

676  
К 89

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 676.18: 676.189

КУЗЁМКИН  
Дмитрий Владимирович

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОЛОКНИСТОГО  
ПОЛУФАБРИКАТА НА ОСНОВЕ ДЕФИБРАТОРНОЙ МАССЫ  
ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОМПОЗИЦИИ БУМАГИ И КАРТОНА**

05.21.03 – Технология и оборудование химической переработки  
биомассы дерева; химия древесины

**Автореферат**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Минск 2004

Работа выполнена в УО «Белорусский государственный технологический университет» на кафедре химической переработки древесины

Научный руководитель

доктор технических наук,  
профессор Соловьёва Т.В.,  
УО «Белорусский государственный  
технологический университет»

Официальные оппоненты:

доктор технических наук,  
профессор Колесников В.Л.,  
УО «Белорусский государственный  
технологический университет»

кандидат технических наук,  
Ловкис И.В.,  
ПКТБМ ОАО «Минскпроектмебель»

Оппонирующая организация

ОАО «Витебскдрев»

Защита состоится «30» июня 2004 г. в 14.00 часов на заседании Совета по защите диссертаций Д 02.08.04 при УО «Белорусский государственный технологический университет» по адресу: *220050, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, зал заседаний ученого Совета, ауд. 240, к. 4.*

тел.: (8-017) 227-63-54

факс: (8-017) 227 62 17

e-mail: root@bstu.unibel.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УО «Белорусский государственный технологический университет».

Автореферат разослан «27» мая 2004 г.

Ученый секретарь Совета  
по защите диссертаций  
кандидат технических наук



О. Я. Голкач

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертации.** Производство волокнистых полуфабрикатов высокого выхода (ВПВВ) – многочисленных видов механической (древесной) массы получило широкое распространение в странах ближнего и дальнего зарубежья. ВПВВ в высокой степени востребованы в производстве картонно-бумажной продукции, т.к. их использование повышает ее бумагообразующие свойства и снижает при этом себестоимость.

Среди ВПВВ, получивших наибольшее практическое применение, можно выделить термомеханическую массу (ТММ) и химико-термомеханическую массу (ХТММ), общим для которых является разmol древесины в виде щепы с предварительным пропариванием. Эти полуфабрикаты позволяют вырабатывать различные виды бумаги и картона с высокими печатными и другими ценными свойствами.

В Республике Беларусь в связи с отсутствием специального оборудования ВПВВ не вырабатываются, и потребность в них удовлетворяется за счет импортных поставок. Это предопределяет необходимость поиска нового вида ВПВВ. В качестве такого полуфабриката может рассматриваться дефибраторная масса, технология получения которой имеет много общего с технологией ТММ.

Дефибраторную массу с выходом 92-93% получают на предприятиях по производству древесноволокнистых плит (ДВП), перерабатывающих древесные отходы хвойных и лиственных пород. Однако эта масса не имеет высоких бумагообразующих свойств и получаемые на ее основе различные виды бумаги и картона обладают низкой прочностью.

Это обусловило необходимость поиска и разработки технологических решений, направленных на модифицирование дефибраторной массы с целью получения ВПВВ повышенной прочности.

Результат был достигнут за счет химического активирования древесины при пропаривании в присутствии реакционноспособных добавок. В качестве такой добавки для практического применения рекомендован карбамид.

В диссертационной работе представлено научное обоснование выбора карбамида в качестве химического активатора древесины при получении ВПВВ, установлена его высокая реакционная способность по отношению к древесине, способствующая повышению бумагообразующих свойств древесных волокон.

**Связь работы с крупными научными программами, темами.** Диссертационная работа является частью комплексных исследований, выполненных в Белорусском государственном технологическом университете в составе Государственной научно-технической программы «Леса Беларуси и их рациональное использование», задание №34 «Разработать импортозамещающую технологию производства нового волокнистого полу-

фабриката высокого выхода из отходов древесины» (БС 99 – 221, № гос.регистрации 19993503, 1.01.1999 – 17.03.2000 г.г.), а также Гранта БГТУ «Получение волокнистого полуфабриката высокого выхода для бумажно-картонного производства и исследование его свойств» (ГБ 20 – 046, № гос.регистрации 2000949, 01.01.2000 – 31.12.2000 г.г.); Гранта Минобразования «Повышение бумагообразующих свойств волокнистого полуфабриката высокого выхода на основе дефибраторной массы с целью последующего его использования в производстве бумажно-картонной продукции» (ГБ 21 – 050, № гос.регистрации 2001830, 01.01.2001 – 31.12.2001 г.г.).

**Цель и задачи исследований.** Цель работы – разработка технологии волокнистого полуфабриката на основе дефибраторной массы для использования его в композиции бумаги и картона.

Для достижения поставленной цели в задачи исследования входило:

- выбор химического реагента для повышения физико-технических характеристик ВПВВ на основе дефибраторной массы;
- исследование взаимодействий древесины с химическим реагентом и определение его роли в повышении бумагообразующих свойств ВПВВ;
- разработка режима дефибраторного размола древесины для получения ВПВВ с использованием оборудования производства ДВП;
- промышленная апробация получения и применения ВПВВ на основе дефибраторной массы.

**Объект и предмет исследования.** Объектом исследования является технологический процесс получения ВПВВ из дефибраторной массы от производства ДВП. Предмет исследования – новый вид ВПВВ, пригодный для производства бумаги и картона.

**Методология и методы проведенного исследования.** При проведении исследований использовали приём лабораторного моделирования дефибраторного размола древесины с получением волокнистой массы.

К изучению химического взаимодействия реагента с древесиной привлекали химические, физико-химические и электрооптические методы, такие как: химический анализ, ИК – спектроскопия, рентгеноструктурный анализ, дифференциально-термический и термогравиметрический анализы, гель-хроматография и др. Проводили фракционирование древесных волокон с определением удельной поверхности отдельных фракций, их гибкости и др. Из полученной волокнистой массы на листоотливном аппарате ЛОА – 1 изготавливали образцы бумаги и картона. Их свойства определяли на горизонтальной разрывной машине SE062/064 фирмы Lorentzen and Wettre и с использованием стандартных методик.

При обработке результатов исследований использовали методы статистического анализа.

**Научная новизна и значимость результатов.** Впервые разработана технология ВПВВ с заданными бумагообразующими свойствами за счет модификации дефибраторного размола щепы из лиственной древесины;

- установлены физико-химические взаимодействия карбамида и продуктов его деструкции с компонентами лиственной древесины на стадии дефибраторного размола, результатом которых явилось сохранение прочности древесных волокон и повышение их реакционной способности;

- получены и испытаны образцы бумаги и картона с введением в композицию макулатуры и ВПВВ на основе модифицированной карбамидом дефибраторной массы;

- проведена успешная опытно-промышленная проверка практического применения ВПВВ из дефибраторной массы в композиции с макулатурой с получением переплетного картона и картона для промышленных нужд.

**Практическая и социальная значимость полученных результатов.**

Результаты выполненных исследований нашли и могут найти дальнейшее применение в промышленности для следующих практических целей:

- получения нового вида ВПВВ из низкосортной, в том числе лиственной древесины с широкой областью применения на базе производства ДВП;

- повышения бумагообразующих свойств ВПВВ из дефибраторной массы путем введения химических добавок в процессе его получения;

- производства бумажно-картонной продукции, содержащей ВПВВ как новый дополнительный источник волокнистых полуфабрикатов.

Эффект от применения модифицированного карбамидом ВПВВ на основе дефибраторной массы в производстве бумаги и картона заключается в расширении сырьевой базы и увеличении объемов их производства.

