

676
479

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 676.16 : 674.817

ДУБОДЕЛОВА
Екатерина Владимировна

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД
В КОМПОЗИЦИИ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ,
СОДЕРЖАЩИХ МОДИФИЦИРОВАННУЮ
ДЕФИБРАТОРНУЮ ДРЕВЕСНУЮ МАССУ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

по специальности 05.21.03 – технология и оборудование
химической переработки биомассы дерева; химия древесины

Минск 2007

Работа выполнена в Учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет»

Научный руководитель Соловьёва Тамара Владимировна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры химической переработки древесины Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Официальные оппоненты: Колесников Виталий Леонидович, доктор технических наук профессор, профессор кафедры информационных систем и технологий Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»;

Фёдоров Николай Ильич, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры лесозащиты и садово-паркового строительства Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Оппонирующая организация Институт химии новых материалов НАН Беларуси

Защита состоится 26 декабря 2007 г. в 14.00 на заседании Совета по защите диссертаций Д 02.08.04 при Учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет» по адресу: 220006, г. Минск, ул. Свердлова 13а, ауд. 240, к. 4.

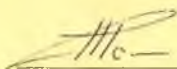
Тел.: (017)-227-63-54, факс: (017)-227-62-17,

e-mail: root@bstu.unibel.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Автореферат разослан 24 ноября 2007 г.

Ученый секретарь
Совета по защите диссертаций
кандидат технических наук, доцент



Толкач О.Я.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Объемы производства и потребления массовых видов листовых древесных материалов – древесных плит, картона и бумаги, неуклонно возрастают. В композиции этих материалов за рубежом широко применяется древесная масса, получаемая из щепы, в технологическом процессе которой предусмотрено использование различных видов древесного сырья. Особенно интенсивно развивается производство термомеханической древесной массы (ТММ). Ее технология включает использование хвойной древесины, которая обеспечивает стабильно высокие показатели прочности готовой продукции. Однако ресурсы дорогостоящей хвойной древесины имеют тенденцию к сокращению в связи с широкой областью ее применения. В то же время мировые запасы лиственной древесины довольно велики и в Республике Беларусь они составляют, по данным УП «Белгослес», около 33% (по состоянию на 2007 г.). Мягколиственные породы имеют сравнительно узкую область применения в химической переработке древесины, а получаемые на ее основе листовые материалы обладают недостаточно высокой прочностью, что сдерживает их широкое использование в технологических процессах получения древесной массы, древесных плит, картона и бумаги.

В результате выполнения настоящих исследований разработаны технологии повышения прочности листовых материалов, получаемых из древесины лиственных пород, за счет активирования компонентов ее лигноуглеводного комплекса. В этих целях использованы химические реагенты – карбамид, щелок от магний-бисульфитной варки целлюлозы и ферментированный крахмал. Промышленная апробация использования древесины мягколиственных пород в композиции древесных плит, картона и бумаги проведена на 4-х отечественных предприятиях. Полученные результаты позволили сделать заключение о возможности расширения сырьевой базы в производстве листовых древесных материалов за счет широкого привлечения в их композицию древесины мягколиственных пород, таких как береза, осина, ольха.

Связь работы с крупными научными программами и темами. Диссертационная работа, выполненная в Учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет», включена в утвержденные Министерством образования Республики Беларусь от 02.03.2004 г., 03.03.2005 г. научные планы организации. Она соответствует приоритетному направлению прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2006–2007 гг. «Новые ресурсосберегающие и биосферносовместимые технологии и материалы» (п. 8.5 Постановления Совета Министров Республики Беларусь от 17.05.2005 г. № 512).

Работа выполнена на кафедре химической переработки древесины в рамках следующих программ и тем:

– Государственной научно-технической программы, утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30.06.2003 г. № 884 «Усовершенствовать и внедрить новые технологии в лесохозяйственном и промышленном производствах, обеспечивающие повышение продуктивности и устойчивости лесов, рациональное использование лесных ресурсов, производство конкурентной и импортозамещающей продукции, усиление экономических эко-

1
1048 ар.

БІБЛІЯТЭКА
Беларускага дзяржаўнага
тэхналагічнага ўніверсітэта

логических и социальных функций лесов» (ГНТП «Леса Беларуси и рациональное использование») задание 5.01 «Разработать и внедрить технологию повышения технических свойств мягких древесных отходов с целью получения новых волокнистых полуфабрикатов для производства бумаг и картона» (БС 23-214, № гос. регистрации 20033812, 4 кв. 2004–4 кв. 2005 гг.), задание 5.02 «Разработать технологию получения массы полуфабрикатов из низкосортной древесины» (БС 23-215, № гос. регистрации 20033852, 4 кв. 2004–4 кв. 2005 гг.);

– Государственной научно-технической программы, утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 1.02.2005 г. № 141 «Разработать технологии рециклинга вторичных ресурсов и осуществить ресурсосберегающую модернизацию промышленных технологий нового отраслевого назначения» (ГНТП «Ресурсосбережение») задание № 2256/1.70 «Разработать ресурсосберегающую технологию производства древесных плит с созданием полужамкнутой системы водопользования» (БС 24-045, № гос. регистрации 20042892, 2 кв. 2004–4 кв. 2005 гг.);

– научно-исследовательской работы, утвержденной Министерством образования Республики Беларусь «Разработка химической технологии нового волокнистого полуфабриката высокого выхода из дефибраторной массы» (ГБ 25-049, № гос. регистрации 2005865, 2004–2005 гг.);

– Гранта Министерства образования Республики Беларусь «Разработка технологии дефибраторной массы, обладающей высокими физико-техническими и бумагообразующими свойствами» (ГБ 25-041, № гос. регистрации 2005579, 3.01.2005–31.12.2005 гг.).

Цель и задачи исследования. Цель работы – научное обоснование и разработка технологий, позволяющих эффективно использовать древесину березы (*Betula verrucosa Ehrh.*), осины (*Populus tremulae L.*) и ольхи (*Alnus glutinosa (L.) Gaertn.*), в композиции листовых материалов – древесноволокнистых плит, картона и бумаги.

Достижение поставленной цели потребовало решения следующих задач:

– обосновать и разработать способы модифицирования дефибраторной древесной массы, полученной из древесины березы, осины и ольхи, с целью повышения прочностных свойств листовых материалов на их основе;

– разработать композиции из химически модифицированной дефибраторной древесной массы, полученной из древесины лиственных пород, и комбинированного связующего, обеспечивающие высокие технические свойства древесноволокнистых плит, картона и бумаги;

– оптимизировать технологические режимы дефибраторного размола древесины березы, осины и ольхи в целях получения древесных плит, картона и бумаги с высокими техническими свойствами;

– провести промышленную апробацию технологий, позволяющих использовать древесину лиственных пород в композиции древесных плит, картона и бумаги.

Объектами исследований являлись древесная масса, получаемая из древесины лиственных пород на дефибраторной установке, и изготовленные на ее основе листовые материалы – древесные плиты, картон и бумага.

Положения, выносимые на защиту. На защиту выносятся следующие положения:

– научное обоснование повышения прочностных свойств листовых материалов на основе дефибраторной древесной массы, полученной из древесины лиственных пород, путем активирования лигноуглеводного комплекса древесины карбамидом и щелоком от магний-бисульфитной варки целлюлозы в процессе гидротермической обработки;

– разработанные оптимальные режимы пропаривания древесной щепы из древесины березы, осины и ольхи, позволяющие получать листовые материалы с высокими техническими свойствами;

– использование ферментированного крахмала для повышения адгезионной способности феноло- и карбамидоформальдегидного связующего в композиции древесных плит, содержащих древесину лиственных пород;

– результаты опытно-промышленной апробации разработанных технологий, позволивших использовать древесину березы, осины и ольхи в композиции древесных плит, картона и бумаги.

Личный вклад соискателя. Соискатель провел анализ патентной и научной литературы по теме диссертации, принимал непосредственное участие в формулировании цели и задач исследований, в получении, обработке, интерпретации экспериментальных данных, при подготовке публикаций, а также промышленной апробации и внедрении результатов диссертационной работы. В соавторстве разработан «Способ получения волокнистой массы из щепы лиственной древесины» (Патент № 9164 от 2.02.05) и «Композиция для изготовления древесностружечных плит» (Положительное решение по заявке на патент – регистрационный № а 20060033 от 13.01.06).

