

УДК 674.812

## МЕЛКОДИСПЕРСНЫЕ ДРЕВЕСНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ПОРОШКОВОМ СВЯЗУЮЩЕМ

Гороховский А.Г., Чернышев Д.О., Чернышев О.Н.

*ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург, Россия (620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт 37), e-mail: [den\\_is-best@mail.ru](mailto:den_is-best@mail.ru)*

В статье рассматривается инновационный мелкодисперсный древесный композиционный материал на порошковом связующем DS и его модификация DS-1. Материал по физико-механическим показателям превосходит существующие аналоги, данные приведены в таблице. Приводятся практические исследования материала на ИК-спектр. Данные приведены на графике. Сделан вывод, что в процессе отверждения происходят реакции поликонденсации с образованием простых связей и образуется пространственно сшитая молекула полимера. Подтверждается более высокая прочность образующегося материала. Экспериментальный анализ позволил сделать вывод, что внедрение перспективных композиционных материалов DS и DS-1 поможет решить не только проблему комплексного использования древесного сырья, но и ряд других, в том числе экономических, экологических и энергосберегающих проблем.

Ключевые слова: композиционный материал, специальное назначение, древесина, свойства, рентгеновские лучи, защита.

## FINE-DISPERSED ARBOREAL COMPOSITE MATERIALS ON THE POWDER BINDING

Gorohovskij A.G., Chernyshev D.O., Chernyshev O.N.

*Urals state forestry engineering university, Yekaterinburg, Russia (620100, Yekaterinburg, Sibirsky trakt St. 37), e-mail: [den\\_is-best@mail.ru](mailto:den_is-best@mail.ru)*

In article it is considered innovative fine-dispersed arboreal composite material on powder binding «DS» and its updating «DS-1». The material surpasses the existing analogues in physic-mechanical indicators, given are resulted in the table. Practical researches of a material on the Ik-spectrum are resulted. The data is resulted on the schedule. The conclusion is drawn that in process hardening there are reactions of polycondensation to formation of simple communications and spatially sewed molecule of polymer is formed. Higher durability of a formed material proves to be true. The experimental analysis has allowed to draw a conclusion that introduction of perspective composite materials «DS» and «DS-1» will help to solve not only a problem of complex use of wood raw materials, but also a number of others, including economic, ecological and power saving up problems.

Keywords: composite material, special purpose, wood, properties, X-rays, protection.

Одним из приоритетных направлений развития лесопромышленного комплекса является использование отходов деревообработки и малоценной древесины.

В условиях углубления экономических реформ и рыночных взаимоотношений необходимо находить наиболее простые, но эффективные способы производства материалов, используя более дешевое сырье для получения качественной продукции, приносящей большую прибыль. Продукция от переработки древесины является конкурентоспособной, высококорентабельной и приносит положительные финансовые результаты, что обеспечивает выход ее на российские и зарубежные рынки. Решить эту задачу призваны древесные композиционные материалы.

Композиты на основе древесины – это материалы, состоящие из древесины или ее частиц, связующего и одного или нескольких компонентов (полимера, минерала и др.).

Одним из наиболее эффективных и рациональных направлений по переработке древесных отходов и низкосортной древесины во всем мире является производство древесных плит.

В настоящее время производство древесных плит постоянно увеличивается. Наибольшими темпами развивается производство древесноволокнистых плит средней плотности (МДФ) и древесных плит из ориентированной крупноразмерной стружки (OSB). Динамика производства древесных плит в России приведена в таблице 1.

Таблица 1

Производство древесных плит в России

Название материала	Единица измерения	2009 г.	2010 г.	2011 г.
ДСтП	м <sup>3</sup>	4,5 млн	6,3 млн	8,0 млн
ДВП	м <sup>3</sup>	336 179	350 000	395 000
МДФ	м <sup>3</sup>	981 546	1,1 млн	1,3 млн

Свердловская область имеет большое количество низкосортной древесины, непригодной для производства пиломатериалов, фанеры, столярно-строительных и других изделий, но ее можно использовать для изготовления древесных плит. Объемы такой низкокачественной (преимущественно лиственной) древесины, лесосечных отходов, тонкомерной древесины и отходов деревообработки достаточны для интенсивного развития производства древесных плит с целью обеспечения внутреннего рынка и создания экспортно ориентированной подотрасли.

