



МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.812

А.Н. Чубинский, Г.С. Варанкина

С.-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова

Чубинский Анатолий Николаевич родился в 1948 г., окончил в 1972 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор кафедры технологии деревообрабатывающих производств С.-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова. Имеет более 200 научных трудов в области технологии склеивания древесины.

E-mail: a.n.chubinsky@gmail.com

Варанкина Галина Степановна в 1980 г. окончила Ленинградскую государственную лесотехническую академию имени С.М. Кирова, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии лесопиления и сушки древесины С.-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова. Имеет около 90 печатных работ в области снижения токсичности плитных материалов и разработки клеевых композиций.

E-mail: varagalina@yandex.ru

**ФОРМИРОВАНИЕ НИЗКОТОКСИЧНЫХ
ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КЛЕЕВ**

Исследовано влияние реакционноспособного наполнителя на физико-механические показатели древесностружечных плит (ДСтП) и содержание свободного формальдегида в плитных материалах. Для этих целей использовали образцы ДСтП на основе карбамидоформальдегидного связующего, наиболее часто применяемого в производстве.

На интенсивность выделения формальдегида из готовых плит оказывают влияние следующие факторы: свойства применяемой смолы (в первую очередь содержание в ней свободного формальдегида), количество добавляемого связующего, условия прессования плит (влажность осмоленной стружки, температура и продолжительность прессования), условия эксплуатации плит или изделий из них, вид облицовки плоскостей.

В данной работе снижение токсичности плит достигнуто за счет химического взаимодействия нового вида наполнителя – алюмосиликатов и адсорбцией находящихся в смолах ароматических углеводов (спиртов, альдегидов, кислот, формальдегида и др.).

Прочность ДСтП при статическом изгибе повышается за счет возрастания степени структурирования полимера, увеличения молекулярной массы и когезионной прочности, а также за счет реакции взаимодействия с компонентами древесины. Используя методы поиска оптимальных значений переменных факторов и соответствующих им показателей эффективности определены конкретные значения исследуемых параметров режима.

Ключевые слова: древесностружечная плита, карбамидоформальдегидная смола, модификатор, алюмосиликаты.

© Чубинский А. Н., Варанкина Г.С., 2013

В настоящее время к санитарной характеристике древесных материалов, применяемых в производстве мебели, предъявляют все более жесткие требования, в первую очередь, по эмиссии формальдегида. Выпускаемые в стране плиты классов E1 и E2 существенно уступают производимым за рубежом плитам Super E.

Повышение конкурентоспособности отечественных ДСтП невозможно без существенного повышения безопасности их эксплуатации.

Одним из возможных путей снижения эмиссии формальдегида из древесных плит является использование модифицированных связующих [1–6]. Поиск эффективных модификаторов для карбамидо- и фенолоформальдегидных клеев занимают как отечественные, так и зарубежные исследователи и производители связующих. Исследования, выполненные в С.-Петербургском государственном лесотехническом университете и Братском государственном техническом университете, показали высокую способность природных алюмосиликатов к улучшению технологических и эксплуатационных свойств традиционно используемых в деревообрабатывающей промышленности клеев.

Методика проведения экспериментов

Исходные компоненты (модификатор – алюмосиликат и клеевые композиции) исследовали с применением химического, рентгеноструктурного, спектрального и электронно-микроскопического методов. Алюмосиликаты имеют кремнеалюмоокислородный каркас, содержащий свободные полости, в которые могут проникать молекулы формальдегида [2, 4].

Показатели физико-химических свойств карбамидоформальдегидных смол марки КФ-МТ-15 и ДСтП на их основе определяли в соответствии с действующими стандартами: содержание свободного формальдегида в клее после введения модификатора в карбамидоформальдегидную смолу – сульфитным методом, содержание формальдегида в ДСтП – перфораторным методом и с использованием газового анализатора. Характер отверждения плит контролировали спектрофотометром Spesord.

Для проведения экспериментов использовали ДСтП толщиной 16 мм, плотностью 730...750 кг/м³. Размеры образцов составляли 500 × 500 мм и были обусловлены техническими возможностями лабораторного прессового оборудования.

Результаты исследований и анализ

В ходе экспериментов установлено, что физико-химические свойства модифицированных смол и изготовленных с их применением ДСтП зависят от количества и дисперсности введенного алюмосиликата.

Для определения влияния количества модификатора и его дисперсности на технологические параметры клеевых композиций изучены: продолжительность желатинизации, разбухание, водопоглощение ДСтП, прочность на раз-

рыв перпендикулярно пласти и на статический изгиб, содержание свободного формальдегида.

Результаты эксперимента (рис. 1) показывают, что продолжительность желатинизации с введением модификатора сокращается. Ускорение процесса желатинизации обусловлено способностью алюмосиликатов вступать в химическое взаимодействие со свободным формальдегидом, метилольными и амидными группами карбамидного олигомера.



