

678
A79

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 678.06-405; 666.189

ДУБОВСКАЯ
Людмила Юрьевна

**РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА
ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЯГКИХ ОТХОДОВ
ДЕРЕВООБРАБОТКИ И МОДИФИЦИРОВАННОГО
ЖИДКОГО СТЕКЛА**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

по специальности 05.21.05 – древесиноведение, технология и оборудование
деревообработки

Минск 2008

Работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет»

Научный руководитель

Янушкевич Антон Антонович, кандидат технических наук, доцент, учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», кафедра технологии деревообрабатывающих производств

Официальные оппоненты:

Врублевская Валентина Ивановна, доктор технических наук, профессор, учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», кафедра деталей машин и подъёмно-транспортных устройств;

Тудейко Валерий Валентинович, кандидат технических наук, главный инженер ЗАО «Пинскдрев»

Оппонирующая организация

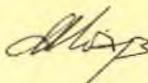
Государственное научное учреждение «Институт механики металлополимерных систем, им. В.А. Белого НАН Беларуси»

Защита состоится 22 апреля 2008 г. в 14.00 на заседании Совета по защите диссертаций Д 02.08.06 при учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет» по адресу: 220006, г. Минск, ул. Свердлова 13а, ауд. 240, корп. 4. Тел.: (017)-227-83-41, 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 21 марта 2008 г.

Ученый секретарь
Совета по защите диссертаций
кандидат технических наук, доцент



Мохов С.П.

ВВЕДЕНИЕ

При механической обработке древесины образуется большое количество отходов, к которым относятся мягкие отходы от лесопиления в виде опилок. Ежегодно в Беларуси на предприятиях деревообработки и лесопиления образуется до 265 тыс. м³ опилок. В настоящее время мягкие отходы древесины, как правило, рассматриваются в качестве сырья для сжигания. Однако теплопроводная способность их довольно низкая и использование мягких отходов в данном качестве является наименее целесообразным по отношению к другим видам топлива. Одним из рациональных способов утилизации опилок является использование их в качестве сырья для производства композиционных материалов на минеральном вяжущем. Такие материалы могут найти широкое применение в малоэтажном строительстве, которое в настоящее время является важнейшим направлением социальной политики государства.

Одним из видов минерального вяжущего является жидкое стекло, которое не дефицитно, имеет высокую адгезию к древесине и низкую стоимость. Если учесть, что при получении композитов на жидком стекле не выделяются токсичные вещества, а полученные материалы становятся негорючими и биостойкими, то его использование в данном качестве становится перспективным. Существенным недостатком вяжущего в виде жидкого стекла является его низкая водостойкость и прочность. В диссертационной работе для устранения этого недостатка жидкое стекло модифицируют гексафторосиликатом натрия (ГФСН), полученным из фторсодержащих сточных вод химического полирования стеклоизделий.

Исследован механизм превращений в жидком стекле в присутствии различного количества модификатора и влияние на этот процесс древесины. Установлено влияние соотношения компонентов массы на физико-механические свойства получаемых композиционных материалов. Разработаны технологии получения композиционных материалов конструкционного и теплоизоляционного назначения.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами и темами. Работа выполнялась в рамках задания государственной научно-технической программы «Леса Беларуси и их рациональное использование» (1999–2000 гг., задание 29, № ГР 19993499), в рамках плана «Наука 2001» Белорусского фонда фундаментальных исследований (2002–2004 гг.), темы ГБ 20-02 «Архитектурный дизайн и интерьер Беларуси». Диссертационная работа является частью комплексных исследований, выполненных в Белорусском государственном технологическом университете в соответствии с направлением исследований факультета технологии и техники лесной промышленности «Разработка научных основ ресурсо-, энергосберегающих и экологически чистых технологий, оборудования и специальных транспортных систем, обеспечивающих рациональное и

комплексное использование древесного сырья» (2000–2005 гг.), задание 5.05 ГНТП «Леса Беларуси».

Цель и задачи исследования. Цель работы - научное обоснование и разработка технологии получения композиционных материалов (конструкционного «Силком-К» и теплоизоляционного «Силком-И») с высокими показателями водо-, огне- и биостойкости на основе измельченной древесины в виде мягких отходов лесопиления (опилок) и натриевого жидкого стекла модифицированного ГФСН из отходов полирования стеклоизделий.

Достижение поставленной цели потребовало решения следующих задач:

- научно обосновать возможность использования гексафторосиликата натрия, полученного из фторсодержащих сточных вод абсорберов цеха химического полирования стеклоизделий в качестве модификатора для жидкого стекла с целью повышения физико-механических свойств получаемых на его основе композиционных плитных материалов;

- исследовать механизм превращений в жидком стекле под действием изменяющегося количества гексафторосиликата натрия без участия древесного заполнителя, а также в его присутствии;

- разработать оптимальные составы композиций на основе мягких отходов лесопиления (опилок), и полученного вяжущего для изготовления композиционных древесноминеральных материалов конструкционного и теплоизоляционного назначения;

- оптимизировать технологические параметры получения композиционных материалов конструкционного и теплоизоляционного назначения с высокими техническими свойствами;

- определить основные физико-механические свойства полученных композиционных материалов, установить влияние на их прочностные и эксплуатационные свойства вида, влажности и фракционного состава опилок;

- исследовать специальные свойства (токсичность, био- и огнестойкость, тепло- и температуропроводность) полученных композиционных материалов конструкционного и теплоизоляционного назначения;

- провести апробацию результатов исследований в производственных условиях.

Объектами исследований явились композиционные материалы конструкционного и теплоизоляционного назначения с высокими техническими свойствами, изготовленные на основе отходов лесопиления в виде опилок и жидкого стекла, модифицированного гексафторосиликатом натрия, полученного из сточных вод химического полирования стеклоизделий.

Положения, выносимые на защиту:

- научное обоснование возможности использования гексафторосиликата натрия, полученного из фторсодержащих сточных вод цеха химического полирования стеклоизделий, в качестве модифицирующей добавки для повышения физико-механических характеристик жидкого натриевого стекла;

- превращения в жидком стекле в присутствии гексафторосиликата натрия из отходов полирования стеклоизделий и их влияние на структуру, и показате-

ли качества полученных композиционных материалов конструкционного и теплоизоляционного назначения;

- оптимальные композиции материалов конструкционного и теплоизоляционного назначения, получаемые на основе отходов лесопиления (опилок) и жидкого стекла, модифицированного гексафторосиликатом натрия из отходов полирования стеклоизделий;

- технологические режимы получения композиционных материалов конструкционного и теплоизоляционного назначения с высокими техническими свойствами;

- установленный механизм термической и термоокислительной деструкции композиционных материалов конструкционного и теплоизоляционного назначения;

- экспериментально полученные результаты исследований специальных свойств композиционных материалов: токсичность, био- и огнестойкость, тепло- и температуропроводность;

- результаты успешной опытно-промышленной апробации разработанного технологического процесса получения теплоизоляционного материала.