Одним из основных направлений развития производства древесностружечных плит можно выделить повышение физико-механических характеристик, снижение токсичности, вторичную переработку сырья, применение высокопроизводительного оборудования, а также производство плит специального назначения.

К слагаемым повышения физико-механических характеристик древесностружечных плит следует отнести сохранение качества древесины в частицах при их получении, изменение свойств отверждающегося связующего, и если в составе плиты есть дополнительные компоненты, то от свойств этих компонентов.

Одним из предметов, находящихся на особом внимании исследователей, является вопрос снижения токсичности древесностружечных плит на основе карбаминоформальдегидных смол. Рассматриваются пути снижения токсичности древесностружечных плит строительного назначения за счет специальных отвердителей.

Предметом многих патентов и заявок являются режимы синтеза смол и добавка различных модификаторов при синтезе, а также замена связующего на менее токсичное вещество.

Рассматривается возможность использования древесины в ее различных модификациях, как конструкционной основы, для создания композиционных материалов со специфическими свойствами, в том числе и для защиты от разного рода излучений.

В данной статье описываются разработанные композиционные материалы на основе отходов древесины - DS и его модификации DS-1, обладающей защитными свойствами от разного рода излучений.

Для получения инновационных композиционных материалов была проведена следующая работа: разработка технологии изготовления; поиск путей снижения токсичности материала; испытание лабораторных образцов для определения основных физико-механических, защитных и других свойств; предварительная оценка целесообразности изготовления и применения полученных материалов.

В процессе работы были получены материалы DS и DS-1. Разработан их состав (процентное соотношение компонентов), подобрана ориентировочная технология производства данных материалов, выполнены поисковые работы в области снижения токсичности материала за счет значительного сокращения доли свободного формальдегида, проведены испытания лабораторных образцов для определения основных физико-механических и защитных свойств. Физико-механические показатели плит на основе композиционного материала не уступают свойствам существующих древесностружечных плит (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительные свойства плитных материалов

п/п	Наименование показателя	DS	DS-1	ДСтП по ГОСТ 10632-2007
1	Токсичность, E (эмиссия свободного формальдегида)	До 4,5 мг/100 г	До 4,5 мг/100 г	*
2	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	800-1000	1100-1200	500-1000
3	Влажность плиты, %	2-3	2-3	5-12
4	Предел прочности при статическом изгибе, МПа, не менее для толщин от 10-14 включительно	10-30	15-19	10-25
5	Твердость по Бринеллю, МПа	55-70	70-80	20-40
6	Ударная вязкость, Дж/м <sup>2</sup>	20000-40000	20000-50000	4000-8000

7	Разбухание, %	15-25	8-13	5-30
8	Средний свинцовый эквивалент (Pb), мм, для толщины 14 мм	0,0	0,3-0,9	0,0

\* E2 8-30 мг/100 г; E1 <8 мг/100 г.

Из данных таблицы видно, что полученные композиционные материалы DS и DS-1 (рис. 1) обладают высокими показателями, которые превосходят характеристики уже существующих плит, в частности:

- выше показатели всех физико-механических свойств;
- полученные материалы практически не токсичны;
- наилучшая теплоизоляция;
- наиболее высокая огнестойкость;
- DS-1 защищает от излучений разных видов (например,  $\gamma$ -излучение, рентгеновское излучение, электромагнитное излучение и др.).



DS



DS-1

Рис. 1. Материалы DS и DS-1

После исследования химического состава и его изменения, происходящего в процессе отверждения, установлено, что увеличение физико-механических показателей происходит за счет химических превращений. Химический состав отвержденного связующего можно определить по его характеристическим полосам поглощения, свойственным конкретным группам, присутствующим в материале.

Для определения химического состава материала проводилась инфракрасная спектроскопия (ИК). В результате анализа ИК-спектров составлена их сравнительная характеристика.