Апробация результатов диссертации. Основные положения работы докладывались 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.), «Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления» (г. Минск, 24–26 ноября 2004 г.), «Наука и технология строительных материалов: состояние и перспективы развития» (г. Минск, 25–26 мая 2005 г.), «Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии» (г. Минск, 16–18 ноября 2005 г.), «Устойчивое развитие лесов и рациональное использование лесных ресурсов» (г. Минск, 6–7 декабря 2005 г.), «Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии» (г. Гродно, 1–2 ноября 2005 г., 27–28 сентября 2007 г.); республиканских научно-технических конференциях аспирантов, магистрантов и студентов: «НИРС-2003» (г. Минск, 9–10 ноября 2003 г.); «Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности» (г. Могилев, 29 января 2004 г.); международной научно-практической конференции молодых ученых «Современные проблемы и перспективы рационального лесопользования в условиях рынка» (г. Санкт-Петербург, 16–18 ноября 2005 г.); 10-й международной научно-практической конференции «Древесные плиты: теория и практика» (г. Санкт-

Петербург, 2007 г.); а также научно-технических конференциях БГТУ 2003–2007 гг.

Опубликованность результатов диссертации. По вопросам, относящимся к теме диссертации, опубликовано 27 печатных работ (5,56 авт. лист.), в том числе 9 в научных журналах (2,34 авт. лист.), 2 в рецензируемом научно-техническом журнале (0,56 авт. лист.), 1 в зарубежном сборнике научных трудов (0,19 авт. лист.), 11 материалов (1,99 авт. лист.) и 4 тезиса доклада научных конференций (0,48 авт. лист.), выдан патент Республики Беларусь и получено положительное решение по заявке на выдачу патента.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, 6 глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Содержание работы изложено на 205 стр. машинописного текста. Работа содержит 20 рисунков (8 стр.), 51 таблица (28 стр.), 247 использованных источников (20 стр.) и 11 приложений (49 стр.).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении отмечается неуклонный рост производства и потребления в мировой практике листовых материалов на основе древесины и продуктов ее переработки, а также возникающий в связи с этим дефицит сортового древесного сырья. Решению этой проблемы в значительной мере способствует увеличение объемов выпуска древесной массы, в том числе на основе древесной щепы. В качестве исходного сырья в ее технологии массово используют древесину хвойных пород, чаще всего ели, позволяющую получать плиты, картон и бумагу с высокими физико-механическими показателями. Однако удельный вес еловой древесины, произрастающей в Европейской части континента, в том числе в Республике Беларусь, имеет тенденцию к снижению, и она становится все более дорогостоящей. Поэтому повышается интерес к замене хвойной древесины на менее дефицитную мягколиственную в древесномассном производстве и поиску путей к достижению этого. Диссертационная работа посвящена решению этой проблемы за счет повышения реакционной способности компонентов лигноуглеводного комплекса древесины при образовании получаемых листовых материалов – древесных плит, картона и бумаги.

Первая глава посвящена анализу литературных сведений об особенностях анатомического строения, ультраструктуры и химического состава древесины лиственных пород, в том числе березы (*Betula verrucosa Ehrh.*), осыны (*Populus tremulae L.*) и ольхи (*Alnus glutinosa (L.) Gaertn.*). Лиственные породы древесины, по сравнению с хвойными, имеют меньшее количество механических волокон, характеризующихся небольшой длиной и тонкостенностью; они содержат много гемицеллюлоз и меньше целлюлозы. Их ткани отличаются трубчатым строением. Все это не позволяет получать древесную массу с высокими прочностными показателями.

Обобщена информация о современных видах, свойствах и применении древесной массы, вырабатываемой из щепы. К самому массовому и перспективному ее виду относится термомеханическая масса (ТММ), технология получения которой включает дефибраторный размол щепы, близкий применяемому

в производстве древесноволокнистых плит. Работы известных ученых в области химической переработки древесины Д.М. Фляте, П.Х. Ласкеева, Ю.Н. Непенина, А.А. Леоновича, Л. Кейси, Дж. Курдина и др. были посвящены технологическим процессам и исследованиям свойств древесной массы, предназначенной для получения бумаги, картона и древесноволокнистых плит, с повышенным вниманием к хвойной древесине и смешанным композициям. Особенности монопород мягколиственной древесины как сырья для производства древесной массы, предназначенной для получения разных видов листовых материалов, уделено мало внимания. В частности, ни в одном из доступных нам литературных источников не найдено сведений об использовании древесины ольхи для получения древесной массы.

Для повышения технических свойств ТММ из лиственной древесины и листовых материалов на ее основе применяют химическое модифицирование щепы перед размолом с получением химико-термомеханической массы (ХТММ). Организация ее производства требует дополнительно устанавливаемого дорогостоящего оборудования и большого расхода дефицитных химикатов – от 7 до 15% к а.с.в., которые не только вызывают повышение себестоимости продукции, но и загрязняют окружающую среду. В литературных источниках не уделяется должного внимания реакционной способности композиции листовых материалов в целом, которая включает связующее вещество, взаимодействующее с компонентами древесины.

Настоящая диссертационная работа посвящена развитию исследований в данном направлении. В качестве реагентов, вызывающих повышение реакционной способности лигноуглеводного комплекса древесины, использованы дешевые и доступные – карбамид, щелок от магний-бисульфитной варки целлюлозы и ферментированный крахмал. На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработаны технологии, позволяющие получать на основе древесины мягколиственных пород 3 вида листовых материалов с высокими техническими свойствами – древесные плиты, картон и бумагу. Эти технологии не требуют дополнения оборудованием технологического процесса, а расходы применяемых химикатов не превышают 3%.

Вторая глава посвящена объектам и методам проведения исследований. Объектами исследования являлись изготовленные в лабораторных и промышленных условиях: древесная масса, получаемая на дефибраторной установке из древесины березы, осины и ольхи, и листовые материалы на ее основе – древесные плиты, картон и бумага. При проведении эксперимента древесину отдельных пород обрабатывали в процессе получения древесной массы химическими реагентами отечественного производства – карбамидом и щелоком от магний-бисульфитной варки целлюлозы. Реакционную способность древесной массы до и после обработки оценивали физико-химическими методами: комплексного термического анализа с расчетом энергии активации, сканирующей электронной микроскопии, потенциометрического титрования. Листообразующие свойства древесной массы, полученной в лабораторных условиях с имитацией промышленного размола древесины на дефибраторных установках, анализировали с определением фракционного состава, степени помола, удельной по-

верхности, условной гибкости и длины волокнистых элементов. Реакционную способность связующего и модификаторов, содержащих фенолоформальдегидную смолу, крахмальный клейстер, шелок от магний-бисульфитной варки целлюлозы, оценивали по адгезионной способности, продолжительности желатинизации и содержания водорастворимой (золь) фракции; для анализа использовали ИК-спектроскопию и гель-хроматографию. Показатели качества листовых материалов, содержащих дефибраторную древесную массу из древесины мягколиственных пород, определяли, руководствуясь требованиями стандартных методик. При выборе оптимальных технологических параметров получения листовых материалов использовали метод математического планирования эксперимента на основе плана Коно. Полученные экспериментальные данные подвергались статистическому анализу.

В третьей главе представлены результаты сравнительного исследования свойств дефибраторной древесной массы и плит на ее основе, получаемых по принятому в технологии ДВП режиму и с дополнительной химической обработкой. При этом использовали древесину лиственных и хвойных пород, а также их смеси. В таблице 1 показана характеристика массы, полученной без химической обработки древесины березы, осины, ольхи, и их смесей, в том числе и с хвойными породами, а в таблице 2 – результаты испытаний ДВП на физико-механические показатели.

Таблица 1 – Характеристика дресвенной массы, полученной на дефибраторной установке

Соотношение массы хвойной древесины к лиственной, %	Содержание в %, фракция	Средняя длина волокнистых элементов, мкм	Удельная поверхность волокнистых элементов всех фракций, см ² /г	Степень помола усредненной массы, °ШР
1	2	3	4	5
100/0	Грубая – 89,5 Средняя – 3,3 Мелкая – 7,2	2830 930 641	820	8
50/50	Грубая – 79,3 Средняя – 15,4 Мелкая – 5,3	2000 896 632	980	9
30/70	Грубая – 73,1 Средняя – 19,2 Мелкая – 7,7	1440 849 651	1118	11
20/80	Грубая – 64,1 Средняя – 24,3 Мелкая – 11,6	1450 772 588	1385	12
0/100	Грубая – 55,0 Средняя – 20,0 Мелкая – 25,0	1318 724 507	1420	14
100% древеси- ны березы	Грубая – 62,8 Средняя – 26,2 Мелкая – 11,0	1420 805 538	1242	12

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
100% древесины осины	Грубая – 54,6	1102	1321	15
	Средняя – 24,3	701		
	Мелкая – 21,1	425		
100% древесины ольхи	Грубая – 51,1	1202	1205	14
	Средняя – 24,3	729		
	Мелкая – 24,6	479		

Таблица 2 – Физико-механические показатели ДВП

Соотношение массы хвойной древесины к лиственной, %	Показатели ДВП		
	Предел прочности при изгибе, МПа	Разбухание по толщине за 24 часа, %	Плотность, кг/м ³
100/0	49,5	18,0	900
50/50	41,2	18,6	900
30/70	39,5	19,0	910
20/80	38,1	19,7	900
0/100	34,0	21,5	880
100% древесины березы	38,2	19,9	900
100% древесины осины	33,7	21,9	890
100% древесины ольхи	32,9	20,0	880

Из таблиц 1 и 2 видно, что с увеличением в композиции доли лиственной древесины: возрастает степень помола древесной массы, снижается доля грубой фракции за счет увеличения доли средней и мелкой фракций, уменьшается средняя длина волокнистых элементов и возрастает их удельная поверхность. Это отражается на физико-механических показателях получаемых из массы ДВП, которые снижаются с увеличением доли лиственной древесины. При этом качество плит из массы, полученной со смешением древесины березы, осины и ольхи и монопород, различается сравнительно незначительно. Из древесины березы были получены плиты с наиболее высокими значениями физико-механических показателей. Тем не менее, предел прочности при изгибе плит из древесины березы составлял 38,2 МПа, а из смеси этих же пород с хвойной древесиной в соотношении (50/50) – 41,2 МПа. Полученные результаты указывают на то, что использование в композиции ДВП 100% древесины лиственных пород нецелесообразно, так как не обеспечивается требуемый ГОСТ 4598 уровень прочности плит.

Проведенными ранее на кафедре химической переработки древесины исследованиями было установлено, что при обработке карбамидом перед пропаркой щепы из смешанных пород древесины (мягколиственных и хвойных) прочность ДВП возрастает на 25–30%. Поэтому для увеличения прочности плит, полученных из рассматриваемых монопород мягколиственной древесины, тоже была проведена химическая обработка. В тех же целях была испытана и обработка щелоком от магни-бисульфитной варки целлюлозы, т.к. в его состав входят реакционно-способные олигомеры лигносульфонатов магния, углеводов, а также органические кислоты, которые могут участвовать в реакциях конденсации с компонентами древесины.

Достигнутые при этом результаты по показателю прочности ДВП представлены на рисунке 1. Из рисунка 1 видно, что для каждой из исследуемых пород использование карбамида подтвердило выше приведенные результаты (прочность ДВП повысилась до 30%). При этом эффективность обработки всех пород древесины щелоком также очевидна. Необходимо отметить, что если при использовании карбамида происходило ухудшение показателя разбухания (в среднем на 7%), то щелок таких негативных изменений не вызывал.

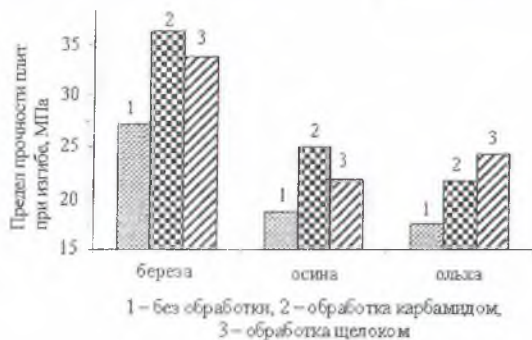


Рисунок 1 – Влияние химической обработки разных пород лиственной древесины на показатель предела прочности при изгибе получаемых ДВП

способных гидроксильных групп, конденсация – способствует реакциям сшивки макромолекул. На это указывает снижение величины энергии активации, рассчитанной по термограммам дефибраторной древесной массы (E_d) для полисахаридов, и значительное ее повышение (до 50%) для лигнина (таблица 3).

Таблица 3 – Энергия активации термической деструкции полисахаридов и лигнина в образцах дефибраторной древесной массы

Порода древесины, применяемый реагент	E_d для полисахаридов, кДж/моль	E_d для лигнина, кДж/моль
Дефибраторная древесная масса, полученная из древесины березы		
Исходная	79,9±1,9	35,9±0,9
Обработанная карбамидом	76,4±1,8	55,2±1,3
Обработанная щелоком	68,1±1,6	51,4±1,2
Дефибраторная древесная масса, полученная из древесины осины		
Исходная	78,6±1,9	48,4±1,2
Обработанная карбамидом	74,8±1,8	58,0±1,4
Обработанная щелоком	75,0±1,8	58,9±1,4
Дефибраторная древесная масса, полученная из древесины ольхи		
Исходная	79,5±1,9	49,7±1,2
Обработанная карбамидом	68,0±1,6	57,7±1,4
Обработанная щелоком	73,5±1,8	55,0±1,3

Определение карбоксильных групп методом потенциометрического титрования позволило сделать вывод о том, что гемицеллюлозная часть древесины лиственных пород в большей степени подвергается деструкции в условиях ее обработки химикатами, чем целлюлозная. При использовании карбамида протекает реакция нейтрализации между кислыми карбоксильными группами и щелочным реагентом, которая вызывает снижение устойчивости гликозидной связи в главных цепях гемицеллюлоз. В результате интенсификации процесса их деструкции, снижается количество карбоксильных групп от 3,2 до 2,0%. Данные таблицы 3 указывают и на то, что степень изменения компонентов древесины в отдельных породах лиственной древесины под действием карбамида и щелока довольно близка. Наиболее значительны эти изменения при обработке химикатами березовой древесины, что может объяснить повышение качества получаемых на ее основе листовых материалов.

Опытнo-промышленные испытания химического модифицирования древесины лиственных пород в процессе получения дефибраторной древесной массы были проведены на ОАО «Борисовдрев» и ОАО «Витебскдрев». Испытания с использованием и карбамида, и щелока подтвердили, что прочность получаемых из лиственных пород древесины плит возрастает по сравнению с достигаемой при работе по принятой технологии. При этом появляется возможность снижения удельного расхода дорогостоящего связующего (фенолоформальдегидной смолы) до 20%. Все плиты, полученные в период проведения опытно-промышленных испытаний, соответствовали требованиям ГОСТ 4598 на группу А.

Четвертая глава посвящена исследованию влияния химического модифицирования древесины березы, осины и ольхи при получении дефибраторной древесной массы, на показатели качества картона. Рассматривался картон кровельный, выпускаемый СП ОАО «Кровля». Его технологией предусмотрено использование в качестве заменителя макулатуры дефибраторной древесной массы, полученной из сырья с соотношением лиственной древесины к хвойной 70/30. При проведении исследований с использованием древесины мягколиственных пород варьировали долю вводимой в композицию картона древесной массы (рисунок 2). Опытные образцы картона испытывали с определением разрывного усилия при растяжении и показателя впитываемости (по отношению к битумам и дегтям). Из рисунка 2 видно, что использование массы, полученной из исходной древесины березы, осины и ольхи, негативно отразилось на этих показателях, особенно по впитываемости. Ее величина удовлетворяла требованиям СТБ 1091 лишь при 20%-ном содержании дефибраторной древесной массы в композиции. В то же время при использовании в качестве массы полуфабриката, полученного с дополнительной химической обработкой щепы (карбамидом и щелоком), возможность ее применения возросла до 30–40% содержания (таблица 4). Необходимо отметить, что замена макулатуры дефибраторной массой в композиции кровельного картона не только экономически выгодна, но и целесообразна, так как она привносит в технологию картона такие положительные элементы как: снижение флокулируемости волокнистой суспензии, ускорение процесса обезвоживания и устранение явления усадки картона.

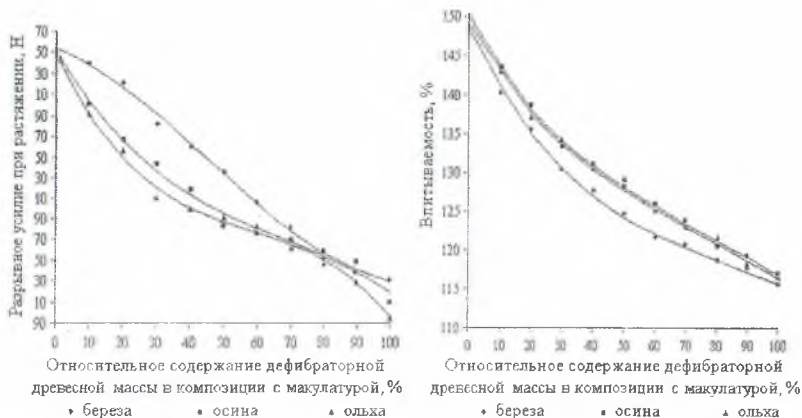


Рисунок 2 – Зависимость физико-механических показателей кровельного картона от содержания в композиции дефибраторной древесной массы, полученной из древесины лиственных пород

Таблица 4 – Физико-механические показатели опытных образцов кровельного картона на основе модифицированной дефибраторной древесной массы и макулатуры

Наименование показателя	Требования СТБ 1091 для марки 333	Соотношение модифицированной дефибраторной древесной массы к макулатуре, %*		
		30/70	40/60	50/50
Модифицированная дефибраторная древесная масса, полученная из древесины березы				
Масса 1 м ² , г	310–356	335/347	340/325	320/312
Влажность, %	≤6	5,4/5,0	5,6/5,9	6,1/6,0
Впитываемость, %	≥135	144/167	139/139	128/127
Время пропитки, с	≤45	41/39	44/42	50/45
Разрывное усилие при растяжении, Н	≥186	320/307	304/264	248/249
Модифицированная дефибраторная древесная масса, полученная из древесины осины				
Масса 1 м ² , г	310–356	325/340	352/326	311/317
Влажность, %	≤6	5,9/4,9	6,0/5,1	5,4/5,5
Впитываемость, %	≥135	141/146	137/140	134/129
Время пропитки, с	≤45	40/42	45/41	55/44
Разрывное усилие при растяжении, Н	≥186	275/268	251/236	195/186
Модифицированная дефибраторная древесная масса, полученная из древесины ольхи				
Масса 1 м ² , г	310–356	350/344	347/333	321/315
Влажность, %	≤6	5,9/5,7	5,9/5,5	5,3/6,5
Впитываемость, %	≥135	147/169	135/154	128/120
Время пропитки, с	≤45	38/45	45/41	46/41
Разрывное усилие при растяжении, Н	≥186	231/236	222/218	200/205

Примечание* – В числителе представлены показатели, полученные при использовании обработки древесины карбамидом. в знаменателе – целолоком

Выполненные расчеты по потребности тепловой энергии на размол древесины показали, что с увеличением доли мягколиственных пород в дефибраторной массе, получаемой для картона, расход пара затраченный на 1 т может быть сокращен с 466 до 385 кг. При этом показатели качества картона остаются на уровне требований СТБ 1091.

Модифицированная дефибраторная древесная масса была испытана в промышленных условиях СП ОАО «Кровля» в качестве заменителя макулатуры. Доля массы в композиции была повышена с 18 до 28%, а показатели качества выпускаемого картона отвечали требованиям СТБ 1091. Разработанная технология принята к внедрению на этом предприятии с ожидаемым экономическим эффектом на сумму 88,1 млн. руб.

Пятая глава посвящена исследованию влияния химического модифицирования древесины лиственных пород при получении дефибраторной древесной массы, на показатели качества бумаги.

Первоначально исследовали влияние породы древесины, а также ее влажности и анатомической зоны ствола на характеристики древесной массы, получаемой без дополнительной химической обработки, и показатели качества бумаги (масса 100 г/м²). Установлено, что масса, изготовленная из разных пород древесины в равных условиях пропаривания и размол, имела довольно близкие значения показателей степени помола, средней длины, условной гибкости, удельной поверхности и фракционного состава ее волокнистых элементов. Влияние влажности щепы и анатомической зоны ствола (периферийной и ложного ядра) имело аналогичный характер. В то же время прочностные показатели получаемой из массы бумаги оказались различными. Так, древесина березы обеспечивала бумаге самые высокие показатели прочности: например, ее разрывная длина достигала 4560 м (при использовании периферийной части ствола с влажностью 50%). Самое низкое значение разрывной длины показали образцы бумаги из древесины ольхи – до 2000 м.

Модифицирование древесины карбамидом в процессе дефибраторного размол во всех случаях позволило повысить прочность образцов бумаги. Разрывная длина бумаги на основе древесины березы увеличилась до 7000 м, осины – 4490 м, ольхи – 2730 м. Выполненная оптимизация режимных параметров пропаривания разных пород древесины с использованием плана Коно позволила установить их оптимальные значения: для древесины березы – температура 188°C и продолжительность выдержки – 10 мин, осины и ольхи – 190°C и 6 мин, 185°C и 8 мин соответственно.

Высокое качество модифицированной карбамидом дефибраторной древесной массы и бумаги (масса 100 г/м²) дало основание для апробации возможности ее использования совместно с макулатурой (марка МС-10) в композиции газетной бумаги с массой 50 г/м². Данные таблицы 5 показывают, что древесная масса из древесины березы и осины, вполне пригодна для получения газетной бумаги, т.к. достигнутые показатели прочности газетной бумаги даже превысили требования ГОСТ 6445, а дополнительно определенные показатели скорости выщипывания и максимальной оптической плотности красочного слоя были вполне удовлетворительными для панесения типографской краски.

Таблица 5 – Показатели качества образцов газетной бумаги массой 50 г/м², содержащей в композиции модифицированную карбамидом дефибраторную древесную массу и макулатуру

Показатели качества бумаги	Требования ГОСТ 6445 для марок А и Б	Процентное содержание по отношению к макулатуре модифицированной карбамидом древесной массы из древесины*								
		березы			осины			ольхи		
		20	40	100	20	40	100	20	40	100
Разрывная длина, м	Не менее 2,3	2600 2800	2800 3100	2800 4600	2200 2300	2400 2600	3400 3900	1900 2500	1600 2400	1000 2200
Скорость выщипывания, м/с	Не регламентируется	0,88 1,27	0,68 1,29	0,88 1,41	0,85 1,25	0,94 1,30	1,1 1,38	0,80 0,94	0,75 1,20	0,48 1,53
Максимальная оптическая плотность красочного слоя, Б	Не регламентируется	1,03 1,15	1,13 1,18	0,64 1,20	1,29 1,48	1,28 1,39	0,67 1,03	0,86 1,07	0,82 1,00	0,78 0,93

Примечание* – в числителе приводятся значения показателей при использовании в качестве сырья щепы, изготовленной из воздушно-сухой древесины ложного ядра, в знаменателе – периферийной части свежесрубленной древесины. Для древесины ели разрывная длина образцов газетной бумаги массой 50 г/м² составляет 3200 м, скорость выщипывания – 1,5 м/с.

При использовании для модифицирования древесины щелока, учитывая то, что он впервые применялся в целях получения древесной массы для бумаги, первоначально рассматривали широкий диапазон его дозировок – от 1 до 15%. Проведенный эксперимент показал, что для достижения прочности образцов бумаги массой 100 г/м², близкой к получаемой с использованием карбамида, расход щелока должен быть как минимум в два раза больше. Методом сканирующей электронной микроскопии было установлено, что при равных расходах химикатов модифицированные карбамидом волокнистые элементы в большей степени разработаны, чем модифицируемые щелоком (рисунок 3). В то же время обработка щелоком повышает оптические свойства получаемой бумаги: минимальное значение оптической плотности ее поверхности при использовании щелока составила 0,69 Б, а при использовании карбамида – 0,79 Б.



а – исходная масса, б – модифицированная карбамидом масса, в – модифицированная щелоком от магний-бисульфитной варки целлюлозы масса

Рисунок 3 – Сканограммы поверхности бумаги на основе дефибраторной древесной массы из древесины березы

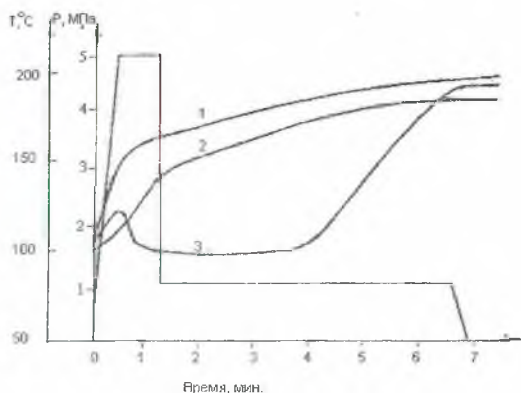
В целом, обработка древесины лиственных пород, как карбамидом, так и щелоком в процессе изготовления древесной массы, способствует уплотнению структуры получаемого бумажного листа за счет набухания и изменения формы волокнистых элементов (рисунок 3). Это способствует повышению печатных и прочностных свойств бумаги, полученной с использованием древесины мягколиственных пород – березы, осины и ольхи.

Выполненные нами исследования позволили высказать предположение о возможности замены дорогостоящей и дефицитной древесины ели на дешевую и менее дефицитную древесину мягколиственных пород при организации производства древесной массы термомеханическим способом на строящейся фабрике газетной бумаги (г. Шклов).

В шестой главе представлены результаты проведенных исследований по использованию модифицированного связующего – второго компонента композиции листовых материалов. При этом основное внимание уделяли плитным материалам и фенолоформальдегидному связующему. В качестве модификатора связующего впервые был использован нативный картофельный крахмал, ферментируемый на стадии варки клейстера для снижения его вязкости. Характерной особенностью крахмала является наличие полисахаридной части. Именно полисахаридная часть в виде гемицеллюлоз в значительной мере определяет реакционную способность древесины лиственных пород, в том числе и ее взаимодействие с терморактивным связующим при образовании плит. Вводимый в состав связующего крахмал усиливает реакции этого взаимодействия и повышает адгезионную способность получаемого состава по отношению к древесине лиственных пород.

Определение продолжительности желатинизации модифицированного связующего и содержание в нем водорастворимой фракции показало, что введение крахмала в фенолоформальдегидную смолу способствует ускорению процессов отверждения и конденсации получаемого связующего. Время желатинизации фенолоформальдегидного связующего (ФФС) составило 171 с, а модифицированного крахмалом (расход 10%) – 150 с. По достижении температуры 160°C содержание водорастворимой фракции у модифицированного ФФС ниже, чем у исходного, что указывает на более полное его отверждение при высоких температурах. В технологии ДВП горячее прессование древесноволокнистых плиты проводят при высоких температурах – 190–195°C. Выполненные нами дополнительные исследования по изучению прогрета древесноволокнистого ковра по слоям при горячем прессовании плит показали, что для отверждения модифицированного связующего, в том числе и внутри ковра, создаются необходимые температурные условия (рисунок 4).

Методом ИК-спектроскопии было установлено наличие физико-химического взаимодействия компонентов в связующем. На это указывает появление новых полос поглощения 1080 см⁻¹ и 1110 см⁻¹, наблюдаемых на ИК-спектрах жидкого комбинированного связующего, а также сохранение полосы 1080 см⁻¹ и перераспределение интенсивностей полос в областях 1200–1300 см⁻¹, 960–1030 см⁻¹ на спектрах отвержденного связующего.



1–3 – температура верхнего, нижнего и внутреннего слоев древесноволокнистого ковра соответственно

Рисунок 4 – Характер распределения температуры в ковре при прессовании древесноволокнистых плит

Реализация 2-х факторного эксперимента позволила установить оптимальное соотношение крахмала и фенолоформальдегидной смолы в связующем. Наилучшие физико-механические показатели плит – предел прочности при изгибе равный 49,6 МПа и разбухание по толщине – 28,4%, были получены при расходе фенолоформальдегидной смолы – 0,9% к а.с.в., крахмала – 0,1% к а.с.в. (10 м.д.). В результате появляется возможность сокращения расхода фенолоформальдегидной смолы в производстве ДВП – от 10 до 25%.

Это нашло подтверждение при проведении опытно-промышленных испытаний в условиях ОАО «Витебскдрев». При использовании модифицированного крахмалом связующего расход фенолоформальдегидной смолы был снижен на 17% по сравнению с действующим на предприятии нормативом. При этом показатели качества плит сохранили уровень требований ГОСТ 4598, а характеристики подсеточных вод улучшились: снизилось содержание нефтепродуктов с 260 до 167 мг/л, взвешенных веществ с 1852 до 1829 мг/л и ХПК с 10000 до 9830 мг O_2 /л. То есть крахмал выполнил и функцию осадителя проклеивающих добавок.

Модифицирование связующего крахмалом было апробировано и в технологии древесностружечных плит, которые также вырабатываются с преимущественным содержанием древесины березы, осины и ольхи. При этом в композиции плит используется термореактивное карбамидоформальдегидное связующее. Опытные промышленные испытания были проведены в условиях ОАО «Витебскдрев» и ОАО «Ивацевичдрев». Ожидаемый экономический эффект, достигаемый при использовании модифицированного крахмалом связующего, составляет 83 млн. руб. Технология внедрена на ОАО «Витебскдрев», защищена патентом и удостоена серебряной медалью на международной выставке «Инновации-2007» (г. Москва).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Технологии модифицирования дефибраторной древесной массы, позволяющие эффективно использовать древесину мягколиственных пород, произрастающую в условиях Республики Беларусь: березу (*B. verrucosa Ehrh.*), осину (*Populus tremula L.*) и ольху (*Alnus glutinosa (L.) Gaertn.*), в композиции основных видов листовых материалов на древесной основе с достижением высокого их качества [1, 2, 5, 6, 8, 14–16, 17, 19–21, 24, 25, 28].

2. Использование карбамида и щелока от магний-бисульфитной варки целлюлозы при пропаривании лиственной древесины с расходами 3% вызывает деструкционные превращения лигнина и мягкий гидролиз полисахаридной части [11]. В результате увеличивается средняя длина волокнистых элементов дефибраторной древесной массы от 820 до 1513 мкм, их удельная поверхность от 1500 до 3140 см²/г и условная гибкость от 77 до 200, а также перераспределяется фракционный состав в сторону повышения доли средней фракции, вследствие чего увеличивается степень помола массы [1, 3–7, 13, 14, 16, 18, 24].

3. Композиции листовых материалов, содержащие химически модифицированную дефибраторную массу и комбинированное связующее. Древесноволокнистые плиты состоят из волокнистых элементов древесины лиственных пород и фенолоформальдегидных олигомеров, модифицированных крахмалом; кровельный картон содержит 28% волокнистых элементов и 72% макулатуры марки МС-13; бумага массой 100 г/м² – 100% волокнистых элементов, газетная бумага массой 50 г/м² – 30–40% модифицированной массы и 70–60% макулатуры марки МС-10. Полученные материалы имеют показатели качества, которые соответствуют требованиям действующих стандартов [1, 2, 8, 9, 11, 12, 22, 26].

4. Оптимальные технологические режимы пропаривания щепы для получения дефибраторной древесной массы высокого качества из монопород: для древесины березы температура и продолжительность пропаривания 188°C и 10 мин, для осины – 190°C и 6 мин, ольхи – 185°C и 8 мин соответственно [20, 27].

