюлозы и неорганических кислот. Эфиры целлюлозы и сульфокислот. Практическое использование сложных эфиров целлюлозы. Применение эфиров целлюлозы в мембранной технологии.

1.10. Простые эфиры целлюлозы

Методы синтеза простых эфиров целлюлозы. Метилцеллюлоза, этилцеллюлоза, их свойства и применение. Другие простые эфиры целлюлозы.

1.11. Методы синтеза новых типов производных целлюлозы

Образование химических связей между макромолекулами или элементами надмолекулярной структуры целлюлозы. Синтез производных целлюлозы по реакции нуклеофильного замещения. Синтез производных ароматических эфиров целлюлозы по реакции электрофильного замещения. Блок- и привитые сополимеры целлюлозы, их практическое значение.

2. Технология и оборудование для производства волокнистых полуфабрикатов

2.1. Сырьевая база.

Виды применяемых пород древесины, древесных отходов. Использование других волокнистых материалов и вторичного сырья, требования к качеству древесного сырья. Грузооборот целлюлозно-бумажных предприятий. Классификация и свойства сыпучих грузов. Физические свойства технологической щепы. Восстановление сыпучести насыпных материалов, механическое рыхление. Схемы грузопотоков сырья на предприятиях.

2.2. Основные принципы производства волокнистых полуфабрикатов из растительного сырья.

Классификация волокнистых полуфабрикатов, их назначение и общая характеристика. Химические, химико-механические, механо-химические и механические способы производства волокнистых полуфабрикатов, особенности состава и свойств получаемых при этом материалов. Основные принципы варки целлюлозы из древесины и других видов растительного сырья. Сульфитная варка. Бисульфитная, нейтрально-сульфитная варка, двух ступенчатые сульфитные процессы. Полисульфидная варка. Азотнокислая варка. Применение органических и гидротропных растворителей для выделения целлюлозы из растительных тканей.

Кислородно-щелочная и натронно-антрахиновая варки. Применение антрахинона и других добавок при сульфатной варке с целью снижения сульфидности щелока и повышения выхода целлюлозы. Специфика работы машин и аппаратов целлюлозного производства. Стандартизация оборудования целлюлозного производства и ее значение при расчете, конструировании, повышении производительности и надежности. Особенности прочностных расчетов. Варочные установки периодического и непериодического действия (вертикальные и шнековые). Технологические схемы и оборудование для промывки, очистки, сгущения и отбелки волокнистых полуфабрикатов. Технологические схемы и оборудование регенерации химикатов. Влияние агрессивности среды, высокой температуры, давления, взрывоопасности на конструкцию машин и аппаратов и технологию. Воздействие среды на конструкционные материалы. Классификация видов и причин износа оборудования (окислительный, тепловой, абразивный, усталостный). «Ножевая» коррозия и места ее возникновения. Автоматизация процессов производства волокнистых полуфабрикатов, производственный контроль.

Охрана труда и техника безопасности. Мероприятия по охране окружающей среды при целлюлозном производстве. Расчет санитарно-защитной зоны. Рациональное применение очистки газопылевых выбросов. Пути создания экологической технологии производства волокнистых полуфабрикатов.

2.3. Лесные биржи и подготовка древесины.

Состояние и перспективы использования различных пород древесины, отходов деревообрабатывающих и лесозаготовительных предприятий в производстве целлюлозы, полуцеллюлозы, древесной массы. Комплексное использование всей биомассы дерева. Расширение использования древесины лиственных пород. Возможности плантационного обеспечения предприятий древесным сырьем. Типы и технологические схемы лесных бирж, их оборудование. Методы сборки балансов и оборудование, использование отходов.

Измельчение балансов в щепу. Требования к щепе, используемой для получения волокнистых полуфабрикатов. Типы рубильных машин.

Сортирование щепы. Технологические схемы производства щепы. Механизация и автоматизация процессов подготовки древесины. Хранение и транспортировка технологической щепы. Хранение щепы в кучах. Пневмотранспорт щепы. Конструктивные расчеты рабочих органов оборудования лесных бирж.

2.4. Производство древесной массы.

Производство дефибрерной массы. Технологическая схема процесса и его оборудование. Теория дефибрирования древесины. Очистка и сгущение древесной массы, переработка использование отходов сортирования.

Производство древесной массы из щепы. Технологическая схема процесса и его оборудование. Особенности производства термомеханической, химико-термомеханической и химической древесной массы из щепы, применяемые виды оборудования. Сравнительная характеристика качественных показателей различных видов древесной массы. Пути снижения энергоемкости производства древесной массы.

Отбелка древесной массы и ее аппаратурное оформление. Техничко-экономические показатели производства древесной массы.

Охрана окружающей среды при производстве древесной массы. Механизация и автоматизация производства древесной массы. Пути реконструкции заводов и интенсификации древесномассных производств.

2.5. Производство небеленой целлюлозы.

2.5.1. Состояние и перспективы развития производства целлюлозы сульфитными способами

Сульфитные способы производства волокнистых полуфабрикатов. Технологические схемы производства. Качество и особенности подготовки древесины. Приготовление сульфитной варочной кислоты, регулирование его состава. Технологические схемы и оборудование кислотных цехов. Основные процессы и реакции при сульфитных способах производства полуфабрикатов. Химизм сульфитной, бисульфитной, нейтрально-сульфитной, ступенчатых варок. Основные факторы, влияющие на процесс сульфитной варки и показатели качества целлюлозы. Особенности и преимущества варки целлюлозы с кислотой на растворимых основаниях. Режимы сульфитной варки целлюлозы. Технология и оборудование для бисульфитной, нейтральносульфитной и ступенчатых способов варки, свойства получаемых полуфабрикатов, их применение. Непрерывная сульфитная варка целлюлозы. Кинетика варки. Регенерация ангидрида и тепла. Состав сдувок. Схемы регенерационных установок и их оборудование. Комплексная переработка сульфитных щелоков. Техничко-экономические показатели сульфитных способов варки. Пути реконструкции и интенсификации сульфитцеллюлозных производств.

2.5.2. Состояние и развитие производства технической целлюлозы сульфатным и натронным способами

Технологические схемы производства. Качество и особенности подготовки древесины. Основные процессы и реакции при натронном и сульфатном способах варки. Влияние основных факторов на процесс варки целлюлозы щелочными способами. Режимы сульфатной и натронной варки целлюлозы. Использование тепла паров сдувок и выдувки; улавливание летучих веществ. Варка целлюлозы высокого выхода. Варка целлюлозы с предгидролизом. Полисульфидная варка, варка с добавками антрахинона и других соединений. Свойства и применение сульфатной и натронной целлюлозы и полуцеллюлозы.

Установки для непрерывной варки целлюлозы системы «Камюр». Компоновка оборудования, расчеты по определению основных параметров: дозаторы щепы, питатель низкого давления, пропарочная камера, питающая труба, питатель высокого давления, загрузочное устройство варочного котла, циркуляционные и разгрузочные устройства. Совмещение варки промывки щепы в одной установке.

Многотрубные установки для непрерывной варки полуцеллюлозы системы «Пандия». Установки для варки целлюлозы из опилок.

Применение новых видов сырья для варки целлюлозы. Техничко-экономический анализ технологического оборудования для варки целлюлозы. Теория промывки целлюлозы. Техника периодической и непрерывной промывки, применяемое оборудование. Борьба с пенообразованием. Особенности промывки сульфатной целлюлозы.

Техничко-экономический анализ сульфатного и натронного способов получения целлюлозы. Пути реконструкции и интенсификации сульфатцеллюлозных производств.

2.5.3. Регенерация отработанных варочных растворов. Очистка сточных вод, газовых выбросов

Переработка сульфитных щелоков: регенерация серы и основания и из отработанных сульфитных щелоков.

Теория процесса выпарки черного щелока. Устройство выпарных аппаратов и работа многокорпусных выпарных станций. Теория процесса сжигания щелока. Тепловой баланс процесса сжигания щелока. Устройство содорегенерационных котлоагрегатов. Улавливание уноса химикатов при сжатию щелока. Очистка газовых выбросов. Использование вторичного тепла. Каустизация зеленого щелока, применяемое оборудование. Регенерация извести из каустизационного шлама. Кругооборот щелочи и серы в сульфатцеллюлозном производстве. Потеря щелочи и серы и степень их регенерации. Улавливание и обезвреживание дурнопахнущих сернистых соединений. Новые направления в регенерации щелочи и комплексное использование веществ, содержащихся в черном щелоке. Химическая и биологическая очистка сточных вод. Создание производств с замкнутым водопользованием.

2.5.4. Сепарирование, сортирование, обессмоливание и сгущение целлюлозы

Технологические схемы очистки отделов и применяемое оборудование для сепарирования, сортирования, обессмоливания и сгущения при производстве целлюлозы различного назначения. Переработка отходов сортирования. Использование оборотной воды.

2.6. Отбелка и облагораживание целлюлозы.

Отбелка целлюлозы различными реагентами и факторы, влияющие на нее. Химия отбелки. Применение кислорода, пероксида водорода, ферментов, пероксикислотой, озона и других новых реагентов. Способы облагораживания целлюлозы. Влияние облагораживания на свойства целлюлозы. Технология и оборудование для отбелки и облагораживания целлюлозы. Схемы отбельных цехов в производстве целлюлозы различного назначения. Динамические способы отбелки целлюлозы. Тенденции в усовершенствовании процессов отбелки. Вопросы очистки и использования сточных вод.