**Экономическая значимость полученных результатов.** Организация промышленного производства ВПВВ на основе дефибраторной массы исключает необходимость приобретения специального поточного оборудования для производства нецеллюлозного полуфабриката. Благодаря этому поставки полуфабрикатов на производство картонно-бумажной продукции станут более ритмичными, что будет способствовать решению проблемы сырьевого дефицита. ВПВВ на основе дефибраторной массы, модифицированной карбамидом, принят к внедрению концерном «Беллесбумпром». Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения разработки на предприятиях концерна составляет 1198, 725 млн. рублей в год (в ценах 2003 г.).

**Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

1. Выбор химической добавки – карбамида в качестве реагента для повышения физико-технических характеристик дефибраторных волокон в составе ВПВВ.

2. Морфологические и химические превращения древесины осины под действием карбамида, вызывающие повышение бумагообразующих свойств ВПВВ, получаемого из дефибраторной массы.
3. Найденные оптимальные значения параметров дефибраторного размола древесины осины с целью получения ВПВВ, пригодного для использования в композиции картона и бумаги взамен макулатуры.
4. Физико-технические характеристики бумаги и картона с использованием в их композиции ВПВВ из модифицированной карбамидом дефибраторной массы

**Личный вклад соискателя.** Соискателю принадлежат: формулировка цели и задач исследований; планирование многофакторного эксперимента; реализация плана эксперимента; оптимизация технологических параметров режима пропаривания древесины; промышленные испытания разработанной технологии ВПВВ.

**Апробация результатов исследования.** Материалы диссертации докладывались на международной научной конференции молодых ученых «Лес. Наука. Молодежь» (г. Гомель, 5-7 октября 1999 г.), на международных научно-технических конференциях «Разработка импортозамещающих технологий и материалов в химической промышленности» (г. Минск, 20-22 октября 1999 г.), «Ресурсосберегающие технологии в лесной и деревообрабатывающей промышленности» (г. Минск, 24-25 ноября 1999 г.), «Деревообработка на рубеже XXI века» (г. Москва, 8-9 декабря 1999 г.), «Ресурсосберегающие экотехнологии: возобновление и экономия энергии, сырья и материалов» (г. Гродно, 11-13 октября 2000 г.), «Леса Беларуси и их рациональное использование» (г. Минск, 29-30 ноября 2000 г.), на V республиканской научной конференции студентов и аспирантов «НИРС – 2000» (г. Гродно, 25-27 апреля 2000 г.), на Белорусско-польском научно-практическом семинаре (г. Гродно, 2000 г.), на Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Современные технологические процессы получения материалов и изделий из древесины» г. Воронеж (17-19 сентября 2001 г.), на VI республиканской научной конференции студентов и аспирантов «НИРС – 2001» (г. Витебск, 16-19 октября 2001 г.), на XV международной научной конференции Wydziału Technologii Drewna SGGW (Warszawa, 2001 г.), на международных научно-технических конференциях «Ресурсо- и энергосберегающие технологии промышленного производства» (г. Витебск, ноябрь 2003 г.), «Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов» (г. Минск, 26-28 ноября 2003 г.).

**Опубликованность результатов.** По вопросам, относящимся к теме диссертации, опубликовано 26 печатных работы, в том числе: 4 статьи в научных журналах, 7 статей в сборниках, 10 материалов международных

научно-технических конференций, 3 тезисов докладов; поданы 2 заявки на патент.

**Структура и объем диссертации.** Содержание работы изложено на 152 страницах машинописного текста. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, 7 глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Работа содержит 25 таблиц, 35 рисунков, 7 приложений на 30 страницах. Библиография включает в себя 197 наименований литературы.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность научной работы и показана ее значимость для деревообрабатывающей и картонно-бумажной промышленности Республики Беларусь.

**В первой главе** проведен обзор литературных сведений по теме диссертационной работы. Выполнена классификация различных видов ВПВВ, проанализированы их бумагообразующие свойства, а также функциональные свойства массовых видов картонно-бумажной продукции, содержащей ВПВВ. Рассмотрено влияние химической обработки на свойства полуфабрикатов высокого выхода.

Среди ВПВВ наибольшее распространение в мировой практике получили ТММ и ХТММ с обширной областью применения, обусловленной их высокими бумагообразующими свойствами и гораздо более низкой себестоимостью по сравнению с целлюлозой.

Основополагающими работами по исследованию бумагообразующих свойств ВПВВ являются труды Д.М. Фляте, С.Н. Иванова, П.Х. Ласкеева, Л.П. Кейси, Г.М. Клемма. Вопросы исследования физико-технических и бумагообразующих свойств, а также анализ тенденций развития производства новых видов ВПВВ получили развитие в работах Ю.И. Непенина, Г.И. Чижова, В.Е. Шамко, С.С. Пузырева, О.В. Пономарева и др.

Одним из перспективных видов волокнистых полуфабрикатов может явиться дефибраторная масса, которая используется в производстве ДВП. В работах Н.Я. Солечника, А.А. Леоновича, Е.Д. Мерсова, В.И. Бирюкова и др. основной акцент сделан на технологию ДВП. Поэтому бумагообразующие свойства дефибраторных волокон оказались исследованными не полностью, что существенно ограничило область применения дефибраторной массы. Это предопределило актуальность проведения исследований при разработке технологии и применении ВПВВ на основе дефибраторной массы с всесторонним изучением ее свойств.

Исходя из перспективности ВПВВ на основе дефибраторной массы, используемой в производстве ДВП, была сформулирована цель, достижение которой предусматривало решение ряда задач.

**Во второй главе** описаны объекты и методы исследований.

Объектом исследований являлись дефибраторные волокна, полученные в ОАО «Борисовдрев» из смешанных пород древесины. В лабораторных условиях древесные волокна получали с использованием гидротермической обработки без добавок и с использованием добавок карбамида в автоклавах с последующим размолом на мельнице ЦРА. Обосновано использование древесины осины.

Описаны методики проведения экспериментов и обработки экспериментальных данных. При исследовании древесных волокон рассмотрен их компонентный состав. Определено содержание в волокнах азота по методу Кьельдаля. Степень кристалличности исследуемых препаратов целлюлозы определяли при помощи рентгеновского дифрактометра общего назначения ДРОН-3.0. ИК-спектры исследуемых образцов в виде пленок-расплавов и в виде твердых таблеток – запрессовок в бромиде калия, регистрировали при помощи спектрофотометра «FT-IR NEXUS» с Фурье-преобразованием в области частот  $500 - 4000 \text{ см}^{-1}$ . Энергию активации термоокислительной деструкции ( $E_d$ ) анализируемых образцов рассчитывали с использованием термогравиметрического анализа. Исследование превращений лигнина в присутствии карбамида осуществляли при помощи метода гель-фильтрации на сефадексе G – 50. В качестве препаратов лигнина использовали близкие природному диоксанлигнин и лигнин механического размола, выделенный по-Бьеркману. Микрофотографии исследуемых образцов получали с использованием оптического светового микроскопа «Leiko» и электронного микроскопа ЭМ – 100 при увеличении от 100 до 3500 раз соответственно.

Лабораторные образцы бумаги имели массу квадратного метра 100 г, элементарные слои картона - различную массоемкость. Их получали на листоотливном аппарате ЛОА-1, испытывали на горизонтальной разрывной машине SE062/064 фирмы Lorentzen and Wettre. Промышленные образцы картона получали в ОАО «Пуховичская картонная фабрика» и в ОАО «Бумажная фабрика «Спартак», г. Шклов.

**Третья глава** посвящена исследованию физико-технических и бумагообразующих свойств дефибраторной массы.

С использованием фракционатора ФДМ были определены физико-технические характеристики волокон, входящих в состав промышленной дефибраторной массы, полученной в цехе ДВП ОАО «Борисовдрев» (табл. 1), степень помола массы 10-11 °ШР (20-22 ДС). Соотношение хвойных и лиственных пород в композиции составляло 30:70.