Личный вклад соискателя. Соискатель провёл анализ патентной и научной литературы по теме диссертации, принимал непосредственное участие в формулировании цели и задач исследований, лично осуществлял планирование эксперимента, реализацию его в лабораторных условиях, проводил исследования и испытания композиций и материалов, обработку полученных экспериментальных данных. При непосредственном участии автора произведена промышленная апробация технологии получения теплоизоляционного материала на ОАО «Минскдрев».

Апробация результатов диссертации. Основные положения работы докладывались на научно-технических конференциях по итогам научно-исследовательских работ в Белорусском государственном технологическом университете в 1996-2007 гг.; на международной научно-технической конференции профессоров, преподавателей, научных работников, аспирантов и студентов «Технические вузы – республике» (Минск, 1997 г.); на международных научно-практических конференциях «Леса Европейского региона – устойчивое управление и развитие» и «Устойчивое развитие лесов и рациональное использование лесных ресурсов» (Минск, 2005 г.).

Опубликованность результатов диссертации. По вопросам, относящимся к теме диссертации, опубликовано 13 печатных работ, в том числе: 3 статьи в научных журналах, 8 статей и 2 тезиса в сборниках и материалах международных научных конференций. Без соавторов опубликовано 2 работы.

Подана 1 заявка на получение патента РБ № а 20050936 от 20.09.2005 г. «Композиционный материал на минеральном вяжущем», по которому получено положительное решение от 21.06.07.

Структура и объём диссертации. Содержание работы изложено на 122 страницах машинописного текста. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, 7 глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Работа содержит 21 таблицу, 32 рисунка и 8 приложений на 41

странице. Библиография включает в себя 173 наименования источников литературы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дана общая оценка состояния проблемы использования мягких древесных отходов, обоснована актуальность научной работы и показана её значимость для деревообрабатывающей промышленности Республики Беларусь.

В первой главе проведён обзор литературных сведений по теме диссертационной работы. Установлено, что при механической обработке древесины образуется большое количество мягких древесных отходов, значительная часть которых, особенно опилки от лесопиления, остаётся невостребованной. Одним из актуальных направлений использования этого вида отходов является получение композиционных материалов на минеральном вяжущем. Перспективным минеральным вяжущим является жидкое стекло, обладающее хорошей адгезией к древесине и позволяющее получать малотоксичные плитные материалы с высокими показателями био- и огнестойкости, но со сравнительно низкой водостойкостью вследствие гидрофильности жидкого стекла. Для повышения его водостойкости используются различные модифицирующие добавки, которые либо дороги, либо дефицитны.

В диссертационной работе в этих целях используется гексафторосиликат натрия (ГФСН), синтезированный из фторсодержащих сточных вод из абсорбторов цеха химического полирования стеклоизделий (ПРУП «Борисовский хрустальный завод»), отличающийся низким содержанием несвязанного оксида кремния. В литературных источниках не было найдено однозначных сведений о механизме превращений в жидком стекле, обеспечивающих проявление им в получении композиционных материалах высоких адгезионных свойств и придания им водостойкости. Не установлено влияние на этот процесс присутствие древесного заполнителя. Это предопределило необходимость постановки специальных исследований в составе диссертационной работы, её цель и задачи.

Во второй главе, являющейся методической, описаны объекты и использованные методы их исследований. Охарактеризовано жидкое натриевое стекло и его модификаторы, в том числе применяемый в диссертационной работе для повышения физико-механических свойств вяжущего ГФСН, полученный из отходов химического полирования стеклоизделий (ПРУП «Борисовский хрустальный завод», ТУ РБ 28960196.002–98). Указан породный и фракционный состав используемых мягких древесных отходов, который наиболее характерен для лесопиления предприятий Беларуси.

Описаны методики проведения экспериментов и обработки экспериментальных данных. Для изготовления композиционных материалов в лабораторных условиях использовано специальное оборудование, состоящее из установки для дозирования и смешивания компонентов, формирования брикетов, а также одноэтажный пресс ПСУ-50 с индукционным обогревом плит. Испытания полученных образцов с определением физико-механических показателей,

токсичности био- и огнестойкости, тепло- и температуропроводности проводили по стандартным методикам.

Для исследований образцов использовали ИК-спектроскопический, электронно-микроскопический, дифференциально-термический и термогравиметрический анализы. Инфракрасные спектры поглощения были получены на однолучевом ИК-Фурье спектрофотометре "FTIR-8601 PC" фирмы "SHIMADZU" с алмазной кюветой "5x beam condenser" фирмы "Graseby specac" в области частот 400-4000 см⁻¹. Для уточнения химического состава полученного твёрдого продукта взаимодействия ГФСН и жидкого стекла применяли электронномикроскопический метод (ЭМА) с использованием растрового микроскопа LEO 1420. Идентификация твердой фазы, образующейся при взаимодействии ГФСН и жидкого стекла, проводили с помощью оптического метода с использованием микроскопа типа Полам Л-213.

С целью комплексной оценки влияния соотношений компонентов композиции на физико-механические и технологические свойства получаемого материала был использован метод симплекс-решетчатого планирования Шефе.

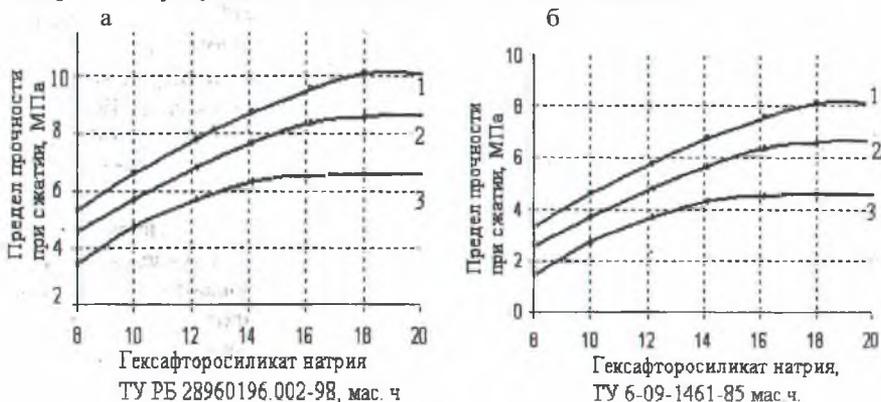
Биостойкость получаемых композиционных материалов определяли по отношению к действию пленчатого домашнего гриба *Copriophora cerebella*, содержание свободного формальдегида – методом WKI, при определении токсичности композиционных материалов по фтор-ионам использовался электрод фторидный ЭГ-IV. Исследования тепло- и температуропроводности теплоизоляционного материала проводили по методу определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме. Термогравиметрическим анализом устанавливали влияние температуры на окислительную и термическую деструкцию композитов при их нагревании, а по рассчитанной энергии активации – влияние вяжущего на процессы структурообразования материалов.