3. Технология и оборудование производства бумаги и картона

3.1. Основные принципы производства бумаги и картона.

Состояние и перспективы развития производства бумаги и картона. Виды бумаги и картона, классификация, области использования и свойства. Технологическая схема производства бумаги мокрым и сухим способами. Гидроаэродинамика и реология волокнистых суспензий и бумажных масс. Бумагообразующие свойства волокнистых полуфабрикатов. Принципы составления композиции бумаги и картона. Использование макулатуры. Процесс структурообразования бумаги в бумагоделательной машине.

Классификация оборудования для производства бумаги и картона. Перспективы развития и совершенствования технологии и оборудования для производства бумаги и картона. Пути снижения массы квадратного метра бумаги. Типизация бумагокартоноделательного оборудования: Основные принципы расчета, конструирования оборудования, повышение его производительности и надежности. Особенности

прочностных расчетов. Конструкционные материалы в производстве бумаги и картона. Автоматизация процесса производства бумаги и картона; производственный контроль. Охрана труда.

Рациональное водопользование. Пути создания максимально замкнутого водооборота и безотходной технологии.

3.2. Подготовка бумажной массы.

Роспуск волокнистых полуфабрикатов, оборотного брака и макулатуры. Особенности роспуска влагопрочной бумаги и макулатуры, содержащей синтетические полимеры. Размол волокнистых полуфабрикатов. Теория размола. Факторы, влияющие на процесс размола волокнистых материалов и физико-механические свойства получаемой бумаги. Взаимосвязь между структурой, химическим составом и бумагообразующими свойствами волокон.

Современное размалывающее оборудование и тенденции развития процесса размола. Гидроразбиватели, дисковые, конические, валковые и пульсационные мельницы, дефибраторы. Конструкционные материалы и их обоснование. Геометрия размольных органов и их выбор в зависимости от вида полуфабрикатов. Энергетические характеристики процесса размола. Технология и оборудование роспуска и размола волокнистых полуфабрикатов полусухим и сухим способом.

Проклейка бумаги. Теория проклейки бумаги канифольным клеем. Приготовление просеивающих систем. Факторы, влияющие на процесс проклейки бумаги. Применение синтетических проклеивающих веществ. Придание бумаге влагопрочности.

Наполнение бумаги. Характеристика наполнителей. Теория процесса наполнения бумаги. Применение флокулянтов. Факторы, влияющие на наполнение бумаги, удержание в ней наполнителей.

Крашение и подцветка бумаги.

Сортирование и очистка бумажной массы. Основные рабочие органы сортирующих машин. Сортировки вибрационные, центробежные и с гидродинамическими лопастями. Вихревые очистители, декулаторы. Гидротранспорт волокнистых суспензий; насосное оборудование.

Современные схемы массоподготовительных отделов бумажных фабрик. Особенности подготовки массы при изготовлении картона. Особенности подготовки волокнистых полуфабрикатов при получении бумаги сухим способом.

3.3. Изготовление бумаги и картона на бумагоделательных и картоноделательных машинах.

Бумагоделательная машина. Теория формования и обезвоживания полотна бумаги на сеточном столе бумагоделательной машины. Напуск бумажной массы на сетку бумагоделательной машины. Применение электролитов для улучшения свойств бумаги и повышения устойчивости работы бумагоделательной машины. Классификация бумаго- и картоноделательных машин. Особенности конструкций картоноделательных машин и пресспатов (сушильных машин). Модернизация бумагоделательных и картоноделательных машин как путь реконструкции предприятий ЦБП.

Особенности формирования полотна бумаги между двумя сетками, конструкции сеточных столов. Вопросы рационального водопользования. Методы производства бумаги с сокращенным расходом воды; отлив бумаги из массы высокой концентрации, пенный способ.

Классификация напорных ящиков бумагоделательных машин. Особенности их конструирования в зависимости от типа продукции и скорости машины. Диспергирующие устройства напорных ящиков и гидродинамическое обоснование выбора их конструкций. Конструкции потокораспределителей.

Теоретические основы процесса обезвоживания на регистровых валиках, гидропланках, мокрых и сухих отсасывающих ящиках, отсасывающем гауч-вале. Эффективность различных формующих устройств. Основы теории расчета вакуумного хозяйства сеточной части. Методы безобрывной проводки бумажного полотна по бумагоделательной машине.

Конструкции вакуум-пересасывающих устройств. Математический анализ напряжений в мокром бумажном полотне.

Прессовая часть бумагоделательной машины. Теоретические основы процесса обезвоживания на прессах. Пути повышения эффективности работы прессовой части. Прессовый импульс. Современные конструкции прессов, их классификация и оптимальные конструктивные параметры. Прессы с удлиненной зоной прессования. Роль прессовой части в формировании свойств бумаги (картона). Кондиционирование и очистка прессовых сукон. Безотрывная закрытая проводка полотна в прессовой части. Особенности конструкции прессовых частей сушильных машин. Бомбировка прессовых валов и ее технологическое значение. Конструкции валов с регулируемой бомбировкой. Технологический расчет прессов.

Сушка бумаги. Схема сушильной части бумагоделательной машины, устройство сушильных цилиндров. "Слаломная" сушка. Привод цилиндров от сукна. Теория процесса сушки бумаги, и факторы, влияющие на процесс сушки бумаги. Теория прочности бумаги. Пути интенсификации процесса сушки бумаги.

Системы пароснабжения и отвода конденсатов. Тепло- и массообмен при сушке бумажного полотна. Цилиндры большого диаметра (янки-цилиндры), их конструкции. Новые методы процесса сушки: инфракрасными лучами, ТВЧ, СВЧ, прососов воздуха через полотно, сушка на воздушной подушке. Техничко-экономическая эффективность методов сушки. Колпаки скоростной сушки. Технологическое значение холодильных цилиндров.

Методика расчета вентиляционного оборудования сушильной части.

Отбелка бумаги на бумагоделательной машине. Клеильные прессы. Поверхностная проклейка, мелование, микрокрепирование.

Каландр. Технологическое значение каландра. Теория каландрирования. Влияние каландрирования на качество бумаги. Методика расчетов валов каландра. Обоснование выбора конструкционных материалов. Требования к точности монтажа, чистоте поверхности валов, точности геометрических форм валов, жесткости станин. Причины возникновения колебаний каландра и огранки валов. Методы борьбы со статическим электричеством.

Накат. Основные конструкции. Динамика наматывания рулонов. Уравнение намотки. Плотность намотки. Требования к конструкции цилиндра наката к тамбурным валам.

Одежда машины. Виды металлических и синтетических сеток, прессовых и сушильных сукон. Принцип действия автоматической и сетко- и сукноправки. Промывка сеток и сукон.

Привод бумагоделательной машины. Технологические требования к приводу в зависимости от вытяжки и усадки бумажного полотна, композиции бумаги. Обеспечение безобрывности бумажного полотна. Многомоторные приводы. Оценка конструктивных и технологических достоинств и недостатков привода. Методики расчета потребляемой мощности бумагоделательной машины.

Переработка сухого и мокрого бумажного брака. Применение оборотной, осветленной и свежей воды в производстве бумаги и картона. Переход на максимально замкнутый цикл водоиспользования. Нормы водопотребления и требования к технологической воде при изготовлении различных видов бумаги и картона. Техничко-экономические показатели производства бумаги и картона. Снижение массы квадратного метра бумаги как важнейшая народнохозяйственная задача.

Особенности производства картона. Производство листового картона. Изготовление одно-, двух- и многослойного рулонного картона. Особенности прессования, сушки и отделки рулонного картона. Новые типы картоноделательных машин. Производство гофрированного картона.

Особенности переработки макулатуры. Способы переработки макулатуры. Роспуск, очистка, облагораживание и тепловая обработка макулатуры, применяемое оборудование. Технично-экономические показатели переработки макулатуры.

Особенности изготовления товарной целлюлозы на пресспатах (сушильных машинах).

Параметры современных бумагоделательных машин. Технологическое и конструктивное сходство и различие бумагоделательных и картоноделательных машин. Прогноз развития на ближайшую перспективу.

Технология и оборудование получения бумаги сушим способом. Пути обеспечения межволоконных связей.

Охрана труда при эксплуатации бумаго- и картоноделательных машин. Пути снижения вибрации, шума, тепловыделения и других вредных воздействий при разработке и эксплуатации бумаго- и картоноделательных машин.

3.4. Отделка, резка и упаковка бумаги и картона.

Отделочные машины. Роль отделочных машин в повышении качества бумаги. Суперкаландры. Основы теории суперкаландрирования бумаги. Основные узлы суперкаландров. Характеристика физико-химических процессов в зоне контакта «бумажного» и металлического валов. Радиальная деформация валов, деформация сдвига в зоне площадки деформации и их влияние на качественные характеристики бумаги.

Продольно-резательные и перемоточные станки. Конструктивная и технологическая компоновка узлов. Натяжение бумаги. Принципы автоматизации, регулирования и управления работой станка. Особенности новых видов и специальных станков. Анализ причин обрывности и брака бумаги на продольно-резательных станках. Бобинорезательные станки. Гильзозклеильные и гильзорезательные станки. Рулоноупаковочные машины. Бумагорезательные машины. Типы бумагорезательных машин. Механизмы продольной и поперечной резки. Конвейеры и листоукладчики. Анализ причин брака бумаги. Транспорт и хранение готовой продукции. Внутрицеховой транспорт и упаковка целлюлозы. Упаковка и транспорт рулонов бумаги и картона. Средства механизации погрузочно-разгрузочных работ. Погрузо-разгрузочные машины.