Из табл. 1 видно, что в составе промышленной дефибраторной массы преобладает длинноволокнистая фракция. Удельная поверхность таких волокон сравнительно невысока, но показатель условной гибкости - самый большой. Это объясняет высокую прочность твердых плит (38 – 40 МПа), но не обеспечивает достаточных бумагообразующих свойств.

Дополнительный размол массы не дал значительного прироста плотности и прочности (рис. 1, 2) при существенном ухудшении показателя поверхностной впитываемости воды при одностороннем смачивании (рис. 3).



## Физико-технические характеристики дефибраторных волокон

Наименование показателя	Фракционный состав		
	(- / 9)	(9 / 20)	(20 / 40)
1. Количество фракции, %	79,9±3,2	12,7±0,51	4,3±0,19
2. Средняя длина, мкм	2121±84	1495±59	830±33
3. Средний внешний диаметр, мкм	44±1,31	40±0,11	21±0,97
4. Средний внутренний диаметр, мкм	19±0,42	18±0,37	12±0,39
5. Отношение средней длины к среднему внешнему диаметру	48±1,92	37±1,48	40±1,36
6. Отношение средней длины к среднему внутреннему диаметру	112±4,4	83±3,2	78±2,9
7. Число волокон в 1г фракции ·10 <sup>-6</sup> , 1/г	0,20±0,006	0,44±0,008	2,86±0,058
8. Удельная поверхность волокон в 1 г фракции, см <sup>2</sup> /г	755±35	833±39	1586±73
9. Условная гибкость волокна	177±7,1	156±5,4	137±5,6

- Точность прямого измерения.

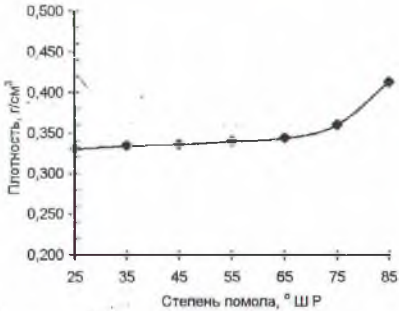


Рис. 1. Зависимость плотности бумаги из дефибраторной массы от степени помола

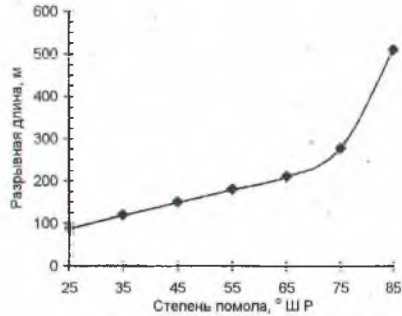


Рис. 2. Зависимость разрывной длины бумаги из дефибраторной массы от степени помола

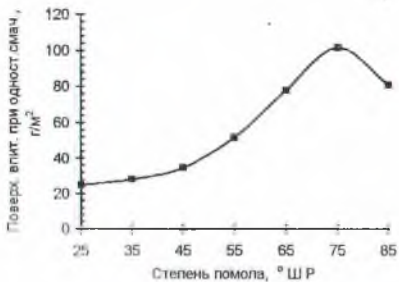


Рис. 3. Зависимость поверхностной впитываемости воды при одностроннем смачивании бумаги из дефибраторной массы от степени помола

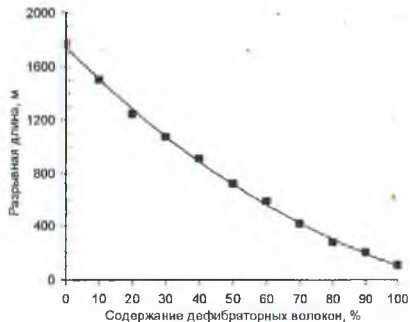


Рис. 4. Зависимость разрывной длины бумаги от содержания дефибраторных волокон в двухкомпонентной системе с макулатурой

Введение волокон дефибраторной массы со степенью помола порядка 30 °ШР в состав отливок бумаги с массой квадратного метра 100 г, изготовленной из макулатуры марки МС-10, приводит к снижению ее прочности на всем исследуемом интервале (рис. 4).

Выявленная закономерность характерна и для изготовленных в лабораторных условиях образцов картона с массой квадратного метра 150 г, содержащего в своем составе дефибраторную массу с аналогичной степенью помола и макулатуру марки МС-10.

**В четвертой главе** рассматривается химическое модифицирование дефибраторной массы для повышения ее физико-технических свойств. С этой целью первоначально была использована обработка промышленной дефибраторной массы перед вторичным размолом веществами, химически активными по отношению к лигноуглеводному комплексу древесины – содой, карбамидом, сульфитом натрия и уксусной кислотой. Варьировали продолжительность обработки от 0,5 до 15 мин и расход реагента от 1,5 до 3,5%. Из химически обработанной массы получали и испытывали образцы бумаги. Полученные результаты показали, что эффективность такой обработки недостаточно высока: степень помола повышается на 7–9 °ШР; прочность бумаги возрастает на 100–150 м. Поэтому исследования были продолжены с применением обработки древесины химикатами в процессе пропаривания щепы. При этом в качестве химического реагента использовался карбамид, воздействие которого при введении между ступенями размола было значительным. Кроме того, в ранее выполненных исследованиях по упрочнению ДВП средней плотности он показал высокие результаты. Карбамид дешев, доступен, экологически безопасен, производится в РУП «ГПЮ Азот» (г. Гродно).

Эксперимент показал, что образцы бумаги из древесных волокон, полученных размолом в ЦРА пропаренной при температуре 190 °С щепы в присутствии карбамида при расходе 3% значительно прочнее, чем без обработки карбамидом (табл. 2).

Так как изменение фракционного состава волокнистой массы в большой степени сказывается на прочностных свойствах получаемой бумаги, интерес представила сравнительная оценка содержания в ней каждой из фракций (рис. 5).

Массу получали из древесины осины, температура пропарки составляла 190 °С.

Показатели бумаги

Вид волокон в массе для изготовления бумаги	Наименование показателя				
	Разрыв- ная дли- на, м	Растя- жение при удлине- нии, %	Погло- щение энергии, Дж/м <sup>2</sup>	Модуль эла- стично- сти (Юнга), ГПа	Жест- кость при разрыве, кН/м
1. Исходные волокна	1600	0,62	5,72	0,95	330
2. Волокна, обрабо- танные карбамидом	4000	0,83	19,13	2,71	620
3. Волокна, обрабо- танные сульфитом натрия	2000	0,52	6,32	1,15	403

Из рис. 5 видно, что обработанная карбамидом волокнистая масса, полученная размолом пропаренной щепы имеет, по сравнению с необработанной, большее содержание грубой (длинноволокнистой) и средней фракции, но значительно меньше содержит мелочи.

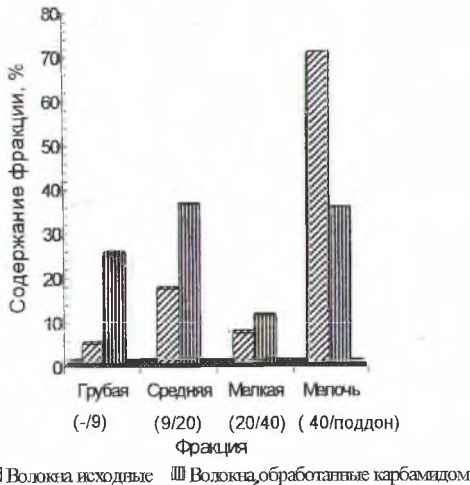


Рис. 5. Распределение фракционного состава древесных волокон

Это закономерно привело к снижению величины показателя ее степени помола, увеличению средней длины волокон, отношения средней длины к среднему диаметру их удельной поверхности и гибкости (табл. 3). Кроме того, судя по микрофотографиям на рис. 6, обработка древесины карбамидом вызвала увеличение активной поверхности древесных волокон, полученных размолом в ЦРА.