Все полученные численные значения анализируемых величин были подвергнуты статистической обработке с использованием программных пакетов Statistica, Excel и Star.

Третья глава посвящена получению и исследованию свойств вяжущего на основе жидкого стекла с различной плотностью и с добавками модификатора в виде ГФСН. Результаты испытаний полученных образцов, которые представлены на рисунке 1, указывают на достижение более высоких прочностных показателей при использовании ГФСН, полученного из отходов химического полирования стеклоизделий (ПРУП «Борисовский хрустальный завод», ТУ РБ 28960196.002 – 98), при сравнении его с ГФСН, полученным на ПО «Аммофос» (г. Череповец, Россия, ТУ 6-09-1461 – 85).

Сравнительный анализ указанных разновидностей ГФСН позволяет заключить, что увеличение прочности образцов, достигнутое при использовании ГФСН, выбранного нами для исследований (ПРУП «Борисовский хрустальный завод», ТУ РБ 28960196.002 – 98), связано с пониженным содержанием в нём кремнезема (0,07мас.% против 8 мас.% для ГФСН ТУ 6-09-1461 – 85, г. Череповец). Установлено, что на прочность получаемых образцов влияет также и плотность используемого жидкого стекла: при снижении плотности жидкого

стекла с 1450 кг/м^3 до 1250 кг/м^3 прочность образцов падает вдвое. Это подтверждается данными таблицы 1, характеризующими адгезионную способность и водостойкость вяжущего. Жидкое стекло более низкой плотности содержит в своём составе меньшее количество щёлочного окисла и кремнезёма и, соответственно, в меньшем количестве реагирует с ГФСН, что приводит к понижению содержания продуктов взаимодействия в единице его объёма.



а – исследуемый ГФСН; б – ГФСН, используемый для сравнения
1 – при плотности жидкого стекла 1450 кг/м^3 ; 2 – 1350 кг/м^3 ; 3 – 1250 кг/м^3

Рисунок 1 – Зависимость предела прочности при сжатии композита от содержания в жидком стекле ГФСН и плотности жидкого стекла

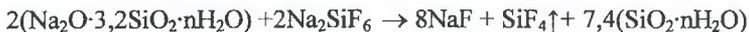
Таблица 1 – Влияние плотности модифицированного ГФСН жидкого стекла на прочностные характеристики клевого соединения

| Плотность жидкого стекла, кг/м^3 | Предел прочности клевого соединения, МПа | | |
|---|--|----------------------------------|-----------------------|
| | при скалывании вдоль волокон | при скалывании по клековому слою | |
| | | без выдержки в воде | после выдержки в воде |
| 1450 | 9,68 | 2,48 | 0,88 |
| 1360 | 7,36 | 1,89 | 0,59 |
| 1250 | 4,37 | 1,12 | 0,37 |

Исследования по определению влияния плотности жидкого стекла на температуру, требуемую для отверждения вяжущего, позволили установить, температурный диапазон процесса прессования композиционных материалов с использованием жидкого стекла, модифицированного выбранным ГФСН. Этот диапазон составил $140\text{--}150^\circ\text{C}$.

Разработанная композиция вяжущего была впервые исследована с помощью методов ИК-спектроскопии и электронно-микроскопического анализа. ИК-спектроскопия показала, что взаимодействие жидкого стекла и выбранного ГФСН вызывает образование твёрдого продукта, содержащего дугидрат оксида кремния, который способен обеспечить прочность вяжущего. В присутствии древесины анион SiF_6^{2-} ГФСН участвует в образовании новых водородных свя-

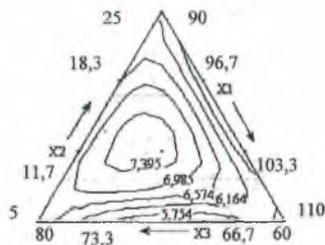
зей с компонентами древесины и этим упрочняет получаемый древесно-минеральный композиционный материал. Микрофотографирование образцов позволило заключить, что на образование прочности получаемых композиционных материалов в присутствии ГФСН влияет и упрочняющее действие геля дигидрата оксида кремния $\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, выделяющегося по реакции отверждения (уравнение).



Частицы $\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ образуют прочный кремнезёмистый скелет, в промежутках которого располагаются включения из фторида натрия и древесины, которые, имея острые углы и шероховатую поверхность, играют роль центров кристаллизации.

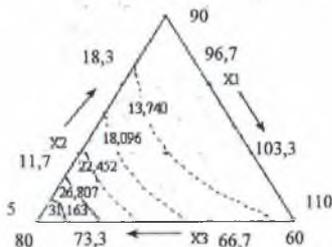
В четвёртой главе рассматривается влияние соотношения компонентов в композиционных материалах конструкционного («Силком-К») и теплоизоляционного («Силком-И») назначения на их физико-механические показатели.

С этой целью для материала конструкционного назначения использовали метод симплекс-решетчатого планирования Шеффе, с построением диаграмм «состав-свойство». Реализация матрицы планирования эксперимента позволила определить такие свойства композиционного материала, как предел прочности: при статическом изгибе ($Y_{\sigma_{\text{н}}}$), при растяжении перпендикулярно пласти плиты ($Y_{\sigma_{\text{р}}}$), при выдергивании шурупов из пласти плиты ($Y_{\sigma_{\text{пл}}}$), при выдергивании шурупов из кромки плиты ($Y_{\sigma_{\text{кр}}}$) и разбухание материала по толщине ($Y_{\sigma_{\Delta}}$). По полученным уравнениям регрессии для исследуемых свойств композиционного материала были построены диаграммы «состав-свойство», основные из которых представлены на рисунке 2



а

$$Y_{\sigma_{\text{н}}} = 6,925 \cdot X_1 + 6,379 \cdot X_2 + 6,116 \cdot X_3 - 5,184 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,808 \cdot X_1 \cdot X_3 - 3,589 \cdot X_2 \cdot X_3 + 54,315 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$



б

$$Y_{\sigma_{\Delta}} = 35,519 \cdot X_1 + 13,319 \cdot X_2 + 11,562 \cdot X_3 - 18,563 \cdot X_1 \cdot X_2 - 19,757 \cdot X_1 \cdot X_3 - 1,307 \cdot X_2 \cdot X_3 - 52,2 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$

а - предел прочности при статическом изгибе; б - разбухание по толщине
 X_1 - древесные опилки; X_2 - жидкое стекло; X_3 - гексафторосиликат натрия.

Рисунок 2 – Диаграммы «состав-свойство»

Решение оптимизационной задачи дало возможность установить следующую рецептуру, позволяющую получить “Силком-К” с высокой прочностью и низкой водостойкостью: опилки – 100 мас. ч (53,8%), жидкое стекло – 70 мас. ч. (37,6%), гексафторосиликат натрия (по отношению к жидкому стеклу) – 16 мас. ч. (8,6%).