3.5. Основы монтажа и ремонта бумагоделательного оборудования.

Специфические особенности технологического оборудования: поточность и непрерывность технологических процессов, крупные геометрические размеры и вес оборудования, большая протяженность инженерных коммуникаций.

Основные допуски на точность монтажа бумаго- и картоноделательных машин и их обоснование. Характер деформации фундаментов, действующих силовых и температурных факторов при эксплуатации машин. Предельно допустимые осадки и деформации фундаментов машин в процессе эксплуатации. Основные принципы научной организации ремонтной службы на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности. Пути реконструкции бумажных и картонных предприятий и интенсификации производства.

3.6. Свойства бумаги и картона.

Основы метрологии и квалиметрии бумаги и картона.

Бумагообразующие свойства различных волокнистых материалов и их пригодность для изготовления отдельных видов бумаги и картона. Структура бумаги и картона. Сопротивление бумаги к разрыву и удлинение до разрыва (растяжимость). Сопротивление излому. Сопротивление продавливанию. Сопротивление надрыву и раздиранию.

Жесткость. Влагопрочность. Упруго-релаксационные свойства бумаги. Пластификация бумаги. Торцевая жесткость картона.

Капиллярные и гигроскопические свойства бумаги. Впитывающая способность. Деформация бумаги при увлажнении и остаточная деформация. Оптические свойства бумаги. Светопроницаемость и прозрачность. Белизна и ее стабильность. Типографические свойства бумаги. Структура поверхности и мягкость бумаги. Взаимодействие печатной краски с бумагой. Бумага как диэлектрик и проводник электрического тока. Особые свойства бумаги и методы их достижения, долговечность. Биостойкость. Огнестойкость. Односторонняя гладкость бумаги. Барьерные свойства: газо-, паро-, водо-, жиронепроницаемость.

Дефекты бумаги. Скручиваемость и волнистость. Пылимость и выщипываемость с поверхности. Электризация бумаги. Разносторонность. Воздушные пузыри и пятна.

4. Технология и оборудование для обработки и переработки целлюлозы, бумаги и картона

4.1. Теоретические основы производства целлюлозных композиционных материалов, синтетической бумаги и бумагоподобных материалов и применяемое оборудование.

4.1.1. Целлюлоза, бумага и картон как полимерные объекты переработки

Понятие о целлюлозных композиционных материалах, синтетической бумаге и бумагоподобных материалах и их классификация. Роль надмолекулярной структуры и релаксационного состояния полимеров в процессе переработки целлюлозных материалов. Применение фазовых диаграмм при выборе пластификаторов и растворителей для покровных и пропиточных составов в процессах переработки целлюлозных материалов. Химические превращения целлюлозы и других полимеров в процессах переработки. Реологическое поведение полимерных композиций в процессах переработки.

4.1.2. Основные процессы технологии переработки целлюлозных материалов

Процессы пропитки, нанесения покрытий, ламинирования. Оборудование для приготовления и нанесения покровных и пропиточных составов на бумагу и картон. Устройства для диспергирования и растворения (периодического и непрерывного действия). Смесители для приготовления покровных и пропиточных составов на бумагу и картон. Устройства для нанесения покрытий и дисперсий, растворов и расплавов полимеров (нанесение покрытий фильерным, валиковым, шаберным методами). Копировальные машины. Экструдеры. Машины для пропитки; схемы одно- и двухступенчатых узлов. Сушильные устройства. Устройства для нанесения порошков, ворса механическим способом и в электростатическом поле.

4.1.3. Модульный принцип построения технологических схем, применяемых при переработке целлюлозных материалов, производстве целлюлозных композиционных материалов, синтетической бумаги бумагоподобных материалов

Особенности эксплуатации технологических схем. Экологические особенности (узлы подготовки и регенерации реагентов, использование воспроизводимого сырья, утилизация продукции, вышедшей из употребления, использование сухих отходов, очистка промышленных выбросов, переход к замкнутым циклам и безотходной технологии). Оптимизация, автоматизация и повышение надежности технологических схем. Пути реконструкции технологических схем и оборудования с целью интенсификации производства целлюлозных композитных материалов.

4.1.4. Основные цели и методы модификации свойств бумаги

Композиционная, структурная, плоскостная, химическая, колористическая и др.

4.1.5. Эксплуатационные свойства продуктов переработки целлюлозных композиционных материалов, синтетических бумаг и бумагоподобных материалов

Методы оценки специфических свойств продуктов. Математическая модель эксплуатационных свойств целлюлозных композиционных материалов, синтетической бумаги и бумагоподобных материалов. Прогнозирование требуемых свойств.

4.2. Технология и оборудование производства основных видов целлюлозных композиционных материалов, синтетических бумаг и бумагоподобных материалов.

**4.2.1. Носители информации (мелование бумаги, перфоленты, перфокарт, регистрирующие бумаги; бумаги — носители механической информации).
Материалы для механизации проектно-конструкторских работ**

4.2.2. Тароупаковочные материалы

Гофрированный картон, полиэтиленированная мешочная бумага, упаковочные бумаги с высокими прочностями, барьерными и специфическими свойствами, тарный картон склеенный и оклеенный; клеевая лента, промышленная липкая этикетка, пергамент.

4.2.3. Материалы декоративного назначения

Переpletные материалы, обои, материалы с декоративным волокнистым покрытием.

4.2.4. Материалы конструкционного назначения

4.2.5. Материалы электротехнического назначения

Диэлектрики, конденсаторные бумаги, электроизоляционные и электропроводящие бумаги, термостойкие изоляционные бумаги на основе волокна филотон и композиты).

4.2.6. Фильтрующие материалы

4.2.7. Материалы санитарно-гигиенического назначения

4.2.8. Синтетическая бумага и бумагоподобные материалы

Синтетическая бумага пленочного типа, синтетическая бумага волокнистого типа, бумагоподобные материалы из базальтовых и механических волокон.

4.2.9. Технология получения эфиров целлюлозы

Ацетилцеллюлоза, карбоксиметилцеллюлоза. Пластмассы, пленки, волокна на основе эфиров целлюлозы, применение водорастворимых эфиров целлюлозы.

5. Гидролизные и микробиологические производства

5.1. Гидролиз древесины.

Особенности химического состава и анатомического строения древесины лиственных и хвойных пород и растительных отходов сельскохозяйственного производства. Химическое строение высокомолекулярных компонентов и экстрактивных веществ древесины. Строение, надмолекулярная структура и свойства целлюлозы и гемицеллюлоз из различных видов растительного сырья.

Технологическая характеристика отходов лесопиления и деревообработки, а также низкотоварной ствольной древесины. Характеристика сельскохозяйственных отходов: Стержней початков кукурузы, подсолнечной лузги, рисовой шелухи, хлопковой шелухи и т.п. Требования к качеству сырья по техническим условиям.

Значение продуктов гидролитической переработки древесины и микробиологического синтеза для народного хозяйства страны. История развития, современный уровень и перспективы производства кормового белка, премиксов, этанола, фурфурола и его производных, пищевого ксилита и других продуктов. Новые направления развития гидролизных производств. Гидролизные производства за рубежом.

5.1.1. Механизм гидролиза полисахаридов растительной ткани

Механизм гидролитического расщепления гликозидных связей полисахаридов. Действие катализаторов. Влияние температуры, концентрации кислоты, солей. Гидролиз в гомогенных и гетерогенных условиях. Природа трудной гидролизуемости целлюлозы. Методы повышения реакционной способности целлюлозы. Поведение гемицеллюлоз при гидролизе. Продукты гидролиза полисахаридов. Сравнительная реакционная способность моносахаридов и механизм их вторичных превращений в присутствии кислот и их солей. Механизм кислотно-каталитических превращений соединений фуранового типа. Превращение лигнина и экстрактивных веществ в условиях гидролиза. Основные

особенности гидролиза полисахаридов концентрированными кислотами. Ферментативный гидролиз полисахаридов.

5.1.2. Кинетика гидролиза полисахаридов растительной ткани разбавленными кислотами

Классификация методов гидролиза по кинетическим, макрокинетическим и техническим признакам. Методы определения констант скорости гидролиза полисахаридов. Уравнения последовательно текущих реакций. Реальный выход моносахаридов при одноступенчатом гидролизе. Диффузия и вытеснение моносахаридов из толщи гидролизуемого сырья. Гидродинамические явления при перколяционном гидролизе. Особенности вертикальной, горизонтальной, совмещенной и восходящей перколяции. Неравномерность движения потоков жидкости; распределение температуры в гидролизаппарате. Графоаналитический метод расчета реального выхода моносахаридов при перколяционном гидролизе.

Теоретические обоснования технологических режимов гидролиза. Методы повышения концентрации и выхода РВ при гидролизе. Высокотемпературный гидролиз.

Влияние различных технологических факторов на химический состав гидролизатов. Качественный и количественный состав гидролизатов.

5.1.3. Технология гидролизно-дрожжевого производства

Подготовка, транспорт, измельчение, сортировка и хранение гидролизного сырья. Конструктивные особенности гидролизаппаратов периодического действия. Методы защиты аппаратов от коррозии. Технологические режимы перколяционного гидролиза растительного сырья разбавленной серной кислотой. Технологические параметры гидролиза легко- и трудногидролизуемых полисахаридов при двухстадийных (пентозно-гексозном и фурфурольно-гексозном) режимах гидролиза.

Характеристика субстратов, применяемых при производстве кормовых дрожжей. Гидролизаты, предгидролизаты, барда гидролизно-спиртовых и сульфитно-спиртовых заводов. Сульфитные щелока. Подготовка субстратов: нейтрализация, обогащение питательными солями, охлаждение, аэрация и осветление. Флокуляционная очистка гидролизата и нейтрализата. Селекция микроорганизмов. Получение чистой культуры дрожжей. Очистка воздуха. Устройство ферментаторов. Методы распыления при выращивании дрожжей. Математическое описание процессов выращивания дрожжей в аппаратах эрлифтного типа. Ферментаторы с интенсивным массообменом.

Типы сгустителей для дрожжевой суспензии. Флотаторы, сепараторы, выпарные установки. Плазмолиз дрожжей. Сушка дрожжевой суспензии. Газо-контактный метод сушки дрожжей в распылительной сушилке. Общая технологическая схема процесса получения кормовых дрожжей. Методы расчетов основного технологического оборудования.

Качество кормовых дрожжей. Обогащение дрожжей витаминами, антибиотиками и аминокислотами. Получение премиксов. Характеристика основного оборудования.

Технико-экономическая характеристика производства кормовых дрожжей и премиксов.

Новые направления гидролизно-дрожжевого производства. Получение пищевых дрожжей и аминокислот. Производство белково-углеводных кормов.

5.1.4. Технология гидролизно-спиртового производства.

Основные особенности режима гидролиза хвойной древесины в гидролизно-спиртовом производстве. Двухстадийный режим перколяционного гидролиза. Выход и концентрация РВ в гидролизате. Состав гидролизата. Технологическая схема подготовки гидролизата и сульфитных щелоков к биохимической переработке. Химизм и технология спиртового брожения. Основное оборудование гидролизно-спиртового производства. Оптимизация процесса. Технологическая схема выделения этанола из бражки и его очистка от примесей. Состав гидролизного и сульфитного этанола. Требования стандартов к качеству этилового спирта. Технико-экономическая характеристика спиртового

производства. Перспективы совершенствования спиртового производства. Получение топливного этанола.

5.1.5. Технология гидролизно-фурфурольного производства.

Характеристика пентозансодержащего сырья для получения фурфурола.

Кинетика и механизм образования фурфурола при кислотнo-гидролитической обработке гемицеллюлоз растительного сырья. Химизм превращений соединений фуранового типа при кислотнo-каталитической обработке.

Технология получения фурфурола из пентозансодержащего сырья. Технологический процесс получения фурфурола в непрерывно-действующем и периодическом аппарате. Автокатализ, использование кислотных и солевых катализаторов в производстве фурфурола.

Ректификационные методы выделения фурфурола и его очистки от примесей. Требования к качеству технического фурфурола. Аутооксидация фурфурола при его хранении. Методика расчета реального выхода фурфурола.

Технологическая схема процесса и оборудование при получении фурфурола из конденсатов паров самоиспарения гидролизата и вакуум-охлаждения нейтрализата.

Основное оборудование гидролизно-фурфурольного производства, его характеристика и методы расчета.

Свойства и области применения фурфурола. Синтез фурфурилового и тетрагидрофурфурилового спирта, фурана, тетрагидрофурана и фурановых смол. Применение полимеров фуранового типа. Производство фурфурола за рубежом.

5.2. Производство пищевого ксилита.

Химическая характеристика пентозансодержащего сырья для получения ксилита. Основные особенности механизма и кинетики гидролитических превращений полисахаридов гемицеллюлоз. Режимы и аппаратура для облагораживания растительного сырья и пентозного гидролизата. Характеристика пентозного гидролизата. Инверсия пентозных гидролизатов и их очистка от коллоидов и минеральной кислоты. Понятие о доброкачественности гидролизатов. Характеристика ионообменных смол и методы очистки ими растворов ксилозы. Подготовка пентозных гидролизатов для гидрирования. Получение водорода. Химизм и технология гидрирования ксилозных растворов. Схема технологического процесса получения ксилита и ксилитана. Методы кристаллизации ксилита. Области использования ксилита. Требования к качеству кристаллического ксилита. Основное оборудование и его характеристика. Технология ксилитно-сорбитного сиропа.

5.3. Комплексное использование сырья в гидролизном производстве и охрана окружающей среды.

Общая характеристика и методы использования гидролизного лигнина. Использование лигнина в качестве топлива. Карбонизация лигнина.

Производство жидкой и твердой углекислоты. Физико-химические свойства диоксида углерода и основные принципы его сжижения. Технологическая схема и оборудование для производства жидкой и твердой углекислоты из газов брожения.

Характеристика и методы использования и очистки последрожжевой бражки. Характеристика сточных вод гидролизных заводов. Предельно допустимые концентрации по основным токсическим соединениям. Методы механической, химической и биологической очистки сточных вод. Предотвращение загрязнения водоемов путем внедрения оборотных схем водопользования. Характеристика и методы очистки оборотных вод. Характеристика парогазовых выбросов гидролизного производства и их рекуперация.

5.4. Технология комплексной переработки сульфитных щелоков и предгидролизатов сульфитно-целлюлозного производства.

Образование, отбор, состав и свойства сульфитного щелока. Основные сведения о сульфитных способах производства целлюлозы. Образование продуктов превращения гемицеллюлоз. Факторы, влияющие на стабильность сахаров при сульфитных варках. Гидролиз гемицеллюлоз при сульфитных варках древесины. Отбор сульфитного щелока. Общая характеристика сульфитных щелоков. Физические свойства. Состав сульфитных щелоков. Карбонилбисульфитные соединения. Бисульфитные соединения моносахаридов. Несахарные карбонилбисульфитные соединения. Влияние несахарных карбонильных соединений на моносахариды в бисульфитных растворах. Получение биологически доброкачественных субстратов сульфитных щелоков. Десульфитация щелока. Инверсия олигосахаридов сульфитных щелоков. Приготовление субстрата. Двухступенчатая нейтрализация, окисление фенольных веществ. Обогащение питательными веществами. Переработка биохимически утилизируемых углеродсодержащих веществ сульфитных щелоков. Выращивание кормовых дрожжей. Спиртовое брожение. Характеристика основного оборудования. Основные требования к режиму упаривания сульфитно-дрожжевой бражки. Основные направления использования лигносульфонатов.

6. Технология лесохимических продуктов и биологически активных веществ

Основные направления использования биомассы дерева как возобновляемого источника органического сырья. Пути решения топливно-энергетических проблем при использовании продуктов химической и термической переработки биомассы дерева. Основные пути использования древесных отходов и низкотоварной древесины. Задачи по развитию основных отраслей промышленности по химической переработке растительного сырья. Значение лесохимических продуктов и биоактивных веществ в народном хозяйстве.

6.1. Общая характеристика биомассы дерева – сырья для производства лесобиохимических продуктов и биологически активных веществ.

Особенности химического состава и анатомического строения древесины, коры, листьев (хвои). Химическое строение высокомолекулярных компонентов и экстрактивных веществ дерева. Технологическая характеристика отходов лесопиления и деревообработки, а также низкотоварной ствольной древесины. Требования к качеству сырья по ГОСТ. Запасы и районы концентрирования сырья для промышленности по химической переработке биомассы дерева.

6.2. Пирогенетическая переработка древесины.

История развития пиролиза. Роль и значение продуктов пиролиза (смолы, угля, уксусной кислоты) в народном хозяйстве. Перспективы развития промышленности по пирогенетической переработке древесины. Основные направления в техническом прогрессе с целью повышения эффективности процессов и улучшения качества продукции. Роль и значение пиролиза в комплексных схемах переработки отходов. Задачи и перестройки промышленности в свете научно-технических разработок последних лет.

6.3. Теория пиролиза древесины.

Способы нагрева древесины различными теплоносителями и связанное с этим различие в кинетике термической деструкции компонентов древесины. Пиролиз основных компонентов древесины (целлюлозы, лигнина, гемицеллюлозы) кинетика распада, влияние температурно-временных параметров процесса на механизм термораспада. Последовательность распада основных компонентов и их взаимное влияние на термораспад.

Химизм образования уксусной кислоты, метанола, фенолов, фурфурола, левоглюкозана и др. Направления поиска путей увеличения их выхода. Структура угля и процесс его образования. Пути увеличения выхода угля и формирования его структуры. Газификация и ожижение древесины.

6.4. Технология пиролиза древесины.

Виды сырья для пиролиза. Биржа сырья и основное оборудование. Первичная обработка сырья. Сушка технологической древесины. Способы сушки и конструкции сушильных устройств. Материальный и тепловой балансы процесса пиролиза. Термодинамический расчет процесса. Типы реторт.

Влияние сырьевых и режимных факторов на процесс пиролиза и выход продуктов. Каталитические способы пиролиза древесины.

Основные пути интенсификации процессов пиролиза древесины на действующих предприятиях и на вновь проектируемых. Роль пиролиза древесины в схемах комплексной переработки в сочетании со смежными производствами в отраслях лесного комплекса. Техничко-экономическое сравнение различных способов пиролиза древесины.

6.5. Улавливание пироконденсатов из парогазов.