Такие положительные изменения физико-

технических свойств древесных волокон наряду с повышением их реакционной способности под действием карбамида объясняют высокую прочность отливок бумаги, показанную выше (табл. 2).

Таблица 3

## Физико-технические показатели волокнистой массы

Наименование показателя	Наименование образца	
	Исходные волокна	Волокна, обработанные карбамидом
1. Степень помола, °ШР	48±1,92	42±1,71
2. Средняя длина, мкм	718±28	1509±60
3. Средний внешний диаметр, мкм	27±1,36	34±1,82
4. Средний внутренний диаметр, мкм	15±0,39	16±0,51
5. Отношение средней длины к среднему внешнему диаметру	21±1,94	56±2,23
6. Отношение средней длины к среднему внутреннему диаметру	47±2,58	94±3,16
7. Число волокон в 1г навески · 10 <sup>-9</sup> , 1/г	6,32±0,187	2,68±0,102
8. Удельная поверхность волокон в 1 г фракции, см <sup>2</sup> /г	2054±86	2187±98
9. Условная гибкость волокна	77±3,21	193±7,7



Рис. 6. Гидротермически обработанное: а – исходное древесное волокно; б – волокно, обработанное карбамидом

В пятой главе рассмотрено взаимодействие древесины и ее компонентов с карбамидом в условиях дефибраторного размола для объяснения его положительного влияния на физико-технические свойства древесных волокон и показатели изготовленной из них бумаги. Сравнительный анализ изменений компонентного состава волокон, полученных из древесины осины, показал (табл. 4), что действие карбамида отражается на выходе из древесины каждого из них.

Таблица 4

## Компонентный состав дефибраторных волокон

Содержание компонента, %	Наименование образца	
	Исходные волокна	Волокна, обработанные карбамидом
1. Целлюлоза Кюршнера	48,8±0,78	47,3±0,71
2. Легкогидролизуемые полисахариды	29,5±1,38	32,0±1,10
3. Трудногидролизуемые полисахариды	50,4±1,03	48,3±1,01
4. Лигнин Класона	22,1±0,62	24,3±0,68
5. ЭВ (вода)	0,3±0,012	2,4±0,82
6. ЭВ (спиртобензольная смесь)	3,2±0,11	4,6±0,16

Изменения особенно значительны для полисахаридной части древесины - целлюлозной ее составляющей.

Были получены ИК-спектры для каждого из компонентов древесины. Спектры для целлюлозы Кюршнера оказались наиболее информативными. Обработка целлюлозы карбамидом привела к появлению дополнительных водородных связей (возникла полоса с максимумом поглощения при  $2852 \text{ см}^{-1}$ ). Уменьшилась с 0,89 до 0,28 величина относительной оптической плотности в области  $1770 - 1690 \text{ см}^{-1}$  с максимумом при  $1740 \text{ см}^{-1}$ , указывающая на расхождение  $\text{C}=\text{O}$  связей - редуцирующих карбонильных групп. Это нашло подтверждение данными по медному числу, которое снизилось с 9,1 до 5,6.

Рентгеноструктурный анализ препаратов целлюлозы (рис. 7) показал увеличение степени кристалличности у обработанной карбамидом целлюлозы (67,4%) по сравнению с пропаренной (65,1%) и исходной (61,2%).

Повышение удельной плотности водородных связей, химические сшивки макромолекул целлюлозы с карбамидом и увеличение степени кристал-

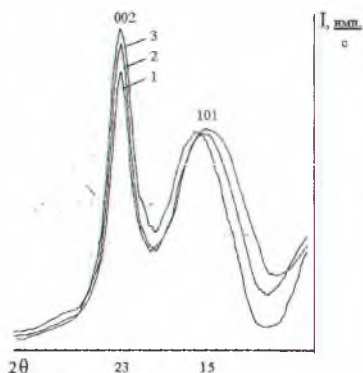


Рис. 7. Рентгенодифрактометрические кривые препаратов целлюлозы: 1 - исходный; 2 - гидротермически обработанный; 3 - пропаренный и обработанный карбамидом

личности целлюлозы за счет удаления неупорядоченных участков - способствует повышению прочности образцов бумаги, получаемой из древесноволокнистой массы.

Данные дифференциально-термического и термогравиметрического исследований показали (рис. 8), что для обработанной водным раствором карбамида целлюлозы характерно смещение основных

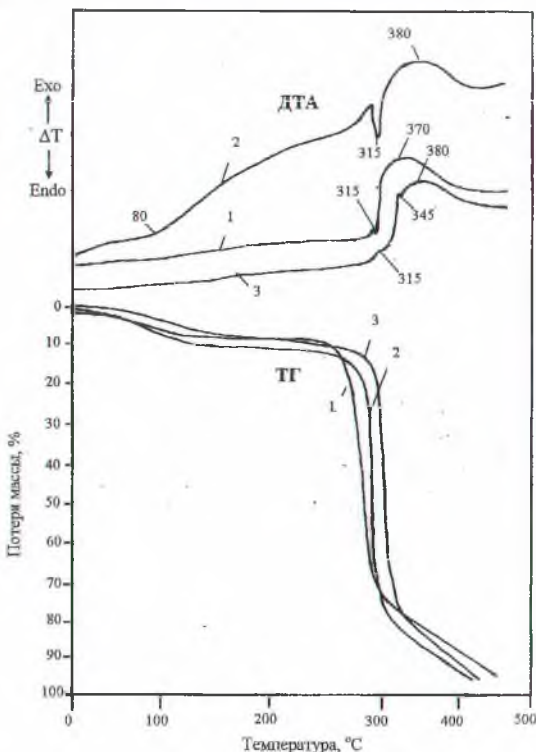


Рис. 8. Термограммы препаратов целлюлозы из древесины осины: 1 - исходный; 2 - пропаренный; 3 - пропаренный в присутствии карбамида

тепловых эффектов в область более высоких температур. Это же наблюдалось и для препаратов лигнина, выделенных из исходной древесины осины.

Такие изменения указывают на стабилизирующее действие водного раствора карбамида на термическую устойчивость древесины.

Расчет энергии активации термоокислительной деструкции ( $E_d$ ) древесины и выделенных из нее препаратов целлюлозы и лигнина подтверждает характер изменения тепловых эффектов, и также свидетельствует в пользу уменьшения термической деструкции древесины под действием карбамида (табл.5).

Таблица 5

Энергия активации термоокислительной деструкции исследуемых образцов

Наименование образца	$E_d$ , кДж/моль
1. Исходные древесные волокна	46,7±1,87
2. Гидротермически обработанные древесные волокна	37,5±1,51
3. Гидротермически обработанные в присутствии карбамида древесные волокна	51,3±2,05
4. Исходный препарат целлюлозы	78,8±3,15
5. Гидротермически обработанный препарат целлюлозы	65,5±2,62
6. Гидротермически обработанный в присутствии карбамида препарат целлюлозы	69,3±2,77
7. Исходный препарат лигнина	28,8±0,55
8. Гидротермически обработанный препарат лигнина	26,1±0,51
9. Гидротермически обработанный в присутствии карбамида препарат лигнина	27,7±0,53

Как было показано в табл. 4, обработка древесины водным раствором карбамида приводит к увеличению выхода из древесины веществ, экстрагируемых спиртобензольной смесью и определяемых как лигнин Класона. Это может быть следствием деструктивных превращений в древесине и конкурирующей с ними конденсации, проявляющихся под действием карбамида, что нашло подтверждение в данных фракционирования близкого природному лигнина Бьеркмана методом гель-хроматографии (табл. 6).