Рис. 1. Зависимость продолжительности желатинизации модифицированного клея на основе смолы КФ-МТ-15 от количества и размера частиц алюмосиликатов

Введение алюмосиликатов оказывает существенное влияние на разбухание и водопоглощение ДСтП (рис. 2).

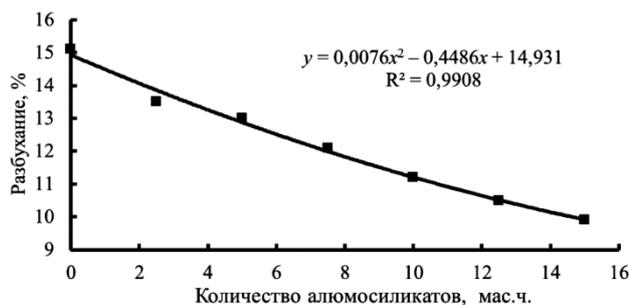
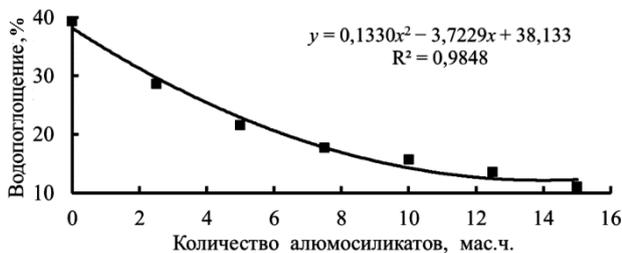


Рис. 2. Зависимость разбухания (а) и водопоглощения (б) ДСтП от количества алюмосиликатов



Из результатов эксперимента видно, что с введением алюмосиликатов разбухание и водопоглощение ДСтП снижаются на 30 %, что приводит к повышению водостойкости плит, а значит, к некоторому увеличению прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты (рис. 3, *a*).

Увеличение прочности ДСтП при растяжении перпендикулярно пласти (рис. 3, *a*) и при изгибе (рис. 3, *б*) является результатом возрастания степени структурирования модифицированного клея, повышения его когезионной прочности, а также степени химического взаимодействия клея и древесины.

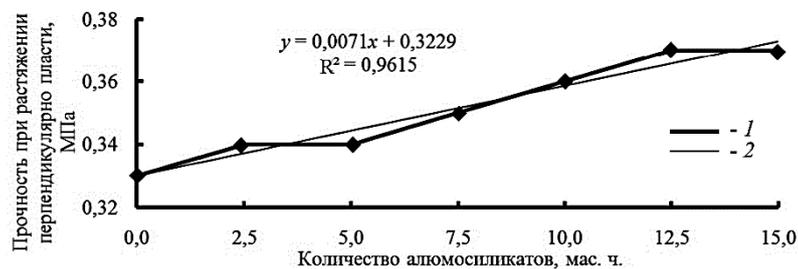
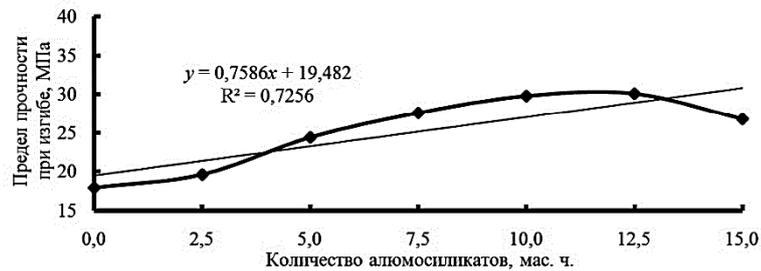
*a**б*

Рис. 3. Зависимость прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты (*a*) и предела прочности при статическом изгибе (*б*) от количества алюмосиликатов в смоле: 1 – эксперимент, 2 – расчет

В ходе экспериментов также было выявлено снижение эмиссии формальдегида из ДСтП, склеенных модифицированным алюмосиликатами карбамидоформальдегидным клеем (рис. 4).

Снижение токсичности плит достигается за счет химического взаимодействия алюмосиликатов с карбамидоформальдегидным клеем и адсорбции находящихся в смолах ароматических углеводов (фенолов, спиртов, альдегидов, кислот, формальдегида и др.) [1].

На основе результатов частных экспериментов обоснованы переменные факторы, влияющие на эксплуатационные характеристики ДСтП. Уровни их варьирования в многофакторном эксперименте приведены в таблице.

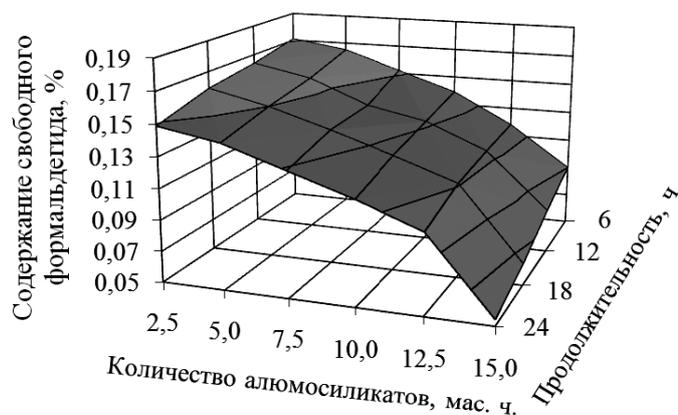


Рис. 4. Зависимость содержания свободного формальдегида смолы КФ-МТ-15 от количества алюмосиликатов и продолжительности выдержки клея после их введения

Переменные факторы и уровни их варьирования

Фактор	Уровни варьирования		
	Нижний	Основной	Верхний
Температура склеивания T , °С	190	200	220
Давление прессования P , МПа	1,9	2,2	2,5
Продолжительность прессования τ , мин	3,0	4,0	5,0
Количество модификатора q , мас.ч.	2,5	7,5	15,0
Размер частиц модификатора d , мкм	0,2	0,5	0,8

В результате обработки данных многофакторного эксперимента получены уравнение связи

$$\delta = 0,11563 - 0,0022q + 0,00259P - 0,0004T - 0,005\tau + 0,12481d$$

и уровни варьирования переменных факторов:

$$190 \leq T \leq 220; 2,5 \leq P \leq 3,0; 2 \leq \tau \leq 4; 2,5 \leq q \leq 15; 0,2 \leq d \leq 0,8,$$

где δ – содержание свободного формальдегида в готовой продукции, %.

Выводы

Алюмосиликаты природного происхождения являются модификаторами, обладающими способностью ускорять процесс желатинизации карбаминоформальдегидных смол и снижать содержание свободного формальдегида в ДСтП.

Благодаря введению алюмосиликатов возрастает степень структурирования полимера, снижается количество гидрофильных метилольных групп, увеличивается молекулярная масса полимера, повышаются его когезионная прочность и химическая активность во взаимодействии с компонентами древесины.

Снижение токсичности ДСтП объясняется реакционной и сорбционной способностью алюмосиликатов, увеличением степени отверждения клеевой композиции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брутян К.Г. Обоснование параметров режима склеивания древесностружечных плит низкой токсичности. Первичная обработка древесины // Лесопиление и сушка пиломатериалов. Состояние и перспективы развития: материалы Международ. науч.-практ. конф. СПб.: СПбГЛТА, 2008. С. 121–126.
2. Варанкина Г.С., Брутян К.Г. Совершенствование технологии изготовления древесностружечных плит. Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI в.: тр. IV Междунар. евразийского симпозиума. Екатеринбург, 2009. С. 110–113.
3. Глебов М.П., Брутян К.Г. Анализ природных минеральных модификаторов для клеящих смол. Первичная обработка древесины // Лесопиление и сушка пиломатериалов. Состояние и перспективы развития: материалы Международ. науч.-практ. конф. СПб.: СПбГЛТА, 2007. С. 28–33.
4. Глебов М.П., Варанкина Г.С., Брутян К.Г. Наполнители для производства низкотоксичных древесностружечных плит // Современные проблемы лесозаготовительных производств, производства материалов и изделий из древесины: пиломатериалы, фанера, деревянные дома заводского изготовления, столярно-строительные изделия: материалы Международ. науч.-практ. конф. СПб.: СПбГЛТА, 2009. С. 109–113.
5. Пат. 2437911 РФ, МПК⁷. Клеевая композиция / Брутян К.Г., Варанкина Г.С., Чубинский А.Н., Редков В.А., Кондратьев В.П. Приоритет от 1.03.2010. 3 с.
6. Чубинский А.Н., Брутян К.Г. Формирование древесно-стружечных плит пониженной токсичности // Изв. СПбГЛТА. Вып. 186. СПб.: СПбГЛТА, 2009. С. 156–163.

Поступила 03.09.12

A.N. Chubinsky, G.S. Varankina

St. Petersburg State Forest Technical University number after S.M. Kirov

Formation of Low Toxicity Particle Boards Using Modified Adhesives

The paper studies the effect of reactive filler on the physico-mechanical properties of particle board and content of free formaldehyde in board materials. For this purpose we used samples of particle board based on urea-formaldehyde binder as the most frequently used in production.

Intensity of formaldehyde emission from the finished board depends on the following factors: properties of the resin used and, in the first place, the content of free formaldehyde in it; the amount of added binder; board pressing conditions (moisture of tarred chips, pressing temperature and duration); use conditions of boards or products made of them, and the type of surface coating.

Board toxicity is reduced due to the chemical interaction between a new type of filler – aluminosilicate – and adsorption of aromatic hydrocarbons contained in resin: alcohols, aldehydes, acids, including formaldehyde.

The strength of particle board at static bending grows due to higher degree of polymer structuring and increased molecular weight, greater cohesive strength and better reaction with wood components. Using the methods of search for optimal variable factors and corresponding efficiency indices, we determined specific values of the regime parameters under investigation.

Keywords: particle board, urea-formaldehyde resin, modifier, aluminosilicate.