5. Промышленная апробация технологий по использованию древесины лиственных пород в композиции древесноволокнистых и древесностружечных плит, картона кровельного, проведенная на 4-х предприятиях Республики Беларусь, подтвердившая результаты представленных в диссертационной работе научных исследований.

Суммарный годовой экономический эффект от ожидаемого внедрения разработанных технологий на ОАО «Витебскдрев» и СП ОАО «Кровля» составляет 171 млн. руб. (в ценах 2005 г.).

Рекомендации к практическому использованию результатов.

При формулировании рекомендаций к практическому использованию результатов диссертационных исследований принимаем во внимание данные проведенных опытно-промышленных испытаний на предприятиях:

ОАО «Витебскдрев», ОАО «Борисовдрев», СП ОАО «Кровля», которые подтвердили эффективность модифицирования древесины лиственных пород в процессе получения дефибраторной древесной массы карбамидом и щелоком от магний-бисульфитной варки целлюлозы с целью повышения физико-механических показателей древесных плит и картона (Патент Республики Беларусь № 9164 от 2.02.05 [28]).

1. Использование модифицированной карбамидом дефибраторной древесной массы из лиственных пород древесины в композиции кровельного картона, в промышленных условиях СП ОАО «Кровля», позволило заменить ей 28% макулатуры. Прогнозируемый годовой экономический эффект от внедрения разработки составляет 88 млн. руб., который может быть приумножен за счет экономии пара при получении дефибраторной древесной массы [14].

2. Использование композиции из древесины лиственных пород, синтетических смол и ферментированного крахмала в технологии древесных плит в промышленных условиях ОАО «Витебскдрев», ОАО «Ивацевичдрев» дает годовой экономический эффект 83 млн. руб. (Положительное решение по заявке на выдачу патента Республики Беларусь – регистрационный № а 20060033 от 13.01.06) [10, 23, 29].

5. Расширение практического использования результатов диссертации возможно на всех предприятиях Республики Беларусь, вырабатывающих древесные плиты с переводом их на замену хвойной древесины мягколистными породами без ущерба качества готовой продукции. В этих целях возможно и использование модифицированной древесины в производстве термомеханической массы (ТММ-RTS) для газетной бумаги в г. Шклове. Древесная масса, полученная из древесины мягколиственных пород, может применяться и на других бумажно-картонных предприятиях в качестве заменителя макулатуры.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

Статьи

1. Соловьева, Т.В. Использование щелока от магний-бисульфитной варки целлюлозы для повышения прочности древесноволокнистых плит / Т.В. Соловьева, Е.В. Дубоделова, О.П. Макадун, Д.В. Куземкин, И.А. Хмызов // *Деревообрабатывающая промышленность*; ред. коллег.: В.Д.Соломонов [и др.]. – Москва, 2005. – № 6. – С. 16–18.

2. Хмызов, И.А. Использование волокнистого полуфабриката в композиции кровельного картона / И.А. Хмызов, Е.В. Дубоделова, А.А. Пенкин // *Труды БГТУ. Сер. IV, Химия и технология органических веществ / Белорус. гос. техн. ун-т; редкол.: И.М. Жарский [и др.]*. – Минск: БГТУ, 2006. – Вып. XIV. – С. 192–194.

3. Куземкин, Д.В. Влияние лиственных пород древесины на свойства волокнистого полуфабриката высокого выхода на основе дефибраторной массы / Д.В. Куземкин, Е.В. Дубоделова, И.А. Хмызов, Т.В. Соловьева // *Труды БГТУ. Сер. IV, Химия и технология органических веществ / Белорус. гос. техн. ун-т;*

редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск: БГТУ, 2003. – Вып. XI. – С. 153–161.

4. Куземкин, Д.В. Фракционирование дефибраторной массы / Д.В. Куземкин, Е.В. Дубоделова, И.А. Хмызов, Т.В. Соловьева // Труды БГТУ. Сер. IV, Химия и технология органических веществ / Белорус. гос. техн. ун-т; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск: БГТУ, 2004. – Вып. XII. – С. 127–130.

5. Дубоделова, Е.В. Использование малоценных пород в химико-механической переработке древесины / Е.В. Дубоделова // Труды БГТУ. Сер. IV, Химия и технология органических веществ / Белорус. гос. техн. ун-т; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск: БГТУ, 2005. – Вып. XIII. – С. 140–142.

6. Соловьева, Т.В. Повышение качества дефибраторной массы с учетом производства бумаги для печати / Т.В. Соловьева, Е.В. Дубоделова, О.А. Новосельская, Д.В. Куземкин, И.А. Хмызов // Деревообрабатывающая промышленность; ред. коллег.: В.Д. Соломонов [и др.]. – Москва, 2004. – Вып. 5. – С. 25–27.

7. Дубоделова, Е.В. Влияние древесины ольхи на свойства волокнистого полуфабриката высокого выхода на основе дефибраторной массы / Е.В. Дубоделова, О.А. Новосельская, Д.В. Куземкин, И.А. Хмызов, Т.В. Соловьева // Труды БГТУ. Сер. IV, Химия и технология органических веществ / Белорус. гос. техн. ун-т; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск: БГТУ, 2004. – Вып. XII. – С. 131–134.

8. Дубоделова, Е.В. Влияние композиционного состава на качество газетной бумаги / Е.В. Дубоделова, О.А. Новосельская // Технологія і техніка друкарства: збірник наукових праць / Нац. техн. ун-т України «Київський політехнічний інститут». – Київ 2003. – Вып. 2. – С. 105–107.

9. Соловьева, Т.В. Сокращение расхода фенолоформальдегидных олигомеров в производстве древесноволокнистых плит / Т.В. Соловьева, Т.П. Шкирандо, Т.А. Снопкова, Е.В. Дубоделова, И.А. Хмызов // Труды БГТУ. Сер. IV, Химия и технология органических веществ / Белорус. гос. техн. ун-т; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск: БГТУ, 2006. – Вып. XIV. – С. 182–184.

10. Соловьева, Т.В. Сокращение расхода карбамидоформальдегидных олигомеров в производстве древесностружечных плит / Т.В. Соловьева, К.В. Кирикович, Т.П. Шкирандо, Е.В. Дубоделова, В.В. Горжанов // Труды БГТУ. Сер. IV, Химия и технология органических веществ / Белорус. гос. техн. ун-т; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск: БГТУ, 2006. – Вып. XIV. – С. 179–181.

11. Дубоделова, Е.В. Особенности модифицирования лиственных пород древесины при получении древесной массы / Е.В. Дубоделова, И.А. Хмызов, Т.П. Шкирандо, Р.Я. Мельникова, Л.С. Дегтярик, Т.В. Соловьева // Труды БГТУ. Сер. IV, Химия и технология орган. веществ / Белорус. гос. техн. ун-т, 2007. – Вып. XV. – С. 268–271.

12. Соловьева Т.В. Исследование эффективности использования модифицированного крахмала в производстве древесноволокнистых плит / Т.В. Соловьева, Е.В. Дубоделова, И.А. Хмызов, И.В. Барашко // Труды БГТУ. Сер. IV, Химия и технология орган. веществ / Белорус. гос. техн. ун-т, 2007. – Вып. XV. – С. 239–242.

Материалы конференций

13. Соловьева, Т.В. Влияние условий размола на свойства древесного волокна в производстве ДВП / Т.В. Соловьева, Е.В. Дубоделова, И.А. Хмызов, А.И. Юхновец, И.М. Грошев, А.М. Титович // Древесные плиты: теория и практика: материалы 10-й междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 21–22 марта 2007 г. / С.-Петерб. лесотехн. акад.; под ред. А.А. Леоновича – СПб, 2007. – С. 77–81.

14. Соловьева Т.В. Энергосбережение в производстве древесноволокнистых плит / Т.В. Соловьева, И.А. Хмызов, Т.П. Шкирандо, Д.В. Куземкин, Е.В. Дубоделова // Ресурсо- и энергосберегающие технологии промышленного производства: материалы междунар. науч.-техн. конф., Витебск, ноябрь 2003 г.: в 2 ч. / Витебский гос. технолог. ун-т – Витебск, 2003. – Ч.2. – С. 76–79.

15. Соловьева, Т.В. Древесные строительные материалы с использованием шелока от магний-бисульфитной варки целлюлозы / Т.В. Соловьева, Д.В. Куземкин, Е.В. Дубоделова, О.П. Макатун // Наука и технология строительных материалов: состояние и перспективы развития: материалы междунар. науч.-техн. конф., Минск, 25–26 мая 2005 г. / Белорус. гос. технолог. ун-т. – Минск, 2005. – С. 240–242.

16. Дубоделова, Е.В. Использование мягких отходов древесины лиственных пород для получения бумаги / Е.В. Дубоделова, О.А. Новосельская, Д.В. Куземкин, И.А. Хмызов, Т.В. Соловьева // Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления: материалы междунар. науч.-техн. конф., Минск, 24–26 ноября 2004 г. / Белорус. гос. техн. ун-т; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск: БГТУ, 2004 – С. 458–461.

17. Дубоделова, Е.В. Расширение ассортимента продукции деревообработки / Е.В. Дубоделова, О.А. Новосельская, Д.В. Куземкин // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы респ. науч.-техн. конф. аспирантов, магистрантов и студентов, Могилев, 29 января 2004. / Бел.-Рос. ун-т. – Могилев, 2004. – С. 190.

18. Соловьева, Т.В. Химическое модифицирование древесины в технологии древесной массы / Т.В. Соловьева, И.А. Хмызов, Е.В. Дубоделова, Т.А. Снопкова // Устойчивое развитие лесов и рациональное использование лесных ресурсов: материалы междунар. науч.-техн. конф., Минск, 6–7 декабря 2005 г. / Мин-во лесного хозяйства РБ, гос. комитет по науке и технологиям РБ, Бел. гос. технолог. ун-т; редкол.: О.А. Атрощенко, Т.В. Соловьева, С.П. Мохов. – Минск: БГТУ, 2005. – С. 275–277.

19. Куземкин, Д.В. Использование дефибраторной массы в композиции печатных видов бумаг / Д.В. Куземкин, И.А. Хмызов, Е.В. Дубоделова, О.А. Новосельская, Т.В. Соловьева // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов: материалы междунар. науч.-техн. конф., Минск, 26–28 ноября 2003 г. / Концерн «Белнефтехим», Бел. гос. технолог. ун-т; редкол.: И.М. Жарский [и др.] – С.421–423.

20. Соловьева, Т.В. Использование древесины лиственных пород при получении дефибраторной механической массы для бумаги / Т.В. Соловьева, И.А. Хмызов, Е.В. Дубоделова, О.А. Новосельская, Т.П. Шкирандо // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии: материалы докладов междунар. науч.-техн. конф., Минск, 16–18 ноября 2005 г.: в 2 ч. – Бел. гос. технолог. ун-т; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Ч. 2. – С. 224–225.

21. Дубоделова, Е.В. Использование щелока от магнезито-бисульфитной варки целлюлозы при дефибраторном размоле древесины / Е.В. Дубоделова, О.А. Новосельская, Д.В. Куземкин, И.А. Хмызов, Т.В. Соловьева // Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления: материалы междунар. науч.-техн. конф., Минск, 24–26 ноября 2004 г. / Беларус. гос. техн. ун-т; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск: БГТУ, 2004. – С. 461–464.

22. Соловьева, Т. В. Ресурсосберегающая технология упрочнения древесных плит / Т.В. Соловьева, И.А. Хмызов, Т.П. Шкирандо, Е.В. Дубоделова // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: материалы 6 междунар. науч.-техн. конф., Гродно, 1–2 ноября 2005 г.: в 2 ч. / Науч.-исслед. центр проблем ресурсосбережения НАН Беларуси, Гродненский гос. ун-т им. Я. Купалы; редкол.: А.И. Свириденко [и др.]. – Гродно: ГрГУ, 2006. – Ч. 2. – С. 176–179.

23. Юхновец, А.И. Модифицирование карбамидоформальдегидных олигомеров в производстве древесностружечных плит / А.И. Юхновец, И.М. Грошев, К.В. Кирикович, Т.В. Соловьева, Т.П. Шкирандо, Е.В. Дубоделова, И.А. Хмызов // Древесные плиты: теория и практика: материалы 10-й междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 21–22 марта 2007 г. / С.-Петерб. лесотехн. акад.; под ред. А.А. Леоновича – СПб, 2007. – С. 59–61.

Тезисы докладов

24. Дубоделова, Е.В. Влияние древесины хвойных и лиственных пород, районированных в республике Беларусь, на свойства волокнистых полуфабрикатов высокого выхода / Е.В. Дубоделова, О.А. Новосельская // НИРС-2003: тезисы докладов VIII респ. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов: в 3 ч. – Ч. 3: Металлургия. Природные ресурсы. Ресурсосбережение и экология. Химия и химические технологии, Минск, 9–10 ноября 2003 г. / Бел. нац. техн. ун-т; редкол.: Б.М. Хрусталева [и др.] – Ч. 3. – С. 191.

25. Дубоделова, Е.В. Расширение области применения малоценных древесных отходов путем их химического модифицирования / Е.В. Дубоделова, О.А. Новосельская, Д.В. Куземкин // Современные проблемы и перспективы рационального лесопользования в условиях рынка: сб. тезисов междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Санкт-Петербург, 16–18 ноября 2005 г. / С.-Петерб. гос. лесотехн. акад.; под. ред. А.А. Егорова – СПб.: СПбГЛТА, 2005. – С. 54.

26. Соловьева, Т. В. Ресурсосберегающая технология упрочнения древесных плит / Т.В. Соловьева, И.А. Хмызов, Т.П. Шкирандо, Е.В. Дубоделова // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые

технологии: сб. тезисов 6 междунар. науч.-техн. конф., Гродно, 1–2 ноября 2005 г. / Науч.-исслед. центр проблем ресурсосбережения НАН Беларуси, Гродненский гос. ун-т им. Я. Купалы; редкол.: А.И. Свириденко [и др.]. – Гродно: ГрГУ, 2005. – С. 160.

27. Дубоделова, Е.В. Использование произрастающей в Республике Беларусь древесины мягколиственных пород в технологии древесной массы, получаемой из щепы / Е.В. Дубоделова, Т.А. Снопкова, А.А. Сакович, Т.В. Соловьева // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: тез. докл. VII Междунар. науч.-техн. конф., Гродно, 27–28 сентября 2007 г. / ГНУ НИЦПР НАНБ; редкол.: А.И. Свириденко [и др.]. – Гродно: ГрГУ, 2007. – С. 153.

Патенты

28. Способ получения волокнистой массы из щепы чистенной древесины: пат. Респ. Беларусь № 9164, МПК⁷ D 21 В 1/16 / Т.В. Соловьева, И.А. Хмызов, Е.В. Дубоделова, О.А. Новосельская, О.П. Макагун; заявитель Беларус. гос. технолог. ун-т. – № а 20050099; заявл. 2.02.05; опубл. 30.09.06. // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 2. – С. 100.

29. Композиция для изготовления древесностружечных плит: заявка на пат. Респ. Беларусь / Т.В. Соловьева, И.А. Хмызов, Т.П. Шкирандо, Т.А. Снопкова, Е.В. Дубоделова, И.М. Грошев, А.И. Юхновец, А.С. Еремеева, К.В. Кирикович, А.И. Булин, В.С. Степаненко; заявитель ОАО «Витебскдрев». – № а 20060033; заявл. 13.01.06; положительное решение 17.10.2007.

РЕЗЮМЕ

Дубоделова Екатерина Владимировна

Использование древесины лиственных пород в композиции листовых материалов, содержащих модифицированную дефибраторную древесную массу

Древесина лиственных пород, модифицирование древесины, древесная масса, карбамид, шелоко от магни-бисульфитной варки целлюлозы, древесные плиты, бумага, картон

Объектами исследований являлись: древесная масса, получаемая из древесины мягколиственных пород на дефибраторной установке, и изготовленные на ее основе листовые материалы – древесные плиты, картон и бумага.