Для определения оптимального соотношения компонентов в композиции теплоизоляционного материала “Силком-И” прежде всего был осуществлён выбор необходимого соотношения минимально достаточного для получения образцов количества вяжущего и опилок. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные физико-механических показатели образцов материала “Силком-И”

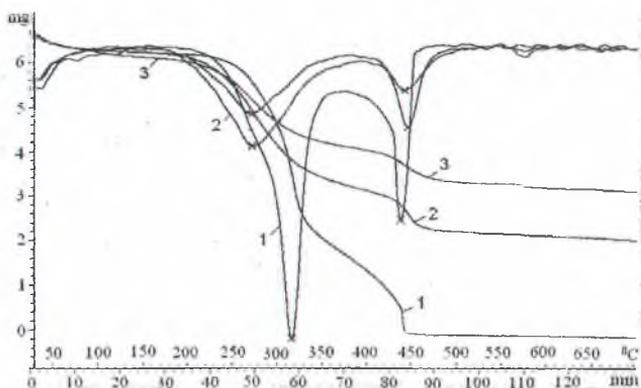
| Содержание вяжущего в композиции, мас.ч/100 мас. ч. | Плотность, кг/м ³ | Предел прочности при сжатии, МПа |
|---|------------------------------|----------------------------------|
| 150 | 310 | 0,37 |
| 200 | 340 | 0,41 |
| 225 | 350 | 0,46 |
| 250 | 360 | 0,52 |
| 275 | 380 | 0,65 |
| 300 | 480 | 0,76 |

Как видно из таблицы 2, с увеличением количества жидкого стекла повышается плотность материала и его прочность. В связи с тем, что к теплоизоляционному материалу не предъявляются высокие требования по прочности (например, прочность арболита при плотности 500 кг/м³ равна 0,5 МПа), наилучшими можно считать партии с содержанием вяжущего 225–250 мас.ч. как имеющие невысокую плотность при удовлетворительной прочности.

Древесные опилки, получаемые в качестве отходов пиления, могут иметь различную, иногда достаточно высокую влажность. Результаты исследований по влиянию влажности древесных опилок на прочность “Силком-И” показали, что для изготовления композиционного материала теплоизоляционного назначения можно использовать опилки высокой влажности без предварительного высушивания. Даже партия образцов, имеющих в своём составе опилки с влажностью 300%, имела приемлемую прочность для теплоизоляционного материала – 0,43 МПа.

Для оценки воздействия вяжущего в композициях “Силком-К” и “Силком-И” на компоненты древесины применяли термогравиметрический (ТГ) анализ (рисунок 3). Из рисунка 3 видно, что суммарная потеря массы древесных опилок по достижении температуры 700°C составляет 99,6% и 99,5% для термоокислительной и термической деструкции соответственно. При этом потеря массы конструкционного материала “Силком-К” составляет 67 и 70%, а для теплоизоляционного материала “Силком-И” – 46 и 52%. Такие изменения указывают на стабилизирующее действие вяжущего на процессы деструкции компонентов древесины, которые обычно имеют место под воздействием температуры и ще-

лочной среды. Расчёт энергии активации термоокислительной деструкции (E_d) древесных опилок и композиционных материалов на их основе также свидетельствует в пользу уменьшения термической деструкции древесины при увеличении вяжущего в образцах. Полученные расчётом данные энергии активации процессов деструкции образцов при нагревании представлены в таблице 3.



1 – древесные опилки; 2 – образец “Силком-К”; 3 – образец “Силком-И”
Рисунок 3 – Термогравиметрические кривые при термоокислительной деструкции

Таблица 3 - Показатели энергии активации E_d исследуемых образцов

| Наименование образца | Содержание вяжущего, мас.ч. | E_d , кДж/моль |
|--|-----------------------------|------------------|
| Древесные опилки (термоокислительная деструкция) | – | 106±3,61 |
| Древесные опилки (термическая деструкция) | – | 104±3,18 |
| “Силком-К” (термоокислительная деструкция) | 70 | 91±2,82 |
| “Силком-К” (термическая деструкция) | 70 | 91±2,82 |
| “Силком-И” (термоокислительная деструкция) | 250 | 85±2,66 |
| “Силком-И” (термическая деструкция) | 250 | 85±2,66 |

Из таблицы 3 видно, что для древесных частиц, не содержащих вяжущего, E_d составляет 104–107 кДж/моль, а для теплоизоляционного материала “Силком-И”, содержащего много вяжущего – 250 мас.ч., эта величина уменьшается до 85 кДж/моль. Причём на величине E_d для полученных материалов окислительные процессы не отражаются, что это указывает на их достаточно высокую термостабильность.

В пятой главе приведены данные по оптимизации технологических режимов получения композиционных материалов конструкционного “Силком-К” и теплоизоляционного “Силком-И” назначения. В этих целях для изготовления композиционного материала конструкционного назначения был реализован двухфакторный эксперимент. В качестве независимых переменных были выбраны факторы, в наибольшей степени влияющие на показатели качества ком-

позиционного материала: температура прессования материала ($X_1, ^\circ\text{C}$) и расход вяжущего (X_2 , мас.ч.). В результате реализации матрицы планирования эксперимента получены адекватные уравнения регрессии, отражающие зависимости физико-механических свойств полученного композиционного материала от температуры и расхода вяжущего. На основании данных уравнений были построены двумерные сечения поверхностей отклика (рисунок 4). Сопоставительный анализ двумерных сечений поверхностей отклика показал, что параметрами технологического процесса являются: температура прессования (X_1) – 150°C ; расход вяжущего (X_2) – 59,8 мас.ч. При этом достигаются следующие значения показателей: твердость, (Y_1) – 12,0 МПа (рисунок 4); предел прочности при изгибе, (Y_2) – 8 МПа; разбухание по толщине (Y_3) – 14 %. Проведенные исследования показали, что продолжительность прессования при оптимальной температуре 150°C составляет 0,94 мин/мм. Увеличение температуры прессования вызывает деструкцию древесных частиц: поверхность плиты буреет, а прочностные показатели композиционного материала снижаются. При времени прессования меньше 0,94 мин/мм плиту разрывает за счёт внутренних напряжений, вызванных давлением пара.