Некоторые характеристические полосы поглощения свидетельствуют о наличии существенных различий. Так, полоса поглощения в области  $3600-3000 \text{ см}^{-1}$  является характеристической для полимерных соединений, характеризует наличие ОН-группы, связанной молекулярной водородной связью (рис. 2).

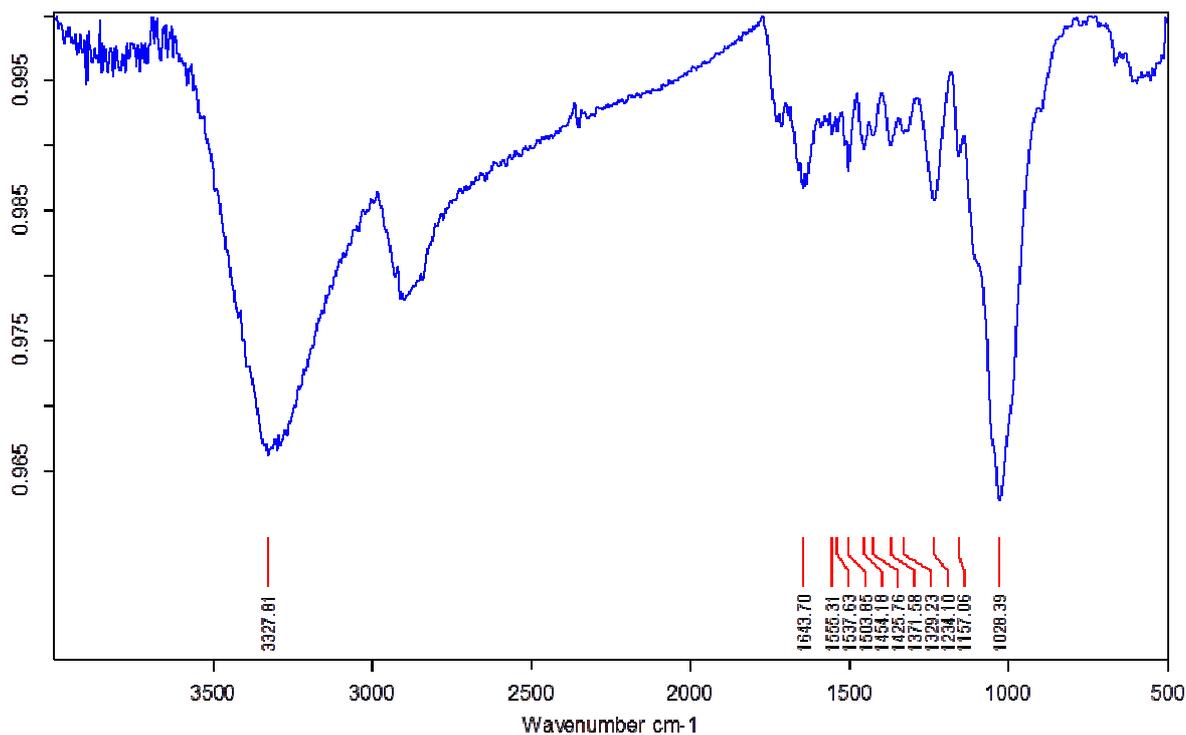


Рис. 2. ИК-спектры измельченной плиты DS

Полоса в области 3000-2800 см<sup>-1</sup> характеризует наличие -CH<sub>3</sub> и =CH<sub>2</sub> группы, интенсивность полосы зависит от количества этих групп в молекуле полимера, наличие сильной полосы поглощения 1735-1732 подтверждает наличие карбоксильных групп.

Полосы поглощений в областях 1463, 1452 и 1386-1303 см<sup>-1</sup> характеризуют колебания групп =CH<sub>2</sub>, -CH<sub>3</sub> и CH, свойственных насыщенным алифатическим углеводородам.