Целью диссертационной работы являлось научное обоснование и разработка технологий, позволяющих эффективно использовать древесину березы (*Betula verrucosa Ehrh.*), осины (*Populus tremulae L.*) и ольхи (*Alnus glutinosa (L.) Gaertn.*), в композиции перечисленных листовых материалов.

При проведении исследований использованы методы: технологического и математического моделирования процессов; общепринятые и специальные методы определения технических свойств материалов; для оценки реакционной способности древесной массы и связующего – методы комплексного термического анализа, потенциометрического титрования, ИК-спектроскопии, гель-хроматографии, сканирующей электронной микроскопии.

Проведением сравнительных исследований свойств древесной массы, полученной из древесины мягколиственных пород, древесноволокнистых плит, картона и бумаги на ее основе, установлены их низкие физико-механические показатели. Это послужило основанием для поиска способов повышения реакционной способности массы и свойств материалов. Такими способами явились: модифицирование древесины карбамидом, шелоком от магни-бисульфитной варки целлюлозы и применение в композиции связующего крахмала. С карбамидом, используемым на стадии дефибраторного размола древесной щепы, повышается реакционная способность компонентов лигноуглеводной матрицы древесины, со шелоком дополнительно в композицию листовых материалов привносятся реакционно-способные лигносульфонаты магния и олигосахариды. Крахмал, участвуя в упрочнении материалов, повышает адгезионную способность синтетического связующего по отношению к древесине. Результаты исследований использованы при разработке технологий листовых материалов – древесных плит, картона и бумаги, позволяющих использовать в композиции древесину березы, осины и ольхи взамен хвойной, с получением показателей качества продукции, отвечающих требованиям стандартов. Технологии прошли опытно-промышленную проверку на 4-х предприятиях Республики Беларусь и приняты к внедрению с ожидаемым экономическим эффектом на сумму 171 млн. руб. в год.

РЭЗІЮМЭ

Дубадзелава Кацярына Уладзіміраўна

Выкарыстанне драўніны лісцевых парод у кампазіцыі ліставых матэрыялаў, якія змяшчаюць мадыфікаваную дэфібртарную драўняную масу

Драўніна лісцевых парод, мадыфікацыя драўніны, драўняная маса, карбамід, шчолак ад магній-бісульфітнай варкі целюлозы, драўняныя пліты, папера, кардон

Аб'ектамі даследаванняў з'яўляліся: драўняная маса, якая атрымліваецца з драўніны мяккалісцевых парод на дэфібртарнай устаноўцы, і вырабленыя на яе аснове ліставыя матэрыялы – драўняныя пліты, кардон і папера.

Мэтай дысертацыйнай работы з'яўлялася навуковае абгрунтаванне і распрацоўка тэхналогій, якія дазваляюць эфектыўна выкарыстоўваць драўніну бярозы, асіны і вольхі ў кампазіцыі пералічаных ліставых матэрыялаў.

Пры правядзенні даследаванняў выкарастаны метады: тэхналагічнага і матэматычнага мадалявання працэсаў; агульнапрынятыя і спецыяльныя метады вызначэння тэхнічных уласцівасцей матэрыялаў; для ацэнкі рэакцыйнай здольнасці драўнянай масы і сувязнага – метады комплекснага тэрмічнага аналізу, патэнцыяметрычнага цітравання, ІЧ-спектраскапіі, гель-храматаграфіі, сканіруючай электроннай мікраскапіі.

Правядзеннем параўнальных даследаванняў уласцівасцей драўнянай масы, якая атрымана з драўніны мяккалісцевых парод, драўнянавалакністых пліт, кардону і паперы на яе аснове, устаноўлены іх нізкія фізіка-механічныя паказчыкі. Гэта паслужыла падставай для пошуку спосабаў павышэння рэакцыйнай здольнасці масы і ўласцівасцей матэрыялаў. Такімі спосабамі з'явіліся: мадыфікацыя драўніны карбамідам, шчолакам ад магній-бісульфітнай варкі целюлозы і прымяненне ў кампазіцыі сувязнага крухмалу. З карбамідам, які выкарыстоўваецца на стадыі дэфібртарнага размолу драўнянай шчапы, павышаецца рэакцыйная здольнасць кампанентаў лігнавуглеводнай матрыцы драўніны, са шчолакам дадаткова ў кампазіцыю ліставых матэрыялаў уносяцца рэакцыйна-здольныя лігнасульфанаты магнію і алігацукрыды. Крухмал, які ўдзельнічае ва ўмацаванні матэрыялаў, павышае адгезійную ўласцівасць сінтэтычнага сувязнага ў адносінах да драўніны. Вынікі даследаванняў выкарыстаны пры распрацоўцы тэхналогій ліставых матэрыялаў – драўняных пліт, кардону і паперы, якія дазваляюць выкарыстоўваць у кампазіцыі драўніну бярозы, асіны і вольхі замест хвойнай, з атрыманнем паказчыкаў якасці прадукцыі, якія адпавядаюць патрабаванням стандартаў. Тэхналогіі прайшлі вопытна-прамысловае выпрабаванне на 4-х прадпрыемствах Рэспублікі Беларусь і прыняты да ўкаранення з чакаемым эканамічным эфектам на суму 171 млн. руб. у год.

SUMMARY

Dubodelova Ekaterina Vladimirovna

Using hardwood in the composition of sheet materials
containing modified defibrated wood pulp

Hardwood, modification of wood, wood pulp, carbamide, alkali liquor from magnesium-bisulfite pulping, wood-based panels, paper, cardboard

The subject-matter of investigation is wood pulp produced from hardwood using a defibrator machine as well as hardwood-based sheet materials – wood-based panels, cardboard and paper.

The object-matter of the thesis is to create a scientific foundation and to develop a technology which allows to produce the above mentioned sheet materials from birch (*Betula verrucosa Ehrh.*), aspen (*Populus tremulae L.*) and alder (*Alnus glutinosa (L.) Gaertn.*) in an efficient way.

The following methods were used in the course of investigation: technological and mathematical process modeling; common and specific methods for determining technical characteristics of materials. Methods of complex thermal analysis, potentiometric titration, infrared spectroscopy, gel chromatography, scanning electron microscopy were used for the assessment of the reactivity of wood pulp and binding agent.

The comparative investigation of the characteristics of hardwood pulp, fibreboards, wood-pulp-based cardboard and paper has determined their low physical and mechanical performance. This gives the reason for searching the ways of increasing wood-pulp reactivity and improving characteristics of the materials. Such ways are as follows: wood modification by carbamide, by alkali liquor from magnesium-bisulfite pulping and use of binding starch in the composition of the materials. Carbamide which is used at the stage of the defibrating grinding of wood chips increases the reactivity of the constituents of the lignin-carbohydrate matrix of wood with alkali liquor, reactive magnesium lignosulphonates and oligosaccharides being added to the composition of sheet materials. The starch strengthening the materials increases the adhesiveness of the synthetic binding agent against wood. The investigation results have been used in the development of technologies for producing sheet materials – wood-based panels, cardboard and paper. The technologies allow to use birch, aspen and alder instead of conifers, the quality of products meeting standard requirements. The technologies have been experimentally and industrially tested at four enterprises of the Republic of Belarus and have been approved for the manufacturing application, with the expected economy being 171 mln. belarusian rubles per year.

Дубоделова Екатерина Владимировна

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД
В КОМПОЗИЦИИ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ,
СОДЕРЖАЩИХ МОДИФИЦИРОВАННУЮ
ДЕФИБРАТОРНУЮ ДРЕВЕСНУЮ МАССУ**

Подписано в печать 23.11.2007. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,3. Уч.-изд. л. 1,2.
Тираж 90 экз. Заказ 550.

Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220006, Минск, Свердлова, 13а.
ЛИ № 02330/0133255 от 30.04.2004.

Отпечатано в лаборатории полиграфии учреждения образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220006, Минск, Свердлова, 13.
ЛП № 02330/0056739 от 22.01.2004.