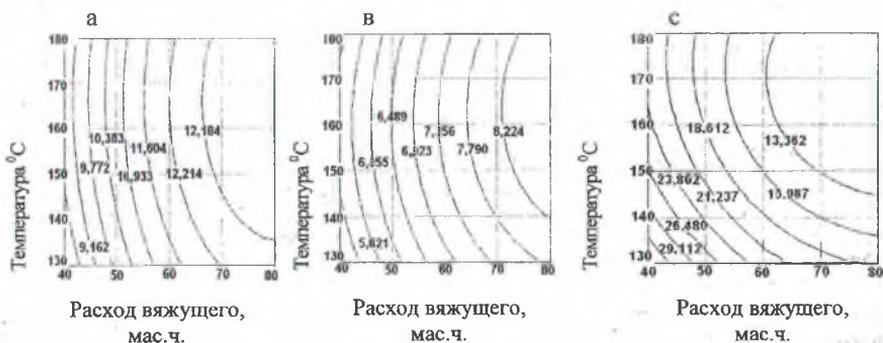
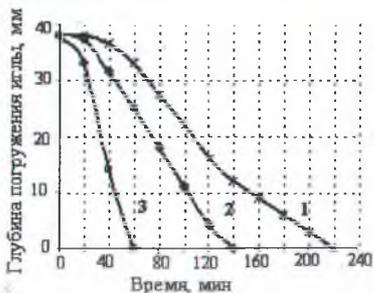


Рисунок 4 – Влияние температуры прессования и расхода жидкого стекла на физико-механические показатели древесно-минерального композиционного материала

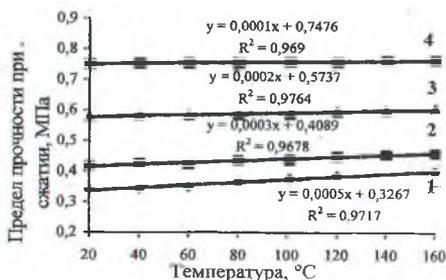
Для разработки режима изготовления композиционного материала теплоизоляционного назначения “Силком-И” было проверено два способа его получения: с термообработкой исходной массы и без дополнительного нагрева (при комнатной температуре). Для определения сроков схватывания смеси в формах с нагревом и без нагрева была использована методика, позволяющая достаточно просто и с большой степенью точности оценивать динамику схватывания массы с помощью прибора Вика. Результаты исследований по определению влияния температуры на сроки схватывания смеси опилок и модифицированного жидкого стекла и прочность получаемого материала представлены на рисунках 5 и 6. Из рисунка 5 видно, что температура получения образцов оказывает

существенное влияние на сроки схватывания композита. При комнатной температуре материал достигает транспортной прочности через 4 часа. При температуре 100°C на это потребовалось 2,5 часа, а при температуре 150°C – 1 час. По окончании высыхания образцы извлекали из формы и выдерживали при разной температуре до высыхания и остаточной влажности 9,5%. Полученный материал испытывали на предел прочности при сжатии. Как видно из рисунка 6, на прочность материала в большой степени влияет количество вяжущего. Так, прочность образцов, в состав которых было введено 150 мас.ч. вяжущего, составила 0,35 МПа. Образцы с содержанием вяжущего 300 мас.ч. имели прочность 0,75 МПа.



- 1 – температура 20±2°C;
- 2 – температура 100±2°C;
- 3 – температура 150±2°C.

Рисунок 5 – Влияние параметров выдержки на сроки схватывания массы при получении теплоизоляционного материала “Силком-И”



- 1 – содержание вяжущего - 150 мас.ч.;
- 2 – содержание вяжущего - 200 мас.ч.;
- 3 – содержание вяжущего - 250 мас.ч.;
- 4 – содержание вяжущего - 300 мас.ч.

Рисунок 6 – Влияние температуры массы на прочность теплоизоляционного материала “Силком-И”

Это позволяет сделать вывод о том, что температура получения композиционного материала влияет на скорость схватывания образцов, но существенного влияния на их прочность не оказывает.

В шестой главе приведены результаты исследований специальных свойств получаемых композиционных материалов для прогнозирования и расширения области их применения.

Испытания композиционных материалов на огнестойкость, проведенные по методу керамической трубы, показали, что конструкционный материал “Силком-К” и теплоизоляционный материал “Силком-И” относятся к первой группе огнезащитной эффективности (потеря массы менее 9%). Для определения биостойкости образцов, использовался пленчатый домовый гриб *Coniofoga cerebella* – один из наиболее агрессивных домовых грибов. Потеря массы “Силком-И” не наблюдалась. Потеря массы древесностружечных плит (ДСП), полученных с применением в качестве антисептика гексафторсиликата натрия, составила 0,7%. Потеря массы древесины берёзы, используемой в качестве контрольного образца в наших исследованиях, достигла 68%. При исследовании токсичности полученных материалов с анализом эмиссии ионов фтора было ус-

тановлено, что эмиссия ионов фтора не превышает требований ПДК (определено 0,15–0,18 мг/м³; ПДК – не более 0,2 мг/м³ согласно ГОСТ 12.1.007). Эмиссия формальдегида из композиционного материала конструкционного назначения составила 0,9 мг/100г плиты, эмиссия из теплоизоляционного материала – 0,3 мг/100г плиты, что позволяет отнести их к классу E0, т.е. к нетоксичным материалам. Исследования теплоизоляционных свойств материала “Силком-И” показали, что его тепло - и температуропроводность не зависит от направления теплового потока к поверхности плиты (что можно объяснить достаточно высокой и равномерной пористостью материала) и составляет 0,10 Вт/(м К). Полученные данные близки к показателям теплопроводности для древесины сосны (0,16 Вт/м К). Теплоизоляционный материал “Силком-И” по своим теплоизоляционным показателям относится к классу Б (средняя теплопроводность). Приведенные данные указывают на целесообразность использования разработанных плитных композиционных материалов в строительных целях.

В седьмой главе представлены результаты промышленной апробации диссертационной работы, которая была произведена на филиале №2 ОАО “Минскдрев” путём опытного выпуска 10 м³ композиционного материала теплоизоляционного назначения. Основным сырьём для получения композиционного материала в качестве заполнителя являлись отходы лесопиления, полученные при распиловке круглого сырья и пиломатериалов в виде опилок смешанных пород. В качестве вяжущего применяли натриевое жидкое стекло, выпускаемое на комбинате строительных материалов (КМС, г. Доманово Ивацевичского района Брестской области). Плотность жидкого стекла составляла 1450 кг/м³, силикатный модуль – 3,21. Жидкое стекло отвечало требованиям ГОСТ 13078. В качестве модифицирующей добавки для повышения физико-механических характеристик образцов использовали гексафторосиликат натрия, который был синтезирован из фторсодержащих сточных вод абсорберов цеха химического полирования стеклоизделий на ПРУП «Борисовский хрустальный завод». По своим характеристикам полученный гексафторосиликат натрия соответствовал требованиям ТУ РБ 28960196.002 – 98. Результаты испытаний полученного материала представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты испытаний композиционных материалов теплоизоляционного назначения

| Вид испытания | Наименование материала | |
|----------------------------------|------------------------|---------------------|
| | “Силком-И” | Арболит, ГОСТ 19222 |
| Плотность, кг/м ³ | 340±30 | 400–500 |
| Конечная влажность, % | 9±0,5 | не более 25 |
| Предел прочности при сжатии, МПа | 0,50 | не менее 0,50 |
| Предел прочности при изгибе, МПа | 0,48 | 0,7–1,0 |
| Влагопоглощение, % | 0,4 | 4–5 |
| Биостойкость | биостойкий | биостойкий |
| Огнестойкость (потеря массы), % | 8,87 (огнестойкий) | огнестойкий |
| Теплопроводность, Вт/(м·К) | 0,087 | 0,080–0,095 |

Сравнение основных показателей качества теплоизоляционного материала “Силком-И” и традиционно получаемого композиционного материала аналогичного назначения на древесной основе – арболита показало, что разработанный материал по специальным свойствам превосходит последний. Плотность “Силком-И” ниже плотности арболита на 33%, но полученный материал не уступает арболиту по показателю предела прочности при сжатии. Показатель влагопоглощения “Силком-И” ниже показателя влагопоглощения арболита в 10 раз. Полученный материал обладает высокими показателями био- и огнестойкости.