По полученным ИК-спектрам можно сделать вывод, что химический состав термоотвержденного связующего отличается от состава не отвержденного связующего. В процессе отверждения происходят реакции поликонденсации с образованием простых эфирных связей -CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>- и образуется пространственно сшитая молекула полимера. ИК-спектр отвержденного полимера иллюстрирует более глубокую степень полимеризации, что подтверждает большую прочность образующегося композиционного материала DS.

Композиционный материал DS-1 - аналог древесностружечных плит, обладающий высокими защитными свойствами от рентгеновского излучения. Результаты оценки защитных свойств полученного материала выполнены при жестком (пучковом) излучении и дают положительные результаты. Материал рекомендуется применять при оборудовании рентгеновских кабинетов, для обшивки стен, пола, потолков, изготовления ширм, дверных блоков и др.

Применяемые в настоящее время материалы либо имеют в своем составе экологически вредный свинец и его соединения, либо имеют в качестве наполнителя дорогостоящие технологические и защитные добавки, либо для их изготовления используется токсичная смола.

Материал DS также является аналогом древесностружечной плиты, но имеет наилучшие показатели. Для снижения токсичности плит было использовано новое связующее со значительным сокращением доли свободного формальдегида, одновременно с высокими показателями по технической характеристике. Производство плит с применением нового связующего компонента менее затратно, чем производство существующих плит.

Полученные материалы можно облицовывать бумажно-смоляными пленками, бумажно-слоистыми пластиками, натуральным шпоном и производить отделку разнообразными лакокрасочными материалами, тем самым улучшая их внешний вид.

В процессе создания новых материалов DS и DS-1 была разработана ориентировочная технология производства этих композиционных материалов, которая принципиально не отличается от технологии производства древесностружечных плит, а также дана предварительная оценка целесообразности изготовления и применения полученных материалов. Разработанные композиционные материалы могут применяться в разных областях.

Предлагаемая продукция, представленная в виде плит, составит конкуренцию существующим строительным материалам.

Применение низкотоксичного связующего позволит создать экологически чистое, безвредное производство и продукцию, способную соответствовать самым жестким санитарно-экологическим нормам по содержанию свободного формальдегида, что на сегодняшний день является приоритетным направлением в производстве древесных плит.

Оценивая научно-технический уровень выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области, можно констатировать, что разработанный композиционный материал на основе древесины, согласно патентным исследованиям, не имеет аналогов в мире.

Внедрение перспективных мелкодисперсных древесных композиционных материалов DS и DS-1 поможет решить не только проблему комплексного использования древесного сырья, но и ряд других, в том числе экономических, экологических и энергосберегающих проблем.

## **Список литературы**

1. Азаров В.И. Технология связующих и полимерных материалов / В.И. Азаров, В.Е. Цветков. – М. : Лесная промышленность, 1985. – 216 с.
2. Ветошкин Ю.И. Конструкции и эксплуатационно-технологические особенности композиционных рентгенозащитных материалов на основе древесины / Ю.И. Ветошкин, И.В. Яцун, О.Н. Чернышев. – Екатеринбург, 2009. – 148 с.
3. Карев Б.Н., Яцун И.В., Ветошкин Ю.И. Теоретическое определение толщины рентгенозащитного композиционного материала // Вестник Казанского университета. – 2013. - № 1.
4. Машкович В.П., Панченко А.М. Основы радиационной безопасности / В.П. Машкович, А.М. Панченко. – М. : Энергоатомиздат, 1995. – 496 с.
5. Щербаков А.С. Технология композиционных древесных материалов : учеб. пособие для вузов. - М. : Экология, 1992. – 192 с. – ISBN 5-7120-0333-3
6. Долацис Я.А. Радиационно-химическое модифицирование древесины / Я.А. Долацис. – Рига : Зинатне, 1985. – 218 с.
7. Мэттьюз Ф. Композиционные материалы. Механика и технология / Ф. Мэттьюз, Р. Ролинге. - М. : Техносфера, 2004. - 408 с.

**Рецензенты:**

Пашков В.К., д.т.н., профессор кафедры инновационных технологий и оборудования деревообработки ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург.

Уласовец В.Г., д.т.н., профессор кафедры механической обработки древесины ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург.