Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

Ч14102250007

Дернов Александр Игоревич

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СВОЙСТВ ВОЛОКОН

И МЕЖВОЛОКОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

В СТРУКТУРЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

05.21.03. - Технология и оборудование химической переработки

биомассы дерева; химия древесины

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель кандидат технических наук, доцент

Е.В. Дьякова

Архангельск - 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 8

1.1 Фундаментальные свойства волокон целлюлозных полуфабрикатов: виды,

особенности, методы определения 8

1.2 Оценка прочности целлюлозных волокон - прямые методы испытаний 16

1.3 Оценка прочности волокон в структуре целлюлозно-бумажных

материалов. Косвенные методы испытаний 23

1.4 Выводы по обзору литературы и постановка задач эксперимента 33

2 МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТА 35

2.1 Химический анализ волокнистых полуфабрикатов 35

2.2 Определение структурно-морфологических характеристик волокна 36

2.3 Фракционирование полуфабрикатов в лабораторных условиях 39

2.4 Изготовление образцов и подготовка их к испытаниям 41

2.5 Определение когезионной способности волокон 41

2.6 Определение стандартных показателей механической прочности 42

2.7 Получение и математическая обработка кривой зависимости "напряжение-

деформация" 42

2.8 Определение собственной прочности волокон 45

2.9 Определение вязкости разрушения образцов полуфабрикатов 46

2.10 Метрологические характеристики лабораторного оборудования 46

2.11 Статистическая обработка результатов исследований 47

3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ 48

3.1 Исследование прочности волокон и межволоконных взаимодействий в

структуре целлюлозных материалов из различных полуфабрикатов 48

3.2 Оценка и взаимосвязь свойств волокон в структурированном и

неструктурированном состояниях 57

з

3.3 Взаимосвязь свойств волокон в структуре с физико-механическими

характеристиками целлюлозных материалов 69

3.4 Влияние длины волокон на формирование структуры и физико¬механические характеристики целлюлозных материалов 77

3.5 Анализ изменения свойств волокон в структуре целлюлозного материала с

позиций контроля технологического процесса 85

3.5.1 Общие положения 85

3.5.2 Влияние технологических процессов на комплекс свойств волокон

лиственной сульфатной беленой целлюлозы 88

3.5.3 Влияние технологических процессов на комплекс свойств волокон

хвойной беленой целлюлозы 100

4 ОБЩИЕ ВЫВОДЫ 112

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ 113

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 115

ПРИЛОЖЕНИЕ 133

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. На основе метода измерения прочности при растяжении воздушно-сухих и увлажненных образцов при нулевой и малой базе испытаний получены новые экспериментальные данные о значениях параметров, характеризующих прочность FSf, размеры волокон L/ и межволоконные взаимодействия Bf непосредственно в структуре целлюлозных материалов.

2. Доказано, что измерение прочности волокон в структуре целлюлозного материала необходимо проводить с использованием влажных образцов при нулевой базе испытания на растяжение.

3. При ранжировании основных полуфабрикатов для массовых видов бумаги и картона определен диапазон варьирования прочности волокон в структуре материала (FS/=50...100 Н/см) и установлено, что наибольшую базовую прочность с позиций формирования структуры материала проявляют волокна сульфатной лиственной небеленой целлюлозы (FSf-99,8 Н/см).

4. Экспериментально установлены корреляционные взаимосвязи между структурно-морфологическими характеристиками волокон, находящихся в разбавленной целлюлозной суспензии, и свойствами волокон непосредственно в структуре целлюлозных материалов.

5. Установлена избирательность влияния исследованных бумагообразующих свойств волокон в структуре материалов на прочность целлюлозных полуфабрикатов в зависимости от их вида и технологических особенностей получения.

6. В результате производственных испытаний доказано существование статистически достоверных взаимосвязей между свойствами волокон в структуре образцов и числом Каппа как традиционной характеристикой контроля процесса получения лиственной и хвойной беленой целлюлозы.