Проведённые испытания показали реальную возможность получения теплоизоляционного материала “Силком-И” в промышленных условиях. Изготовление его не требует сложного дорогостоящего оборудования и может быть изготовлено силами предприятия-производителя.

По результатам проведённых исследований комитет по энергоэффективности РБ дал заключение о пригодности такого материала для малоэтажного жилищного строительства и помещений народно-хозяйственного назначения. Расчётный экономический эффект применительно к мощности предприятия 80 тыс. м³ в год составил 672,7 млн. руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработана технология получения композиционных материалов конструкционного (“Силком-К”) и теплоизоляционного (“Силком-И”) назначения с высокими показателями физико-механических свойств водо-, огне и биостойкости на основе мягких отходов деревообработки в виде опилок и натриевого жидкого стекла, модифицированного ГФСН из отходов полирования стеклоизделий [1, 3–8, 12].

2. Научно обоснована эффективность использования в качестве модифицирующей добавки для жидкого стекла с целью повышения его реакционной способности гексафторосиликата натрия, полученного из фторсодержащих сточных вод абсорберов цеха химического полирования стеклоизделий, отличающегося низким содержанием несвязанного оксида кремния, обеспечившего высокие физико-механические и специальные свойства полученных композиционных материалов при пониженном на 6–7% расходе модифицирующей добавки [2, 9].

3. Изучены особенности взаимодействия компонентов вяжущего на основе модифицированного гексафторосиликатом натрия жидкого стекла, в том числе с участием древесного заполнителя. Установлено, что прочность сцепления частиц древесины в композиционных материалах под действием вяжущего обусловлена образованием на их поверхности устойчивой кристаллической структуры, состоящей из молекул двугидрат оксида кремния и фторида натрия, образующихся при взаимодействии кристаллоидного гексафторосиликата натрия и жидкого стекла. Древесные частицы, имеющие шероховатую поверхность и острые углы, играют в смеси роль центров кристаллизации [2].

Термогравиметрическим анализом и испытаниями на огнестойкость получаемых композиционных материалов установлено стабилизирующее дейст-

вие модифицированного гексафторосиликатом натрия жидкого стекла на их термическую и термоокислительную устойчивость в композиции с древесным наполнителем [11].

4. Определены оптимальные составы композиций материала конструкционного назначения: древесные опилки – 100, жидкое стекло – 70, гексафторосиликат натрия – 11,2 мас.ч., и теплоизоляционного назначения: древесные опилки – 100, жидкое стекло – 225, гексафторосиликат натрия – 36 мас.ч. Оптимизированы технологические параметры получения композиционных материалов конструкционного (температура – 150 °С, продолжительность прессования 0,94 мин/мм, максимальное удельное давление прессования – 2,2 МПа) и теплоизоляционного (температура – 20±2°С, сроки схватывания – 240 мин, время твердения – 4 суток при температуре 20±2°С) назначения.

5. Установлены высокие физико-механические свойства полученных материалов конструкционного назначения: твердость – 12 МПа, прочность при изгибе – 8 МПа, разрыве перпендикулярно пласти – 0,45 МПа, сопротивление выдѣргиванию шурупов из пласти – 79,2 МПа, из кромки – 50, 4 МПа, разбухание по толщине – 14 %, и теплоизоляционного назначения: плотность – 340±30 кг/м³, прочность при сжатии – 0,50 МПа, прочность при изгибе – 0,49 МПа, влагопоглощение – 0,4 % [3–8].

6. Определением специальных свойств полученных композиционных материалов установлено, что по огнестойкости они относятся к 1 группе огнезащитной эффективности (потеря массы менее 9%), имеют высокую биостойкость по отношению к дереворазрушающим грибам (потеря массы не наблюдалась). По теплоизоляционным свойствам разработанный материал “Силком-И” относится к классу Б (средняя теплопроводность). Эмиссия ионов фтора из образцов в воздух составляет 0,13 мг/м³ для “Силком-К” и 0,18 мг/м³ для “Силком-И”, что не превышает требований ПДК (0,2 мг/м³). Эмиссия формальдегида составляет 0,9 мг/м³ для “Силком-К” и 0,3 мг/м³ для “Силком-И”, что позволяет отнести композиционные материалы к классу Е0. [7, 10, 13].

Рекомендации по практическому использованию результатов

При формулировании рекомендаций к практическому использованию результатов диссертационных исследований принимали во внимание данные испытания образцов, полученных в опытно-промышленных условиях на филиале №2 ОАО «Минскдрев». На указанном предприятии была изготовлена партия композиционного материала теплоизоляционного назначения со следующими техническими показателями: плотность – 340±30 кг/м³, прочность при сжатии – 0,50 МПа, прочность при изгибе – 7,9 МПа, влагопоглощение – 0,4 %, биостойкость - высокая, 1 группа огнестойкости (потеря массы – 8,87%), теплопроводность – 0,087 Вт/м·К (средняя теплопроводность) [7, 10, 13].

Композиционные материалы конструкционного и теплоизоляционного назначения, изготовленные на основе мягких отходов деревообработки и жидкого натриевого стекла, модифицированного ГФСН, полученного переработкой

фторсодержащих сточных вод химического полирования хрустальных изделий, могут быть использованы:

- в качестве недорогого теплоизоляционного материала, который позволит сократить энергозатраты при использовании в жилищно-гражданском строительстве [14];

- в качестве облицовочных панелей стен, перекрытий, полов и т.п. в помещениях с агрессивной средой (повышенная влажность и температура, например, в помещениях животноводческого комплекса) [14].

По результатам проведенных испытаний Комитет по энергоэффективности Республики Беларусь дал заключение о пригодности теплоизоляционного материала для малоэтажного жилищного строительства и помещений народнохозяйственного назначения. Расчётный экономический эффект применительно к мощности предприятия 80 тыс. м³ в год, определяемый объёмом образующихся мягких отходов лесопиления в виде опилок, составляет 672,7 млн. руб. [14].