Схемы первичной обработки парогазов. Выбор и обоснование схемы первичной обработки парогазовых смесей. Основное оборудование. Схемы улавливания. Порядок расчета основных аппаратов. Состав пиролизата. Способы переработки пиролизатов. Техничко-экономические показатели переработки пиролизатов. Основные аппараты для переработки жижки и методика их расчета. Вопросы целесообразной глубины переработки жижки в зависимости от масштабов сырьевой базы, вида сырья и его состава.

6.6. Переработка первичных продуктов пиролиза.

Получение уксусной кислоты. Качество кислоты и применение ее в народном хозяйстве. Производство ацетатных растворителей. Показатели производства бутил- и этилацетата. Производство формальдегида. Технологическая схема производства формалина на основе метанола, теоретические основы процесса и основное оборудование.

Древесные пирогенные смолы и их переработка. Виды смол и их общая характеристика. Химический состав отстойной и растворимой смолы. Теоретические основы маслообразования при разгонке отстойной смолы. Физико-химические свойства продуктов разгонки смолы. Непрерывный способ разгонки смолы. Технологическая схема процесса. Порядок расчета основных аппаратов. Выход продуктов разгонки смолы и их основное применение. Способы переработки растворимой смолы. Новые направления использования смол пиролиза древесины.

Химико-технический контроль производства на предприятиях первичной переработки продуктов пиролиза древесины. Значение хроматографических методов при исследовании химического состава продуктов пиролиза и химико-техническом контроле производства. Переработка древесного угля. Производство активированных углей, способы их получения и применение. Производство карбюризатора, технология процесса, характеристика продукта и его применение. Брикетирование угля, связующие, применяемые при брикетировании, технологическая схема производства окисленного угля. Перспективы совершенствования технологии получения древесного угля. Получение угля из отходов целлюлозно-бумажного производства и пути их использования. Основное оборудование по переработке угля и его характеристика. Методы расчета.

6.7. Охрана природы на предприятиях по термической переработки древесины.

Современные требования охраны окружающей среды на заводах пиролиза древесины. Характеристика проток и газовых выбросов. Технологические схемы очистки

промстоков. Достижение передовых заводов. Научно - исследовательские работы и предложения по ликвидации вредных выбросов. Мероприятия по уменьшению водопотребления. Возможности организации технологических процессов с замкнутым водоснабжением и с газовоздушным охлаждением.

6.8. Технология экстрактивных веществ дерева.

История развития канифольно-скипидарных производств, современное состояние и перспективы развития производства экстрактивных веществ дерева и их значение для народного хозяйства.

6.9. Канифольно-терпентинное производство.

Подсочка лесов. Строение смолоходов соснового дерева, физиология смолы выделения. Основная подсочная терминология. Промышленные способы добычи живицы. Химическое воздействие при подсочке. Использование биостимуляторов при подсочке. Химический состав и свойства живицы. Требования ГОСТа. Тара под живицу. Способы хранения живицы и транспортировка. Характеристики основных технологических операций. Первичная обработка сырья, плавка живицы, отгонка скипидара, уваривание канифоли. Розлив канифоли. Химическое превращение терпеновых углеводов и смоляных кислот в основных технологических процессах. Режимы работы основного производственного оборудования. Материальный и тепловой балансы канифольно-терпентинных производств. Основное оборудование по переработке живицы. Качественная характеристика живичной канифоли и скипидара. ГОСТ на канифоль и скипидар. Химико-технологический контроль производства. Техно-экономические показатели канифольно-терпентинного производства. Охрана труда на промышленных предприятиях. Охрана окружающей среды. Очистка промстоков и газовых выбросов на предприятиях переработки живицы, схемы и оборудование очистных сооружений.

6.10. Канифольно-экстракционное производство.

Перспективы развития канифольно-экстракционных производств. Сырье для канифольно-экстракционных производств. Виды смолистой древесины и химический состав экстракционных веществ. Качественная характеристика пневого осмола. ГОСТ на пневый осмол. Способы механизированной заготовки осмола. Техно-экономические сравнения способов заготовки пневого осмола. Прижизненное просмоление и другие виды смолистой древесины. Биржа сырья канифольно-экстракционного завода /КЭЗ/. Способы учета пневого осмола. Оборудование биржи КЭЗ. Транспортировка и подготовка сырья. Характеристика основного оборудования измельчительного отделения КЭЗ: (рубительные машины, сортировки, устройство для измельчения, подача щепы в экстракторы). Охрана труда и техника безопасности в измельчительном отделении.

Теоретические основы процесса экстракции. Факторы, влияющие на процесс извлечения смолистых веществ из древесины (степень измельчения, влажность щепы, циркуляция растворителя, температура кипения растворителя). Промышленные способы экстракции. Основное оборудование экстракционного отделения. Математическое описание процесса экстракции смолистых веществ из древесины. Использование отработанной щепы.

Сравнительная характеристика батарейно-противоточного, батарейно-дефлегмационного (оросительного) и смешанного способа экстракции. Материальный и тепловой балансы экстракционных способов переработки смолистой древесины. Расход растворителя, коэффициент извлечения, остаточная смолистость отработанной щепы. Возможность организации непрерывных способов экстракции смолистых веществ из древесины. Правила безопасности и охрана труда.

Переработка мисцеллы. Состав мисцеллы. Технологическая схема переработки мисцеллы с получением канифоли, скипидара, флотомасел. Способы расчета основного оборудования процесса переработки мисцеллы. Химические превращения экстрактивных веществ при экстракции и переработке мисцеллы. Способы расчета канифолеиспарительной колонны. Выход продукции из единицы сырья. Химический состав и качественная характеристика канифоли и скипидара. Химико-технический контроль производства. Техничко-экономические показатели процессов. Очистка промстоков и газовых выбросов на КЭЗах.

6.11. Получение лесохимических продуктов на сульфатноцеллюлозных производствах.

Сбор сульфатного мыла и сульфатного скипидара. Разложение сульфатного мыла. Химизм процесса, аппаратурное оформление его. Технологическая схема переработки таллового масла с получением жирных кислот, талловой канифоли, дистиллированное талловое масло. Основные аппараты технологического процесса переработки сульфатного мыла. Очистка сульфатного скипидара - сырца от сернистых соединений, ректификация, химическая очистка. Особенности химического состава сульфатного скипидара и талловой канифоли. Получение одоранта сульфана и синтез диметилсульфоксида. Применение продуктов переработки сульфатных щелоков в народном хозяйстве. Техничко-экономические показатели производства. Химико-технический контроль производства и методы анализа сырья и продуктов. Значение утилизации побочных продуктов сульфатноцеллюлозного производства при решении проблемы охраны окружающей среды.

6.12. Производство вторичных продуктов на основе канифоли и скипидара.

Состав экстрактивных веществ различных пород древесины. Строение и свойства терпеноидов. Производные канифоли. Получение эфиров канифоли. Химизм реакций и технологические схемы процесса. ГОСТ на эфиры канифоли (глицериновый, гликолевый, пентаэритритовый). Получение гидрированной, диспропорционированной и полимеризованной канифоли. Химизм реакций, технологические схемы производства, основное оборудование. Способы модификации канифоли. Применение производных канифоли в народном хозяйстве. Производные скипидара. Получение индивидуальных компонентов скипидара путем ректификации. Производство синтетической камфары на основе скипидара. Химизм отдельных стадий синтеза камфары. Технологическая схема процесса. Пути интенсификации технологических процессов производства синтетической камфары. Применение камфары. Техничко-экономические показатели производства на основе скипидара. Производство окситерпеновых смол и терпенкооксилиновых лаков. Получение терпингидрата, терпинеола и др. Методы анализа сырья, продуктов и контроль производства. Хроматографический анализ терпенов и продуктов их химической переработки. Охрана труда и окружающей среды. Способы очистки промстоков и газовых выбросов.

6.13. Технология древесной зелени и коры.

Запасы древесной зелени и коры. Перспективы развития производства. Технология и оборудование для производства хлорофиллокаротиновой пасты, тяжелых эфирных масел, хлорофиллина натрия, провитаминового концентрата. Производство хвойно-лечебного экстракта. Получение хвойной витаминной муки. Комплексная переработка древесной зелени и коры. Применение в народном хозяйстве биологически активных веществ. Техничко-экономические показатели производства. Противопожарные мероприятия. Химико-технический контроль. Охрана окружающей среды.

7. Технология и оборудование производства древесноволокнистых, древесностружечных плит и слоистых пластиков, модификация древесины

Современное состояние производства плитных древесных материалов. Развитие промышленности древесноволокнистых и древесностружечных плит на базе использования отходов деревообработки, лесопиления, лесозаготовок и низкосортной древесины. Перспективы развития промышленности древесных плит и пластиков.

7.1. Древесина как сырье в производстве древесных плит и пластиков.

Значение и роль древесины в народном хозяйстве. Строение и свойства древесины как оптимального биогенного материала. Характеристика основных отходов деревообработки, лесопиления и лесозаготовок и значение их утилизации для народного хозяйства. Лесные ресурсы и их использование.

Свойства древесины, важные в производстве древесноволокнистых, древесностружечных плит и древесных пластиков. Древесина как пористое тело. Влияние тепла и влаги на свойства древесины.

7.2. Технология получения, свойства и применение синтетических полимеров.