Таблица 6

Изменение молекулярно-массового распределения лигнина Бьеркмана

Время обработки, мин	Расход карбамида, % к а.с.в.	Массовая доля фракции, %			$\frac{M_w}{M_n}$
		ВМФ	СМФ	НМФ	
—	—	25,0±0,67	53,5±1,44	21,5±0,58	3,2
1	3	39,8±1,07	34,3±0,92	26,0±0,71	3,7
3	3	45,8±1,24	48,3±1,32	6,0±0,16	3,0
6	3	29,7±0,81	43,4±1,17	26,9±0,72	3,6

Из табл. 6 видно, что в начальный период воздействия карбамида на лигнин массовая доля высоко- и низкомолекулярной фракций (ВМФ и

НМФ соответственно) возрастает за счет снижения доли средномолекулярной (СМФ). С увеличением продолжительности воздействия карбамида до 3 мин деструкция лигнина усиливается, а свыше 3<sup>х</sup>, до 6<sup>х</sup> мин – усиливается конденсация.

Таким образом, судя по полученным данным с использованием методов химического анализа, ИК-спектроскопии, рентгеноструктурного анализа, дифференциально-термического и термогравиметрического анализов, гель-хроматографии под действием карбамида химическая активность древесины возрастает, что, вероятнее всего, и определяет повышение прочности картона и бумаги, получаемых из модифицированных дефибраторных волокон.

**Шестая глава** посвящена разработке технологических параметров дефибраторного размола осинового щепы с целью получения из нее модифицированного карбамидом ВПВВ.

Для разработки режима размола древесины осуществлено варьирование на трех уровнях основных факторов, влияющих на качество получаемой древесноволокнистой массы: температуры и продолжительности пропаривания древесины, продолжительности размола пропаренной осинового щепы.

Предварительно было рассмотрено влияние температуры пропаривания щепы из древесины осины на степень помола получаемой древесноволокнистой массы и разрывную длину изготовленной из нее бумаги. При исследовании влияния температуры пропаривания на степень помола массы в диапазоне 170 – 210 °С было установлено закономерное повышение степени помола получаемой массы с ростом температуры. Для волокон из модифицированной карбамидом щепы интенсивность изменения степени измельчения древесины оказалась значительно выше, чем для исходных, необработанных карбамидом, но разница в значениях степени помола с повышением температуры уменьшалась. Так, если при температуре 170 °С она составляла 43 °ППР, то при 190 °С – 29 °ППР. Разрывная длина бумаги, полученной из обработанной карбамидом волокнистой массы, имела наибольшую величину 3800 м при температуре пропаривания 200 °С.

Исследования по влиянию продолжительности лабораторного размола пропаренной при 190 °С щепы на качество волокон и бумаги показали закономерное увеличение со временем степени помола, активной поверхности ее волокон и прочности получаемых образцов бумаги (табл. 7).

Таблица 7

Показатели качества древесных волокон и бумаги

Вид размола	Время размола, мин	Степень помола, °ППР	Разрывная длина бумаги, м	Число волокон в 1г навески $\cdot 10^{-6}$ , 1/г	Удельная поверхность волокон, $\text{см}^2/\text{г}$	Напряжение сдвига между волокнами, Па
Без реагента	3	22	–	7,36	1348	–
	6	38	–	8,97	1474	–
	9	41	240	9,96	1502	0,75
	12	60	710	10,87	1543	2,72

Продолжение таблицы 7

Вид размола	Время размола, мин	Степень помола, °ПР	Разрывная длина бумаги, м	Число волокон в 1 г навески $\cdot 10^{-6}$ , 1/г	Удельная поверхность волокон, см <sup>2</sup> /г	Напряжение сдвига между волокнами, Па
Без реагента	15	67	830	15,66	1716	3,13
	18	72	850	19,63	1745	3,20
	21	79	880	26,39	1763	3,23
С обработкой карбамидом	3	17	—	5,63	1491	—
	6	27	540	6,04	1607	1,68
	9	30	800	7,98	1763	2,55
	12	33	1060	10,88	1777	3,39
	15	40	1290	12,27	2026	3,85
	18	50	1430	13,89	2404	4,49
	21	59	1570	19,80	2853	5,02
Критерий Хи-квадрат (Пирсона)		2,197	3,735	2,125	2,628	2,378

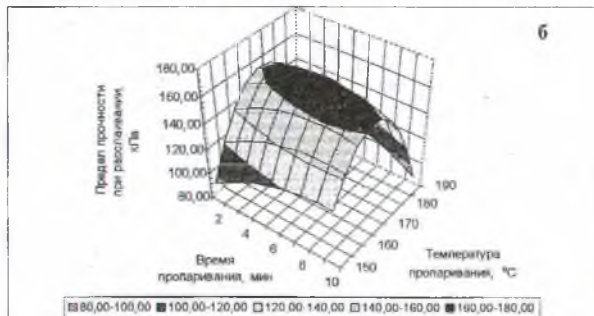
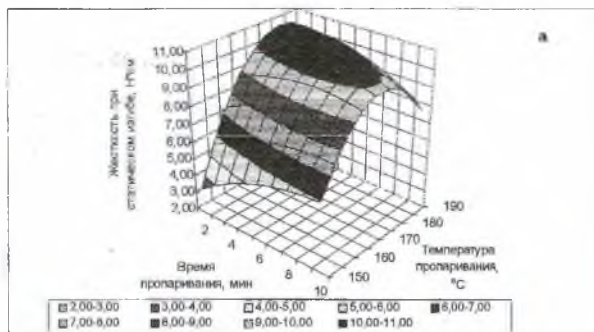


Рис. 10. Влияние времени и температуры пропаривания щепы на жесткость при статическом изгибе (а) и предел прочности при расщеплении (б) перелетного картона

ли от 2 до 10 мин, температуру - от 150 до 190 °С. Щепу обрабатывали 20% раствором карбамида с расходом 3%. При этом из древесноволокнистой массы получали четырехслойный перелетный картон. Результаты эксперимента приведены на рис. (10 – 11).

Оценка значимости различий показателей качества образцов бумаги, обработанной и необработанной карбамидом, производилась по критерию Хи-квадрат (Пирсона). Расчетные значения критерия (табл. 7) оказались больше табличного, равного 0,711, что указывает на существенность различий показателей качества для испытанных образцов.

В дальнейших исследованиях температурный фактор пропаривания щепы был совмещен со временем при применении метода математического планирования Коно.

Продолжительность пропарки варьировали



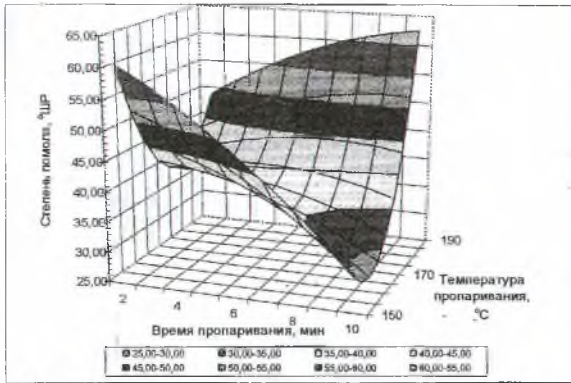


Рис. 11. Влияние времени и температуры пропаривания щепы на степень помола древесных волокон

статическом изгибе, соответствовали требованиям не только ТУ РБ 05765765-001, но и ГОСТа 79850. Такие параметры размола могут быть легко воспроизведены в реальных условиях производства ДВП при перепрофилировании его на выпуск ВПВВ, пригодного для введения в композицию картона и бумаги.