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи

1. Вихров, Ю.В. Влияние влажности древесных опилок на затвердевание теплоизоляционного материала на основе жидкого стекла / Ю.В. Вихров, П.С. Бабарыко, Л.Ю. Дубовская // Лесная и деревообрабатывающая промышленность: науч. тр. / БГТУ; под ред. А.В. Жукова [и др.]. – Минск, 1996. – Вып. III. – С. 68–72.

2. Вихров, Ю.В. Определение оптимального количества кремнефторида натрия, вводимого в жидкое стекло для его отверждения при получении ДСтП / Ю.В. Вихров, Л.Ю. Дубовская // Лесная и деревообрабатывающая промышленность: науч. тр. / БГТУ; под ред. А.В. Жукова [и др.]. – Минск, 1997. – Вып. V. – С. 102–106.

3. Дубовская, Л.Ю. Теплоизоляционный материал на основе древесных опилок / Л.Ю. Дубовская, Ю.В. Вихров, П.С. Бабарыко // Деревообрабатывающая промышленность. – 2000. – №2. – С. 16–17.

4. Дубовская, Л.Ю. Композиционный материал на основе древесных отходов и минерального вяжущего / Л.Ю. Дубовская, А.А. Янушкевич // Известия Белорусской инженерной академии. – 2004 – №2. – С. 29–30.

5. Дубовская, Л.Ю. Комплексная оценка состава композиционного материала по методу симплекс-решётчатых планов Шефе / Л.Ю. Дубовская // Лесная и деревообрабатывающая промышленность: науч. тр. / БГТУ; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск, 2004. – Вып. XII. – С. 171–174.

6. Дубовская, Л.Ю. Сравнительный анализ физико-механических свойств композиционных материалов / Л.Ю. Дубовская, Л.М. Бахар, Ю.В. Вих-

ров // Лесная и деревообрабатывающая промышленность: науч. тр. / БГТУ; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск, 2004. – Вып. XII. – С. 168–70.

7. Дубовская, Л.Ю. Теплоизоляционный материал на основе древесных отходов и минерального связующего / Л.Ю. Дубовская // Деревообрабатывающая промышленность. – М., 2005. – №3. – С 13–14.

8. Дубовская, Л.Ю. Теплоизоляционный материал на основе древесных опилок и минерального вяжущего / Л.Ю. Дубовская, Л.В. Игнатович, Л.М. Бахар // Лесная и деревообрабатывающая промышленность: науч. тр. / БГТУ; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск, 2005. – Вып. XIII. – С. 169–170.

9. Кардаш, А.И. Прочность клеевых соединений древесины на основе модифицированного жидкого стекла / А.И. Кардаш, Л.Ю. Дубовская, Ю.В. Вихров // Лесная и деревообрабатывающая промышленность: науч. тр. / БГТУ; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск, 2005. – Вып. XIII. – С. 165–166.

10. Дубовская, Л.Ю. Теплоизоляционные свойства древесно-минерального композита / Л.Ю. Дубовская, А.Н. Калинка, Ю.В. Вихров // Лесная и деревообрабатывающая промышленность: науч. тр. / БГТУ; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск, 2006. – Вып. XIV. – С. 219–220.

11. Термический анализ композиционных материалов на основе древесины и минерального вяжущего / Л.Ю. Дубовская, Л.М. Шостак // Лесная и деревообрабатывающая промышленность: науч. тр. / БГТУ; редкол.: И.М. Жарский [и др.]. – Минск, 2007. – Вып. XV. – С. 168–171.

Материалы конференций

12. Вихров, Ю.В. Использование опилок в строительстве / Л.Ю. Дубовская, Ю.В. Вихров, П.С. Бабарыко, Л.Ю. Дубовская // Технические вузы – республике: материалы междунар. 52-ой научно-техн. конф. профессоров, преподавателей, научных работников, аспирантов и студентов / БГПА; под ред. Л.Э. Лященко. – Минск, 1997. – С. 53

13. Дубовская, Л.Ю. Определение биостойкости композиционных материалов на основе древесных опилок и модифицированного жидкого стекла / Л.Ю. Дубовская, Л.В. Игнатович, Л.М. Бахар // Устойчивое развитие лесов и рациональное использование лесных ресурсов: материалы междунар. науч.-практ. конф. / БГТУ; под ред. О.А. Атрошенко. – Минск, 2005. – С. 298–301.

Патент

14. Композиционный материал на минеральном вяжущем: заявка на пат. Респ. Беларусь / Л.Ю. Дубовская; заявитель УО «Белорусский государственный технологический университет». – № а 20050936; заявл. 20.09.2005; положительное решение 21.06.07.

РЕЗЮМЕ

Дубовская Людмила Юрьевна

Разработка композиционного материала целевого назначения на основе мягких древесных отходов и модифицированного жидкого стекла

Ключевые слова: жидкое стекло, гексафторосиликат натрия, вяжущее, древесный наполнитель, композиционный материал конструкционного назначения, композиционный материал теплоизоляционного назначения.

Объектом исследований являлись композиционные материалы, изготовленные на основе мягких отходов деревообработки в виде опилок и вяжущего на основе жидкого стекла, модифицированного гексафторосиликатом натрия (ГФСН), полученного от переработки отходов полировки хрустальных изделий.

Целью исследований являлось научное обоснование и разработка технологии получения композиционных материалов конструкционного и теплоизоляционного назначения с высокими показателями водо-, огне-, и биостойкости на основе модифицированного жидкого стекла. При проведении исследований использовали методы математического планирования эксперимента (симплекс-решётчатое планирование Шефе, планы В₂). Для оценки взаимодействия компонентов вяжущего между собой и в присутствии древесины использованы методы ИК-спектроскопического, электронно-микроскопического, дифференциально – термического и термогравиметрического анализа. Испытания полученных образцов проводили по стандартным методикам. Разработан состав силикатного вяжущего на основе жидкого стекла и ГФСН. Установлена эффективность использования для модифицирования жидкого стекла ГФСН, полученного переработкой отходов полировки хрустальных изделий, который отличается химическим составом, не содержит несвязанного оксида кремния. Показано, что его применение позволяет снизить расход традиционного модификатора на 6–7%. Установлен механизм взаимодействия компонентов в составе вяжущего и при совмещении его с древесиной, определено влияние вяжущего на процессы структурообразования в материалах. Разработаны составы масс для материалов целевого назначения. Установлено влияние на прочностные и эксплуатационные свойства материалов из полученных масс природы, вида и влажности опилок, их фракционного состава. Разработаны оптимальные технологические режимы получения композиционных материалов целевого назначения и изучены их свойства. Определены специальные свойства полученных материалов: высокая огне- и биостойкость, низкая токсичность, отсутствие эмиссии формальдегида, тепло- и температуропроводность (класс В). Установлено, что плотность полученного теплоизоляционного материала ниже плотности арболита аналогичного назначения на 33%, а его влагопоглощение ниже в 10 раз. Проведена апробация технологии получения композиционного материала теплоизоляционного назначения на ОАО «Минскдрев». Расчётный экономический эффект применительно к мощности предприятия 80 тыс. м³ в год составляет 672,7 млн. руб.