Аминоальдегидные полимеры. Исходное сырье. Особенности взаимодействия карбамида и меламин с формальдегидом. Строение и отверждение аминоальдегидных смол. Производство олигомерных аминоальдегидных смол. Модифицированные аминоальдегидные полимеры. Свойства и применение аминоальдегидных олигомеров в производстве бумажных слоистых пластиков, древесно-стружечных плит, синтетических клеев.

Фенолоальдегидные полимеры. Исходное сырье. Особенности взаимодействия фенолов с альдегидами. Строение и отверждение фенолоальдегидных олигомеров. Технология новолачных и резольных смол. Модифицированные фенолоальдегидные полимеры. Свойства и применение фенолоформальдегидных смол в производстве фенопластов, древеснослоистых, бумажнослоистых пластиков, древесностружечных плит, синтетических клеев.

Полиэфиры. Исходное сырье. Закономерности образования полиэфиров. Алкидные полимеры. Свойства и применение. Ненасыщенные полиэфиры.

Полиуретаны. Исходное сырье. Особенности получения и отверждения полиуретанов. Пенополиуретаны. Свойства и применение полиуретанов.

Токсичность исходного сырья и полимерных материалов. Пути снижения токсичности.

Способы очистки сточных вод в технологических процессах производства связующих и полимерных материалов. Переход на малоотходную и безотходную технологию производства полимерных материалов.

Испытание связующих, клеев и лаков на физические и физико-химические свойства, внешний вид, плотность, вязкость, концентрацию, жизнеспособность, скорость отверждения, содержание воды и летучих, усадку, химический состав.

Испытание связующих, клеев и лаков на механические свойства, твердость, прочность на изгиб, сжатие и растяжение, стойкость клеевых соединений и покрытий к действию воды, атмосферных условий, химических реагентов и температуры. Методы контроля качества клеевых соединений и покрытий.

7.3. Основные сведения о резании, измельчении и размоле древесины.

Современное состояние производства и оборудования древесноволокнистых и древесностружечных плит в России и за рубежом. Значение древесных плит в общем развитии народного хозяйства России. Обоснование для развития в России промышленности древесноволокнистых и древесностружечных плит на базе использования отходов деревообработки, лесопиления, лесозаготовок и низкосортной

древесины. Задачи повышения эффективности и комплексной переработки древесины. Перспективы развития промышленности древесных плит в России.

Размол древесных частиц. Принципы и физические явления при размолу древесных частиц в дефибраторе, рафинаторе, мельницах. Геометрия древесных частиц, ее влияние на свойства плитных материалов.

Рубительные машины. Классификация машин. Дисковые машины. Характер резания в малоножевых и многоножевых машинах.

Устройство машин. Барабанные рубительные машины. Мощность и производительность машин.

Стружечные станки. Дисковые станки. Станки с ножевым валом. Станки фрезерного типа. Центробежные станки. Станки вторичного измельчения. Мельницы. Молотковые дробилки. Мощность и производительность стружечных станков.

Оборудование для размолу древесины. Дефибраторы. Рафинаторы. Мельница Бауэра.

Технологические схемы подготовки сырья в производстве плитных материалов. Использование отходов как природоохранные мероприятия.

Оборудование для хранения древесных частиц. Конструкции бункеров. Дозирующие устройства.

Сушилки для измельченной древесины и волокна. Классификация сушилок. Пневматические и пневмомеханические сушилки. Барабанные сушилки. Комбинированные сушилки. Предотвращение пожаров.

Сортировка древесных частиц. Классификация сортирующих устройств. Механические сепараторы. Воздушные сепараторы. Инерционно-пневматические сепараторы.

Смесители. Классификация смесителей. Устройства для распыления связующих. Лопастные смесители. Быстроходные смесители. Мощность привода и производительность смесителя. Массные бассейны.

Формирующие машины. Принципы формирования ковра (пакета). Классификация машин. Дозирование частиц. Сепарирование и ориентирование частиц при формировании ковра (пакета). Конструкции формующих машин. Машины для формирования ковра в производстве ДВП сухим способом. Отливные машины.

Основные сведения о прессах. Классификация прессов. Схемы прессования. Конструктивные элементы прессов: станина, подвижный стол, гидроцилиндры, нагревательные плиты, уплотнения, трубопроводы. Системы нагрева и охлаждения плит. Теплоносители. Механизмы одновременного смыкания плит пресса.

Гидравлический привод прессов. Упрессовка. Основные типы гидропривода прессов. Насосно-аккумуляторный привод.

Диаграмма прессования. Цикл прессования. Вспомогательное время. Прессование в непрерывном прессе.

Конструкции прессов. Многопролетные прессы. Однопролетные прессы. Пресса непрерывного действия. Околопрессовая механизация. Механизмы загрузки и выгрузки пресса. Конвейерные системы. Линии прессования. Схемы линий прессования древесных плит в прессах различных типов.

Расчеты прессов. Производительность пресса. Эффективное усилие пресса. Мощность привода прессов непрерывного действия.

Кондиционирование плит. Камеры кондиционирования. Веерные охладители. Камеры термообработки ДВП.

7.4. Теоретические основы создания плитных древесных материалов.

Физико-химические основы образования плитных древесных материалов. Характеристика явлений прилипания и склеивания. Когезия и аутогезия высокомолекулярных соединений. Основные теории адгезии: механическая спецификация, адсорбционная, диффузионная, электрическая.

7.5. Технология древесностружечных плит.

Виды древесностружечных плит. Физико-механические свойства плит, классификация и области применения. Развитие производства древесностружечных плит в России и за рубежом.

Теоретические основы образования древесностружечных плит. Строение и структура материала. Физико-химические процессы, происходящие при образовании плит. Отверждение карбамидоформальдегидных олигомеров и их взаимодействие с древесиной в условиях образования древесностружечных плит. Влияние технологических факторов, свойств связующего и наполнителя на физико-механические характеристики плит.

Основные технологические схемы производства древесностружечных плит. Влияние поды древесины на физико-механические свойства плит. Требования к размерам и свойствам древесных частиц для древесностружечных плит. Влияние технологических факторов на процесс измельчения древесины. Влияние формы и размеров частиц на свойства плит.

Сушка измельченной древесины. Влажность сухих частиц для различных видов плит и ее влияние на процесс склеивания. Технология сушки в барабанах, ленточных, пневматических, комбинированных сушилках, в сушилках с сопловым дутьем и других. Режим сушки. Интенсификация процесса сушки.

Смешивание измельченной древесины со связующим. Дозирование измельченной древесины и связующего. Способы введения компонентов связующего. Эффективность различных типов смесителей. Влияние количества связующего, скорости желатинизации, вязкости, содержания свободного формальдегида на свойства плит и условия работы. Влияние гидрофобизаторов, антисептиков и антипиренов.

Формирование пакетов или ковра. Принципы формирования трехслойных и многослойных плит. Влияние формирования на качество плит.

Предварительное уплотнение. Назначение уплотнения. Способы предварительного уплотнения.

Горячее прессование древесностружечных плит. Способы прессования в зависимости от направления усилий прессования. Периодический способ плоского прессования в однопролетных и многопролетных прессах. Непрерывный способ плоского прессования. Факторы прессования для различных видов плит: температура, удельное давление, продолжительность и другие. Производительность пресса. Зависимость режима прессования от количества связующего, влажности композиции, плотности плит. Физико-химические и тепловые процессы при прессовании древесностружечных плит. Методы интенсификации процесса прессования.

Кондиционирование древесностружечных плит. Окончательная обработка плит. Обрезка, шлифование. Выдержка и хранение плит.

Гидрофобизация древесностружечных плит. Методы придания временной и постоянной водостойкости. Введение гидрофобных добавок в расплавленном виде и в виде дисперсии.

Придание плитам биостойкости. Применяемые антисептики, способы введения. Придание плитам огнестойкости. Применяемые антипирены, способы введения.

Снижение токсичности древесностружечных плит, применяемые способы, методы контроля.

Производство плит сухим способом из однолетних растений (льняной и конопляной костры, стеблей хлопчатника, камыша и т.п.). Особенности производства, технологическая схема, свойства плит.

Классификация оборудования. Основные требования, предъявляемые к машинам. Структурная, технологическая, кинематическая, гидравлическая, электрическая схемы машины. Производительность и эффективность машин. Методологические принципы развития комплексной механизации и автоматизации производства древесных плит и

пластиков. Общие условия безопасности, промышленной санитарии и охраны окружающей среды.

Технико-экономические показатели производства древесно-стружечных плит. Условия труда, техника безопасности, защита окружающей среды. Контроль процесса производства и качества готовой продукции. Стандартизация и управление качеством древесностружечных плит.

7.6. Технология древесноволокнистых плит.

Виды древесноволокнистых плит. Свойства, квалификация и области применения. Развитие производства древесноволокнистых плит в России и за рубежом.

Теоретические основы образования древесноволокнистых плит. Физико-химические процессы, происходящие при образовании плит. Факторы, оказывающие влияние на структуру и прочность древесноволокнистых плит. Прочность волокна. Внешняя и внутренняя удельная поверхность волокна. Межволоконное взаимодействие.

Технологические схемы производства древесноволокнистых плит мокрого способа формования: твердых, сверхтвердых, полутвердых, мягких.

Размол щепы на волокно. Теория размола. Роль упруго-вязких свойств древесины при размоле щепы. Физико-химические процессы, протекающие в древесине при подготовке щепы к размолу. Размол в дефибраторах. Технологические параметры размола хвойных и лиственных пород древесины. Размол в рафинаторах. Современные технологические схемы размола. Методы оценки качества волокнистой массы. Химико-механические способы размола.

Хранение древесноволокнистой массы. Проклейка древесноволокнистой массы. Характеристика и свойства основных проклеивающих добавок.

Мокрое формирование древесноволокнистых ковров. Теория отлива и формирование древесноволокнистого ковра. Основные технологические параметры процессов формирования. Рациональное водопотребление и пути его совершенствования.

Горячее прессование твердых древесноволокнистых плит. Влияние основных факторов прессования на свойства плит. Режимы прессования. Производительность пресса. Физико-химические и тепловые процессы при прессовании. Интенсификация процесса прессования.

Термообработка. Теоретические основы термической обработки плит. Режимы термообработки при непрерывном и периодическом способах. Охлаждение и увлажнение плит. Режимы работы увлажнительной камеры. Форматная обрезка древесноволокнистых плит, использование отходов.

Особенности технологии производства мягких плит. Процесс подготовки массы и степень ее помола. Сушка древесноволокнистых плит. Основные технологические параметры сушки.

Теоретические основы сухого формирования. Основные технологические схемы производства древесноволокнистых плит сухим способом. Требования к волокну для плит сухого формирования. Связующие вещества и гидрофобизирующие добавки. Смешение волокнистой массы со связующим. Формирование древесноволокнистого ковра. Фракционирование волокна. Холодная подпрессовка. Горячее прессование в многоэтажных прессах периодического действия. Физико-химические процессы, протекающие при прессовании.

Производство сверхтвердых древесноволокнистых плит, огнезащитных и биостойких.

Контроль процесса производства древесноволокнистых плит и качества готовой продукции. Требования, предъявляемые к качеству древесноволокнистых плит. Защита окружающей среды. Использование брака и оборотных вод. Очистка оборотных и сточных вод. Сравнительная технико-экономическая оценка производства древесноволокнистых плит разными способами и различных марок.

7.7. Технология слоистых пластиков на бумажной основе.

Слоистые пластики на бумажной основе. Свойства и области применения декоративного бумажно-слоистого пластика. Перспективы развития производства. Физико-химические процессы, протекающие при образовании слоистых пластиков на бумажной основе.

Связующие вещества. Требования, предъявляемые к связующим. Наполнители. Типы бумаги, их композиции, свойства. Бумага для внутренних и компенсирующих слоев, бумаги кроющие.

Пропитка и лакировка бума. Приготовление пропиточных растворов, требования, предъявляемые к пропиточным составам. Режимы пропитки, лакирования и сушки. Сушка пропитанных и лакированных бума. Процессы в вертикальных и горизонтальных пропиточных сушильных агрегатах. Режимы пропитки и сушки.

Сборка пакетов и горячее прессование листовых пластиков. Прессование в многоэтажных гидравлических прессах. Режимы прессования.

Непрерывный способ получения декоративных бумажных пластиков. Свойства, применение. Схема технологического процесса, режимы работы.

7.8. Технология композиционных материалов.

Основные сведения о строительных материалах из древесных частиц и минеральных вяжущих веществ. Расширение сферы применения строительных материалов в целях улучшения жилищных условий и благосостояния граждан России. Вяжущие вещества и химические добавки. Влияние химического состава древесины на свойства древесно-минеральной смеси. Механизм образования материала. Обеспечение огне- и биостойкости.

Технологическая схема производства арболита методом вибропроката. Подготовка сырья, приготовление древесно-цементной смеси, формирование изделий. Термообработка и выдержка изделий. Основные физико-механические свойства арболита.

Технология производства цементно-стружечных плит. Подготовка сырья, формирование и прессование плит. Основные свойства этих плит.

Технология получения других видов строительных материалов: опилкобетон, гипсоопилочные блоки, фибролит.

Технико-экономическая эффективность производства и применения в строительстве древесно-минеральных материалов.

Общие сведения и виды прессованных материалов из измельченной древесины без применения связующих веществ. Современные представления о механизме образования материала. Роль продуктов термогидролитического расщепления компонентов древесины. Влияние условий прессования и низкомолекулярных химических добавок на физико-химические свойства материалов из измельченной древесины.

Основные сведения о модификации цельной древесины полимерами. Применяемые для модификации мономеры, смеси мономеров, начальные и олигомерные продукты поликонденсации. Введение модификатора в древесину. Термокаталитический, радиационно-химический способы получения модифицированной древесины. Физико-механические свойства и применение модифицированной древесины.

Физико-химические основы получения композиционных материалов на основе полимерной матрицы и измельченной древесины. Древесные прессмассы. Виды, марки, состав. Технологические процессы получения МДП-О, МДП-С, МДП-К.

Древесно-клеевые композиции. Свойства, состав. Методы формирования изделий из древесно-полимерных композиций.

Характеристика, подготовка и свойства измельченной древесины при получении изделий из измельченной древесины. Приготовление пресскомпозиций. Расчет компонентов.

Классификация методов прессования изделий из древесно-полимерной композиции. Экструзионный способ изготовления погонажных изделий. Технология получения изделий из измельченной древесины с облагороженной поверхностью.

Применение композиционных древесных материалов в производстве мебели. Техничко-экономические показатели применения композиционных материалов в конструкциях мебели.

7.9. Отделка древесных плит в процессе производства полноформатных плит.

Перспективы развития технологии отделки плитных материалов. Особенности технологии отделки плит на основе пленочных материалов.

Облицовывание плит пленками с неполной поликонденсацией смолы.

Ламинирование плит в многоэтажных и одноэтажных короткоконтактных прессах. Особенности режимов. Требования к плитам и пленкам в зависимости от способа ламинирования.

Типовые технологические схемы ламинирования. Состав операций.

Облицовывание плит пленочными материалами с полной поликонденсацией смолы. Отделка плит методом постформинг и софтформинг.

Облицовывание полноформатных плит пленками рулонного типа. Способы каширования. Пленки, применяемые для различных способов каширования. Клеи и требования к ним для различных способов каширования.

Отделка плит в процессе производства пленками с полной и неполной конденсацией смолы. Применяемое оборудование. Схемы технологического процесса.

Литература

К разделу «Химия древесины и ее компонентов»

1. Азаров В.И., Винославский В.А. Практикум по физике и химии полимеров. М., 1987 .
2. Никитин В.М., Оболенская А.В., Щеголев В.Н. Химия древесины и целлюлозы. М.: Лесная промышленность, 1978 .
3. Фенгел Д., Вегенер . Древесина (Химия, Ультраструктура. Реакция). М.: Лесная промышленность, 1988 .
4. Шарков В.И. Куйбина Н.Н. Химия гемицеллюлоз. М.: Лесная промышленность, 1972 .
5. Оболенская А.В., Щеголев В.Н. Химия древесины и полимеров М.: Лесная промышленность, 1980 .
6. Богомоллов Б.Д. Химия древесины и основы химии высокомолекулярных соединений. М.: Лесная промышленность, 1973 .
7. Закис .Ф. Функциональный анализ лигнинов и их производных. Зинатне, Рига, 1987 .
8. Оболенская А.В., Леонович А.А. Химия древесины и полимеров. Учебник для техникумов. М.: Лесная промышленность, 1988 .
9. Комплексная химическая переработка древесины. Под ред. Ковернинского И.Н. Архангельск: АГТУ, 2001 .

К разделам: «Технология и оборудование для производства волокнистых полуфабрикатов»; «Технология и оборудование производства бумаги и картона»; «Технология и оборудование для обработки и переработки целлюлозы, бумаги и картона».

1. Никитин Н.И. Химия древесины и целлюлозы. М.:Л.: АН СССР, 1962 .
2. Химия древесины. Под ред. Иенсена В.Н. М.: Лесная промышленность, 1982 .
3. Клеточная стенка древесины и ее изменения при химических взаимодействиях. Под ред. Сергеевой В.Н. Рига: Зинатне, 1972 .
4. Химия древесины. Под ред. Браунинга Б.Л. М.: Лесная промышленность, 1967 .
5. Роговин З.А. Химия целлюлозы. М.: Химия, 1972 .