В седьмой главе рассмотрены результаты опытно-промышленных выработок ВПВВ на основе дефибраторной массы в цехе ДВП ОАО «Борисовдрев» и его использования в композиции переплетного картона на ОАО «Пуховичская картонная фабрика» и картона для промышленных нужд на ОАО «Бумажная фабрика «Спартак» (г. Шклов). Результаты опытно-промышленных испытаний показали, что использование в качестве заменителя макулатурного сырья немодифицированной карбамидом массы основного потока от производства ДВП без ущерба качеству картона возможно лишь в количестве до 10%. Модифицирование этой же массы карбамидом (с расходом 1,5 %) привело к двух-трехкратному увеличению его содержания в композиции продукции с удовлетворяющими нормативам показателями качества.

В диссертации обоснованы и описаны мероприятия, необходимые для перепрофилирования цеха ДВП мокрого способа производства с целью перевода его на выпуск ВПВВ.

Объемные лабораторные исследования, результаты опытно-промышленных испытаний, а также дефицит традиционно используемых волокнистых полуфабрикатов в Республике Беларусь послужили основанием для принятия к внедрению разработанной в составе диссертации технологии ВПВВ и его применения в производстве картона и бумаги на предприятиях концерна «Беллесбумпром». Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения разработки составил 1198, 725 млн. рублей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработана технология волокнистого полуфабриката высокого выхода на основе дефибраторной массы, модифицированной карбамидом на стадии пропаривания, применительно к древесине осины. Рассмотрено влия-

Анализ полученных данных на основе расчета обобщенного критерия оптимизации показал, что оптимальными значениями параметров пропаривания следует считать температуру пропаривания 171 °С и время пропаривания 5,9 мин. При этом значения показателей качества переплетного картона – предела прочности при расслаивании и жесткости при

ние температуры пропаривания, продолжительности пропаривания и продолжительности размола на свойства получаемой массы и качество бумаги и картона. При этом было применено математическое планирование эксперимента с реализацией экономного плана Коно и найдены оптимальные значения параметров пропаривания с использованием обобщенного критерия оптимизации [3]. Оптимальными параметрами являются: продолжительность пропаривания - 5,9 мин и температура пропаривания - 171 °С. Эти параметры учитывались при получении модифицированного карбамидом ВПВВ на основе дефибраторной массы в промышленных условиях ОАО «Борисовдрев». Внесены изменения в технологический режим и технологическую схему производства древесноволокнистых плит с целью перевода его на выпуск ВПВВ из дефибраторной массы [20, Приложение 1].

2. Экспериментально установлено, что волокна дефибраторной массы от производства древесноволокнистых плит также как и волокна, полученные лабораторным размолотом древесины осины, обладают сравнительно низкими физико-техническими свойствами, что приводит к снижению прочности бумаги и картона при включении их в композицию с макулатурой [4, 8, 12, 13, 15].

3. С целью повышения бумагообразующих свойств дефибраторной массы и волокон из древесины осины осуществлена их обработка реагентами кислотного и щелочного характера [1, 4, 14, 22]. Наибольшей эффективностью отличалось воздействие на древесину осины водного раствора карбамида на стадии пропаривания, позволившее повысить более чем вдвое прочность образцов бумаги, получаемой из волокнистой массы [4, 7, 16-18, 20, 22, 24].

4. Увеличение прочности бумаги, получаемой из древесноволокнистой массы после обработки древесины карбамидом, нашло объяснение в изменениях ее структуры: уменьшении показателя степени помола, за счет повышения доли длиноволокнистой и средневолокнистой фракций; возрастании величины активной поверхности волокон и их условной гибкости [2, 5, 9, 17, 21].

5. Методами химического анализа, ИК – спектроскопии, рентгеноструктурного анализа, дифференциально-термического и термогравиметрического анализов, гель-хроматографии показано, что за повышение прочности бумаги и картона под действием на древесину водного раствора карбамида ответственны также химические превращения древесины, связанные с повышением при этом реакционной способности целлюлозы и лигнина [6, 9, 10, 11].

6. В результате опытно-промышленного применения модифицированного карбамидом ВПВВ на основе дефибраторной массы при получении перешлетного картона и картона для промышленных нужд на ОАО «Пуховичская картонная фабрика» и ОАО «Бумажная фабрика «Спартак» (г. Шклов) установлена возможность замены им до 20-30 % макулатуры [19, 23, 25, 26]. Целесообразность промышленного получения химически модифицированного карбамидом ВПВВ и его применения для производства бумажно-картонной продукции на предприятиях концерна «Беллесбумпром» подтверждена актом внедрения с расчетом ожидаемого годового экономического эффекта в сумме 1198, 725 млн. рублей [Приложения 6-7].

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

*Статьи*

1. Соловьева Т.В., Куземкин Д.В. Модифицирование дефибраторной массы, предназначенной для бумажно-картонного производства // Материалы. Технологии. Инструменты. 1999.– № 4. – С 85-87.
2. Kuziomkin D.U., Soloviova T.U. Scier drewny – tekturowo – papierniczej produkcji // Technologia drewna:- XV konf. naukowa Wydziału Technologii Drewna SGGW. – Warszawa, 2001. – P. 95 - 98.
3. Куземкин Д.В., Соловьева Т.В., Хмызов И.А. Оптимизация технологических параметров пропаривания щепы при получении нового волокнистого полуфабриката высокого выхода // Сборник трудов БГТУ. Серия химии и технологии органических веществ. Вып. IX. – Минск: БГТУ, 2001. – С. 28 - 32.
4. Куземкин Д.В., Соловьева Т.В., Проявко А.П. Повышение прочностных свойств волокнистого полуфабриката высокого выхода на основе дефибраторной массы для использования в производстве картона // Сборник трудов БГТУ. Серия химии и технологии органических веществ. Вып. IX. – Минск: БГТУ, 2001. – С. 24 - 28.
5. Новосельская О. А., Куземкин Д. В., Хмызов И. Л., Соловьева Т. В. Исследование поверхности бумаги, изготовленной из дефибраторной массы // Сборник трудов БГТУ. Серия химии и технологии органических веществ. Вып. X. – Минск: БГТУ, 2002. – С. 69 - 73.
6. Куземкин Д. В., Соловьева Т. В., Хмызов И. А., Мельникова Р. Я. Исследование взаимодействия водного раствора карбамида с древесной методом ИК-спектроскопии // Сборник трудов БГТУ. Серия химии и технологии органических веществ. Вып. X. – Минск: БГТУ, 2002. – С. 73 - 79.
7. Соловьева Т.В., Куземкин Д.В., Шкирандо Т.П., Снопкова Т.А. Новая область применения дефибраторной массы – промежуточного продукта производства древесноволокнистых плит // Деревообрабатывающая промышленность: научно-технический экономический и производственный журнал – 2002.– № 2. – С 16 - 18.
8. Новосельская О. А., Куземкин Д. В., Соловьева Т. В. Оптические свойства волокнистого полуфабриката высокого выхода на основе дефибраторной массы // Сборник трудов БГТУ. Серия химии и технологии органических веществ. Вып. XI. – Минск: БГТУ, 2003. – С. 162 - 167.
9. Куземкин Д. В., Дубоделова Е.К., Хмызов И.А., Соловьева Т. В. Влияние листовых пород древесины на свойства волокнистого полуфабриката высокого выхода на основе дефибраторной массы. // Сборник трудов БГТУ. Серия химии и технологии органических веществ. Вып. XI. – Минск: БГТУ, 2003. – С. 153 - 161.
10. Соловьева Т.В., Алексеев А.Д., Куземкин Д.В., Кац Л.И. Исследование взаимодействия элевого лигнина механического размола с карба-

мидом методом гель-хроматографии // Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. хім. навук. 2003. – № 3. – С. 107–110.

11. Куземкин Д.В., Мельникова Р.Я., Соловьева Т.В. Термическая деструкция дефибраторной массы под воздействием карбамида. // Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. хім. навук. 2003. – № 4. – С. 119–122.

#### *Материалы конференций*

12. Соловьева Т.В., Куземкин Д.В., Костюков А.С. Новый волокнистый полуфабрикат в производстве бугорчатых прокладок // Лес. Наука. Молодежь: Материалы международной научной конференции молодых ученых. Гомель, 5-7 октября 1999. – Гомель, 1999. – С.153 - 155.

13. Соловьева Т.В., Куземкин Д.В., Пашук С.Ц. Новый волокнистый полуфабрикат высокого выхода в композиции бумаги // Разработка импортозамещающих технологий и материалов в химической промышленности: Материалы международной научно-технической конференции. Минск, 20-22 октября 1999. – Минск: БГТУ, 1999. – С. 165 - 166.

14. Соловьева Т.В., Куземкин Д.В., Пашук С.Ц. Расширение области применения дефибраторной массы // Ресурсосберегающие технологии в лесной и деревообрабатывающей промышленности: Материалы международной научно-технической конференции. Минск, 24-25 ноября 1999. – Минск: БГТУ, 1999. – С. 358 - 360.

15. Соловьева Т.В., Куземкин Д.В. Новый волокнистый полуфабрикат в производстве переплетного картона // Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии: Материалы V республиканской научно - технической конференции. Гродно, 25-27 апреля 2000. – Гродно, 2000 – С. 172 - 175.

16. Соловьева Т.В., Куземкин Д.В., Цедрик Т.П., Хмызов И.А., Пашук С.Ц. Разработка ресурсосберегающей технологии получения и применения волокнистого полуфабриката высокого выхода // Леса Беларуси и их рациональное использование: Материалы международной научно-технической конференции. Минск, 29-30 ноября 2000. – Минск: БГТУ, 2000. – С. 61 - 62.

17. Куземкин Д.В. Свойства дефибраторной массы, предназначенной для картонно-бумажного производства // Современные технологические процессы получения материалов и изделий из древесины: Материалы Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Воронеж, 17-19 сентября 2001. – Воронеж, 2001. – С. 145 - 148.

18. Куземкин Д.В., Соловьева Т.В. Утилизация древесных отходов при получении волокнистого полуфабриката высокого выхода // Новые технологии рециклинга вторичных ресурсов: Материалы международной научно-технической конференции. Минск, 22 ноября 2001. – Минск: БГТУ, 2001. – С.55 - 57.

19. Грибкова В.П., Новосельская О.А., Куземкин Д.В. Исследование функции спроса на переплетный картон // *Мировая экономика и бизнес-администрирование: Материалы Международной научно-практической конференции*. Минск, 29-31 мая 2003 г. – Минск: БНТУ, 2003 г. – С. 34 - 35.

20. Соловьева Т.В., Хмызов И.А., Шкирандо Т.П., Куземкин Д.В., Дубоделова Е.В. Энергосбережение в производстве древесноволокнистых плит // *Ресурсо- и энергосберегающие технологии промышленного производства: Материалы Международной научно-технической конференции*. Витебск, Ноябрь 2003 г. – Витебск: ВГТУ, 2003 г. – С. 76 – 79.

21. Куземкин Д.В., Хмызов И.А., Дубоделова Е.В., Новосельская О.А., Соловьева Т.В. Использование дефибраторной массы в композиции печатных видов бумаг // *Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов: Материалы Международной научно-технической конференции*. Минск, 26-28 ноября 2003 г. – Минск: БГТУ, 2003 г. – С. 421 - 423.

#### *Тезисы*

22. Куземкин Д.В. Химически модифицированная дефибраторная масса в качестве волокнистого полуфабриката высокого выхода // *Деревообработка на рубеже XXI века: Тезисы докладов международной научно-технической конференции*. Москва, 8-9 декабря 1999. – Москва, 1999. – С. 44 - 46.

23. Соловьева Т.В., Куземкин Д.В. Использование волокнистого полуфабриката высокого выхода на основе дефибраторной массы в картонно-бумажном производстве // *Ресурсосберегающие экотехнологии: возобновление и экономия энергии, сырья и материалов: Тезисы докладов международной научно-технической конференции*. Гродно, 11-13 октября 2000. – Гродно, 2000. – С. 38-39.

24. Соловьева Т.В., Куземкин Д.В. Волокнистый полуфабрикат высокого выхода на основе дефибраторной массы // *Белорусско-польский научно-практический семинар: Тезисы докладов международной научно-технической конференции*. Гродно, 2000. – Гродно, 2000. – С. 195 - 196.

#### *Заявки на патент*

25. Заявка № а 2000990, МПК<sup>7</sup> D21H5/00. Волокнистая масса для изготовления переплетного картона. Соловьева Т.В., Куземкин Д.В., Хмызов И.А., Шкирандо Т.П., Гаврилович В.Ф., Проявко А.П., Есипенок П.К., Заявлено 31.10.2000 г; Опубл. Б.И. №2; 2002 г; с.40.

26. Заявка № а 2001156, МПК<sup>7</sup>. Волокнистая масса для изготовления картона для промышленных нужд. Соловьева Т.В., Куземкин Д.В., Хмызов И.А., Шкирандо Т.П., Гаврилович В.Ф., Проявко А.П., Ленков Б.А., Касьянова М.П., Заявлено 26.12.2000 г; Опубл. Б.И. №2; 2002 г; с.41.

## РЭЗІЮМЭ

КУЗЁМКІН Дзмітрый Уладзіміравіч

**РАСПРАЦОЎКА ТЭХНАЛОГІІ ВАЛАКНІСТАГА ПАЎФАБРЫКАТУ НА АСНОВЕ ДЭФІБРАТАРНАЙ МАСЫ ДЛЯ ВЫКАРЫСТАННЯ Ў КАМПАЗІЦЫІ ПАПЕРЫ І КАРДОНУ**

*Ключавыя словы:* ДЭФІБРАТАРНАЯ МАСА, ТРЭСКІ, КАРБАМІД, ПРАПАРКА, ВАЛАКНІСТЫ ПАЎФАБРЫКАТ, КАМПАЗІЦЫЯ, ПАПЕРАЎТВАРАЛЬНЫЯ ЎЛАСЦІВАСЦІ, КАРДОН, ПАПЕРА.

*Аб'ект даследавання:* тэхналагічны працэс атрымання валакністага паўфабрыкату на аснове дэфібратарнай масы.

*Прадмет даследавання:* валакністы паўфабрыкат на аснове дэфібратарнай масы.

*Мэта даследавання:* распрацоўка тэхналогіі валакністага паўфабрыкату на аснове дэфібратарнай масы для выкарыстання яго ў кампазіцыі паперы і кардону.

*Метады даследавання і абсталяванне.* Пры правядзенні даследаванняў выкарыстан прыем лабараторнага мадэліравання дэфібратарнага размолу драўніны з атрыманнем мадыфікаванай карбамідам валакністай масы. Для вывучэння ўзаемадзеяння карбаміду з драўнінай былі прыцягнуты метады фракцыйнага і хімічнага аналізаў, ІЧ-спектраскапіі, рэнтгенаструктурнага аналізу, дыферэнцыяльна-тэрмічнага і тэрмагравіметрычнага аналізаў, гель-храматаграфіі. Паказчыкі якасці паперы і кардону вызначалі на гарызантальнай разрыўной машыне SE062/064 фірмы Lorentzen and Wettre і з выкарыстаннем стандартных методаў. Для апрацоўкі вынікаў даследаванняў прыменены метады статыстычнага аналізу.

*Атрыманьня вынікі і іх навізна.* У працы ўпершыню распрацавана тэхналогія валакністага паўфабрыкату з высокімі папераўтваральнымі ўласцівасцямі за кошт мадыфікавання дэфібратарнага размолу трэсак з асінавай драўніны. Выяўлены фізіка-хімічныя ўзаемадзеянні карбаміду і прадуктаў яго дэструкцыі з кампанентамі драўніны асіны, вынікам якіх з'явіліся захаванне трываласці драўляных валокнаў і павелічэнне іх рэакцыйнай здольнасці. Атрыманьня і выпрабаваньня ўзоры паперы і кардону з увядзеннем у кампазіцыю макулатуры і валакністага паўфабрыката высокага выхаду на аснове мадыфікаванай карбамідам дэфібратарнай масы. Паспяхова праведзена вопытна-прамысловая праверка практычнага выкарыстоўвання валакністага паўфабрыкату на аснове мадыфікаванай дэфібратарнай масы ў кампазіцыі пераплётнага кардону і кардону для прамысловых патрэб на прадпрыемствах канцэрна «Беллеспаперапрам».

*Галіна ўжывання.* Вынікі даследаванняў па атрыманню і выкарыстоўванню валакністага паўфабрыкату на аснове дэфібратарнай масы прыняты канцэрнам «Беллеспаперапрам» да прамысловага ўкаранення. Чаканы эканамічны эффект ад укаранення распрацоўкі на прадпрыемствах канцэрна складае 1198,725 млн. рублёў у год (у цэнах 2003 г.).

## РЕЗЮМЕ

КУЗЁМКИН Дмитрий Владимирович

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОЛОКНИСТОГО  
ПОЛУФАБРИКАТА НА ОСНОВЕ ДЕФИБРАТОРНОЙ МАССЫ  
ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОМПОЗИЦИИ БУМАГИ И КАРТОНА**

*Ключевые слова:* ДЕФИБРАТОРНАЯ МАССА, ЩЕПА, КАРБАМИД, ПРОПАРКА, ВОЛОКНИСТЫЙ ПОЛУФАБРИКАТ, КОМПОЗИЦИЯ, БУМАГООБРАЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА, БУМАГА, КАРТОН.

*Объект исследования:* технологический процесс получения волокнистого полуфабриката на основе дефибраторной массы.

*Предмет исследования:* волокнистый полуфабрикат на основе дефибраторной массы.

*Цель исследования:* разработка технологии волокнистого полуфабриката на основе дефибраторной массы для использования его в композиции картона и бумаги.

*Методы исследования и аппаратура.* При проведении исследований использован прием лабораторного моделирования дефибраторного размола древесины с получением модифицированной карбамидом волокнистой массы. К изучению взаимодействия карбамида с древесиной были привлечены методы фракционного и химического анализов, ИК – спектроскопии, рентгеноструктурного анализа, дифференциально-термического и термогравиметрического анализов, гель-хроматографии. Показатели качества бумаги и картона определяли на горизонтальной разрывной машине SE062/064 фирмы Lorentzen and Wettre и с использованием стандартных методик. При обработке результатов исследований применены методы статистического анализа.

*Полученные результаты и их новизна.* В работе впервые разработана технология волокнистого полуфабриката с высокими бумагообразующими свойствами за счет модификации дефибраторного размола щепы из осино-вой древесины. Установлены физико-химические взаимодействия карбамида и продуктов его деструкции с компонентами древесины осины, результатом которых явилось сохранение прочности древесных волокон и повышение их реакционной способности. Получены и испытаны образцы бумаги и картона с введением в композицию макулатуры и волокнистого полуфабриката на основе модифицированной карбамидом дефибраторной массы. Проведена успешная опытно-промышленная проверка практического применения волокнистого полуфабриката из модифицированной дефибраторной массы в композиции переплетного картона и картона для промышленных нужд на предприятиях концерна «Беллесбумпром».

*Область применения.* Результаты исследований по получению и применению волокнистого полуфабриката на основе дефибраторной массы приняты концерном «Беллесбумпром» к промышленному внедрению. Ожидаемый экономический эффект от внедрения разработки на предприятиях концерна составляет 1198, 725 млн. рублей в год (в ценах 2003 г.).

## SUMMARY

KUZIOMKIN Dmitriy Vladimirovich

**DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY OF FIBER SEMIPRODUCT ON THE BASE OF THE DEFIBRATOR MASS FOR USAGE IN A COMPOSITION OF A PAPER AND CARDBOARD**

*Key words:* DEFIBRATOR MASS, WOOD CHIPS, CARBAMIDE, STEAMING, FIBER SEMIPRODUCT, COMPOSITION, PAPER-FORMING PROPERTIES, PAPER, CARDBOARD.

*Object of investigation:* technological process of obtaining fiber semiproduct on the base of defibrator mass.

*Subject of investigation:* fiber semiproduct on the base of defibrator mass.

*Purpose of investigation:* development of technology of fiber semiproduct on the base of defibrator mass which is able to substitute traditional fibrous semiproduct in composition of paper and cardboard.

*Methods of investigations and equipment.* Method of laboratory simulation of defibrator wood grinding with obtaining fiber mass modified by carbamide was used when investigations were carried out. To study interaction of carbamide with wood methods of fractional and chemical analyses, IR-spectroscopy, X-ray analysis, differential thermal and gravimetric analyses, gel-penetrating chromatography were used. Values of paper and cardboard quality were determined by horizontal tearing machine SE062/064 (Lorentzen and Wettre) and using standard techniques. Methods of statistic analysis were used when the results were analyzed.

*Results obtained and their novelty.* For the first time technology of fiber semiproduct with high paper-forming properties due to modification of defibrator grinding of aspen wood chips was developed in the work. Physical-chemical interactions of carbamide and products of its decomposition with components of aspen wood was shown and the result of it was conservation solidity of wood fiber and increase of its reactivity. The samples of paper and cardboard were obtained and tested by introducing in composition of waste paper and fiber semiproduct on the base defibrator mass modified by carbamide. Successful experimental-industrial control of practical application of fiber semiproduct on a modified of defibrator mass in composition of binders board and cardboard for industrial needs was performed at the enterprises of the concern «Bellesbumprom».

*Fields of application.* Results of investigations on obtaining and application of fiber semiproduct on the base of defibrator mass were accepted by concern «Bellesbumprom» for manufacturing application. Expected economic effect from introduction of development at the enterprises of the concern is about 1198, 725 million rubles per year (in prices for 2003).



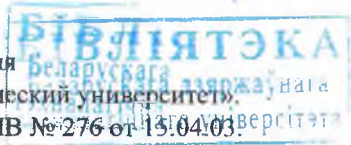
**Кузёмкин Дмитрий Владимирович**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОЛОКНИСТОГО  
ПОЛУФАБРИКАТА НА ОСНОВЕ ДЕФИБРАТОРНОЙ МАССЫ  
ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОМПОЗИЦИИ БУМАГИ И КАРТОНА**

Подписано в печать 24.05.2004. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.  
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,5. Уч.-изд. л. 1,3.  
Тираж 90 экз. Заказ **287**.

5640р

Учреждение образования  
«Белорусский государственный технологический университет»  
220050, Минск, Свердлова, 13а. Лицензия ЛВ № 276 от 15.04.03.



Отпечатано в лаборатории полиграфии учреждения образования  
«Белорусский государственный технологический университет».  
220050, Минск, Свердлова, 13.