1076 ар.
БІБЛІЯТЭКА
Беларускага дзяржаўнага

Дубоўская Людміла Юр'еўна

Распрацоўка кампазіцыйнага матэрыялу мэтавага прызначэння на аснове мяккіх драўняных адходаў і мадыфікаванага вадкага шкла

Ключавыя словы: вадкае шкло, гексафторасілікат натрыю, вязучае, драўняны запаўняльнік, кампазіцыйны матэрыял канструкцыйнага прызначэння, кампазіцыйны матэрыял цеплаізаляцыйнага прызначэння.

Аб'ектам даследавання з'яўляліся кампазіцыйныя матэрыялы, вырабленыя на аснове адходаў дрэваапрацоўкі ў выглядзе апілак і вадкага шкла, мадыфікаванага гексафторасілікатам натрыю (ГФСН), атрыманага ад перапрацоўкі адходаў паліравання крышталёных вырабаў.

Мэтай даследавання з'яўлялася атрыманне малатаксічных плітных кампазіцыйных матэрыялаў канструкцыйнага і цеплаізаляцыйнага прызначэння з выкарыстаннем драўняных апілак і мадыфікаванага вадкага шкла з высокімі паказчыкамі вода-, вогне-, і біяўстойлівасці на аснове мадыфікаванага вадкага шкла. Пры правядзенні даследаванняў выкарыстоўваліся метады матэматычнага планавання эксперыменту (сімплекс-рашотчатае планаванне Шэфе, планы В₂). Для ацэнкі ўзаемадзеяння кампанентаў вязучага паміж сабой і ў прысутнасці драўніны выкарыстаны метады ІК-спектраскапічнага, электронна-мікраскапічнага, дыферэнцыяльна-тэрмічнага і тэрмагравіметрычнага аналізу. Даследаванні атрыманых узораў праводзілі па стандартных метадах. Распрацаваны склад сілікатнага вязучага на аснове вадкага шкла і ГФСН. Устаноўлена эфектыўнасць выкарыстання для мадыфікавання вадкага шкла ГФСН, атрыманага перапрацоўкай адходаў паліравання крышталёвых вырабаў, які адрозніваецца хімічным складам, не змяшчае нязвязанага аксідку крэмнію. Паказана, што яго прымяненне дазваляе панізіць расход традыцыйнага мадыфікатара на 6–7%. Устаноўлены механізм узаемадзеяння кампанентаў у складзе вязучага і пры сумяшчэнні яго з драўнінай, вызначаны ўплыў вязучага на працэсы структураўтварэння ў матэрыялах. Распрацаваны склады мас для матэрыялаў мэтавага прызначэння. Устаноўлены ўплыў на трываласныя і эксплуатацыйныя ўласцівасці матэрыялаў з атрыманых мас прыроды, віду і вільготнасці апілак, іх фракцыйнага складу. Распрацаваны аптымальныя тэхналагічныя рэжымы атрымання кампазіцыйных матэрыялаў мэтавага прызначэння і вывучаны іх уласцівасці. Вызначаны спецыяльныя ўласцівасці атрыманых матэрыялаў: высокая вогне- і біяўстойлівасць, нізкая таксічнасць, адсутнасць эмісіі фармальдэгіду, цепла- і тэмператураправоднасць (клас В). Устаноўлена, што шчыльнасць атрыманага цеплаізаляцыйнага матэрыялу ніжэйшая за шчыльнасць арбаліту аналагічнага прызначэння на 33%, а яго паглыннанне вільгаці ніжэйшая ў 10 разоў. Праведзена апрабаванне тэхналогіі атрымання кампазіцыйнага матэрыялу цеплаізаляцыйнага прызначэння на ААТ «Мінскдрэў». Разліковы эканамічны эфект прымянення да магутнасці прадпрыемства 80 тыс. м³ у год складае 672,7 млн. руб.

SUMMARY

Dubovskaya Ludmila Yuryevna

Development of end-use composite material on the base of soft waste wood and modified liquid glass

Key words: liquid glass, sodium hexafluorosilicate, binding agent, wood filler, construction composite material, heat-insulating composite material.

The subject-matter of the investigation was composite materials made on the base of soft waste wood in the form of sawdust and a binding agent on the base of liquid glass modified by sodium hexafluorosilicate obtained from waste processing of crystalware polishing.

The object-matter of the investigation was scientific substantiation and development of technology for obtaining construction and heat-insulating liquid-glass-based composite materials which have high water and fire resistance and biostability. When carrying out the investigation the methods of mathematical design of experiments (Chefe simplex-lattice design, B_2 design) were used. Methods of infrared spectroscopic, electron microscopic, differential thermal and thermogravimetric analysis were used to estimate the interaction of constituents of binding agent both with each other and in wood presence. The composition of a silicate binding agent on the base of liquid glass and sodium hexafluorosilicate has been developed. Efficiency of using sodium hexafluorosilicate for modifying liquid glass obtained from waste processing of crystalware polishing has been determined. Chemical composition of the sodium hexafluorosilicate does not contain free silicon oxide. It has been proved that its use enables to reduce the consumption of a conventional modifier by 6–7%. The mechanism of interaction of binding agent constituents as well as when combined with wood has been established, the influence of binding agent on the structure formation in the materials has been determined. The compositions of masses for end-use materials have been developed. The influence of sawdust nature, kind and humidity on the strength and performance properties of materials obtained from the masses have been specified. Optimum technological modes of operation for obtaining the end-use composite materials have been developed, their properties studied. Special properties of the obtained materials have been determined such as high fire resistance and biostability, low toxicity, no formaldehyde emissions, heat and thermal conductivity (class B). It has been specified that the density of the obtained heat-insulating material is lower than that of wood concrete of analogous use by 33%, its water absorption being 10 times lower. The technology for producing heat-insulating composite material has been tested at JSC "Minskdrv". The designed economic effect is 672.7 million BLR, capacity of the enterprise being 80 thousand m^3 per year.

1076 ар.



Научное издание

Дубовская Людмила Юрьевна

**РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА
ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЯГКИХ ОТХОДОВ
ДЕРЕВООБРАБОТКИ И МОДИФИЦИРОВАННОГО
ЖИДКОГО СТЕКЛА**

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук
по специальности 05.21.05 - древесиноведение, технология и оборудование
деревообработки

Ответственный за выпуск **Л. Ю. Дубовская**

Подписано в печать 17.03.08. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 1,3. Уч.-изд. л. 1,2.
Тираж 60 экз. Заказ **114**.

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.