6. Целлюлоза и ее производные. Под ред. Байклза Н. и Сегала Л. М.: Мир, 1974 .
7. Лигнины. Под ред. Сарканена К. В. и Людмига К.Х. М.: Лесная промышленность: 1975.
8. Шорыгина Н.Н., Резников В.М., Елкин В.В. Реакционная способность лигнина. М.: Наука, 1975 .
9. Чудаков М.И. Промышленное использование лигнина. М.: Лесная промышленность. 1983 .
10. Шарков В.И., Куцбина Н.И. Химия целлюлоз. М.: Лесная промышленность, 1972 .
11. Никитин В.М. Теоретические основы делигнификации. М.: Лесная промышленность, 1981 .
12. Непенин Н.Н., Непенин Ю.Н. Технология целлюлозы. Т.1 Технология сульфитной целлюлозы. М.: Лесная промышленность, 1976 .
13. Кларк Д. Технология целлюлозы. М.: Лесная промышленность, 1983 .
14. Бутко Ю., Пелевин Ю.А. Современные методы приготовления сульфитных варочных растворов. М.: Лесная промышленность, 1970 .
15. Тордуа .А. Машины и аппараты целлюлозного производства. М.: Лесная промышленность, 1986 .
16. Ласкеев П.Х. Производство древесной массы. М.: Лесная промышленность, 1967 .
17. Иванов С.Н. Технология бумаги. М.: Лесная промышленность, 1970 .
18. Хойер Д. Производство картона. М.: Лесная промышленность, 1977 .
19. Зорин И.В., Вьюков Н.Е. Математические модели и управление технологическими процессами целлюлозно-бумажной промышленности. М.: Лесная промышленность, 1976 .
20. Фляте Д.М. Технология бумаги, М.: Лесная промышленность, 1988 .
21. Моисеев Б.Н. Производство листового картона. РИО ЛТА, 1979 .
22. Смолин А.С., Аксельрод .З. Технология формования бумаги и картона. М.: Лесная промышленность, 1984 .
23. Терентьев О.А. Гидродинамика волокнистых суспензий в целлюлозно-бумажном производстве. М.: Лесная промышленность, 1981 .
24. Терентьев О.А. Массоподача и равномерность бумажного полотна. М.: Лесная промышленность, 1985 .
25. Каменев А.Ф., Кутушев И.Д., Кушков Н.Н., Федоров О.К. Развитие параметров бумагоделательных машин. М.: Лесная промышленность, 1981 .
26. Добровольский П.П., Пузырев С.С. Дефибрирование древесины. М.: Лесная промышленность, 1972 .
27. Кутушев И.Д., Слущкий А.Е. Расчет обезвоживания в мокрой части бумагоделательных машин, ч. 1, ч.2. Л.: ЛТА, 1982 .
28. Новиков Н.Е. прессование бумажного полотна. М.: Лесная промышленность, 1972 .
29. Фляте Д.М. Свойства бумаги. М.: Лесная промышленность, 1985 .
30. Аким Э.Л. Обработка бумаги. М.: Лесная промышленность, 1979 .
31. Фролов М.В. Структурная механика бумаги. М.: Лесная промышленность, 1982 .
32. Аким Э.Л. Синтетические полимеры в бумажной промышленности. М.: Лесная промышленность, 1985 .
33. Справочник механика целлюлозно-бумажного предприятия. Под ред. Калинина М.И. М.: Лесная промышленность, 1983 .
34. Житков А.В. Механизация на складах целлюлозно-бумажных предприятий. М.: Лесная промышленность, 1979 .

35. Лучков П.А. Процессы сушки в целлюлозно-бумажном производстве. М.: Лесная промышленность, 1978 .
36. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. Т.1, т.2. Под ред. Чичаева В.А. М.: Лесная промышленность, 1981 .
37. Максимов В.Ф. Охрана труда в целлюлозно-бумажной промышленности. Изд. 2-е. М.: Лесная промышленность, 1977 .
38. Ситигг, Маршалл. Защита окружающей среды в целлюлозно-бумажной промышленности (перевод с английского Гуткина В. М.). М.: Лесная промышленность, 1981 .
39. Дудкин М.С., Громов В.С., Ведерников Н.А., Каткевич Р., Черно Н.К. Геммицеллюлоза. Рига: Зинатне, 1991 .
40. Лендъел П., Морвай Ш. Химия и технология целлюлозного производства. М.: Лесная промышленность, 1978 .
41. Непенин Н.Н., Непенин Ю.Н. Очистка, сушка и отбелка целлюлозы. Прочие способы производства целлюлозы. М.: Экология, 1994 .
42. Пазухина .А. Ступенчатые методы производства целлюлозы. М.: Лесная промышленность, 1990 .
43. Роцин В.И., Рощина Е.. Отбелка целлюлозы. М.: Лесная промышленность, 1990 .
44. Резников В.М., Боголицын К.. Химия сульфитных методов делигнификации древесины. М.: Экология, 1994 .
45. Пузырев С.С. Современная технология механической массы. Т.1. Дефибрерная древесная масса, получаемая под давлением. СПб, 1995 . Т.2. Механическая масса из щепы. СПб, 1996 .

К разделу «Гидролизные и микробиологические производства»

1. Холькин Ю.И. Технология гидролизных производств. М., 1989 ., 496 с.
2. Корольков И.И. Перколяционный гидролиз растительного сырья. М., 1990 ., 272 с.
3. Сапотницкий С.А. Использование сульфитных щелоков. 3-е изд. М., 1981 ., 224 с.
4. Елкин В.А., Выродов В.А., Рябов В.В., Кречмер М.М. Оборудование и проектирование предприятий гидролизной и лесохимической промышленности. М., 1991 ., 304 с.
5. Дудкин М.С., Громов В.С., Ведерников Н.А., Каткевич Р., Черно Н.К. Геммицеллюлозы. Рига, 1991 ., 488 с.
6. Андреев А.А., Брызгалов Л.И. Производство кормовых дрожжей. М., 1986 ., 248 с.
7. Переработка сульфатного и сульфитного щелоков. Под ред. В.Д. Богомолова и С.А. Сапотницкого. М., 1989 ., 300 с.
8. Морозов Е.Ф. Производство фурфурола. М., 1988 ., 200 с.
9. Мосягин В.И. Вторичные ресурсы целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности. М., 1987 ., 200 с.
10. Вавилин О.А. Защита атмосферы от промышленных выбросов гидролизных предприятий. М., 1986 ., 76 с.

К разделу «Технология лесохимических продуктов и биологически активных веществ»

11. Славянский А. К., Медников Ф. А. Технология лесохимических производств. М., 1970 ., 392 с.
12. Справочник лесохимика. М., 1974 ., 375 с.
13. Рудаков .А. Химия и технология камфары. М., 1976 ., 203 с.
14. Гордон Л.В., Чащин А.М., Радбиль Б.А., Масленников А.С., Богданова Б.В. Химико-технический контроль лесохимических производств. М., 1978 ., 350 с.
15. Холькин Ю.И. Хроматография в химии древесины. 2 - е изд. М., 1976 ., 288 с.
16. Ягодин В.И. Основы химии и технологии переработки древесной зелени. Л.: ЛГУ, 1981 ., 224 с.

17. Богомолов Б.Д., Сапотницкий С.А., Соколов О.М. и др. Переработка сульфатного и сульфитного щелоков. М., 1989 ., 360 с.
 18. Головин А.И., Трофимов А.Н., Узлов .А. и др. Лесохимические продукты сульфатцеллюлозного производства. М., 1988 ., 288 с.
 19. Выродов В.А. Технология лесохимических продуктов. М.: Лесная промышленность, 352 с.
 20. Елкин В.А., Выродов В.А. Оборудование и проектирование предприятий гидролизной и лесохимической промышленности. М.: Лесная промышленность, 1991 ., 205 с.
- К разделу «Технология и оборудование производства древесноволокнистых, древесностружечных плит и слоистых пластиков, модификация древесины»*
1. Ребрин С.П. и др. Технология древесноволокнистых плит. М.: Лесная промышленность, 1987.
 2. Отлев И.А., Штейнберг Ц.Б. Справочник по древесностружечным плитам. М.: Лесная промышленность, 1983.
 3. Отлев И.А. Технологические расчеты в производстве древесностружечных плит. М.: Лесная промышленность, 1981.
 4. Карасев Е.И. Оборудование предприятий по производству древесных плит. М.: Лесная промышленность, 1988 .
 5. Мелони Т. Современное производство древесных стружечных плит. М.: Лесная промышленность, 1982 .
 6. Справочник по древесноволокнистым плитам. М.: Лесная промышленность, 1981.
 7. Плоткин Л., Шалун .Б. Декоративные бумажнослоистые пластики. М.: Лесная промышленность, 1978 .
 8. Соснин М.И., Климова М.И. Физические основы прессования древесностружечных плит. Новосибирск: Наука, 1981 .
 9. Щварцман .М., Щедро Д.А. Производство древесностружечных плит. М.: Лесная промышленность, 1987 .
 10. ГОСТ 10632-89. Плиты древесностружечные. М.: 1989 .
 11. Бекетов В.Д. Повышение эффективности производства древесноволокнистых плит. М.: Лесная промышленность, 1988 .
 12. Шулепов И.А., Доронин Ю.. Древесные слоистые пластики. М.: Лесная промышленность, 1987 .
 13. Доронин Ю., Мирошниченко С.М., Свиткина М.М. Синтетические смолы в деревообработке. М.: Лесная промышленность, 1987 .
 14. Баженов В.А., Карасев Е.И., Мерсов Е.Д. Технология и оборудование производства древесных плит и пластиков. М.: Экология, 1992 .
 15. Тупицын Ю.С., Мирошниченко С.Н., Ноткин М.М. Процессы и оборудование для отделки древесных плитных материалов. М.: Лесная промышленность, 1983 .
 16. Свиткин М.З., Щедро Д.А. Технология изготовления изделий из измельченной древесины. М.: Лесная промышленность, 1976.
 17. Щербаков А.С., Гамова И.А., Мельникова Л.В. Технология композиционных древесных материалов. М.: Экология, 1992.
 18. Хрулев В.И. Модифицированная древесина в строительстве. М.: Стройиздат, 1986.
 19. Вигдорович А.И., Сагапаев В., Поздняков А.А. Древесные композиционные материалы в машиностроении. Справочник. М.: Машиностроение, 1991.
 20. Справочник по производству и применению арболита. Под ред. Напизашвили И.Х. М.: Стройиздат, 1987.
 21. Азаров В.И., Цветков В.Е. Технология связующих и полимерных материалов. М.: Лесная промышленность, 1985.

22. Технология пластических масс. Под ред. Коршака В.В. М.: Химия, 1985.