

УДК 674.815

Е.И. Стенина, Д.Б. Карасов, Т.Ю. Чеснокова
(E.I. Stenina, D.B. Karasov, T.YU. Chesnokova)
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)
E-mail для связи с авторами: sten_elena@mail.ru

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

WAYS TO REDUCE TOXICITY OF WOOD-POLYMER COMPOSITES

В статье приведены результаты исследований по изучению возможности применения в качестве поглотителя свободного формальдегида наноразмерного серебра.

In the article the results of research into possible applications as free formaldehyde absorber Nano Silver.

Древесно-стружечные плиты (ДСтП), а также строительные и отделочные материалы на их основе традиционно широко используются в строительстве и мебельной промышленности. Анализ мирового рынка строительных материалов свидетельствует о ежегодном росте производства и потребления данных видов продукции. При этом отмечен наибольший рост производства древесно-стружечных плит из крупноразмерной ориентированной стружки (OSB). Благодаря высоким прочностным показателям при статическом изгибе данный материал с успехом используется в строительстве в качестве заменителя клееной фанеры. При этом производство ДСтП не требует использования высококачественной древесины, необходимой для изготовления фанеры и OSB, и может быть основано на переработке отходов лесопиления и других деревообрабатывающих производств.

Основным фактором, сдерживающим рост объемов использования ДСтП в строительстве, является достаточно жесткие ограничения ПДК свободного формальдегида в воздухе жилых помещений, принятые в России ($0,003 \text{ мг/м}^3$). Необходимо отметить, что данные ограничения в несколько раз жестче, чем в ряде стран Европы, США и Японии. Так, в Германии и Нидерландах среднесуточное ПДК формальдегида составляет $0,125 \text{ мг/м}^3$.

Одним из направлений выполнения требований к воздуху жилых помещений является снижения класса эмиссии свободного формальдегида из используемых в строительстве и мебельном производстве древесно-стружечных плит.

Решением проблемы снижения токсичности является отыскание способов подавления эмиссии свободного формальдегида из плит без заметного снижения их физико-механических свойств.

Известно несколько основных направлений снижения токсичности ДСтП:

- 1) нанесение на поверхность плит изолирующего слоя из облицовочных и лакокрасочных материалов;
- 2) модификация связующего;
- 3) разработка рациональных режимов прессования плит;
- 4) обработка стружки или внесение в клей веществ (акцепторов или поглотителей), способных образовывать устойчивые во времени соединения с формальдегидом.

В качестве поглотителей, как правило, выступают вещества и материалы с развитой активной поверхностью. Известно, что в частицах размером 1–10 нм действие поверхностных сил проникает на 5–6 атомных плоскостей вглубь кристалла. Таким

образом, влиянию этих сил подвергается практически весь объём, и, соответственно, все атомы могут рассматриваться как поверхностные [1].

При уменьшении размеров от 10 до 1 нм, как отмечал Ю.И. Михайлов (российский химик, специалист в области физикохимии и материаловедения, академик Российской академии наук), происходят кардинальные изменения фундаментальных физических и химических свойств веществ (параметры кристаллической решетки, температуры плавления, электронная структура, каталитические и многие другие свойства) [1].

Благодаря влиянию высокоразвитой поверхности нановеществ на упорядочение расположения элементов в системах со случайно формируемой структурой (percolation threshold), а также локальным химическим взаимодействиям, происходят изменения скорости отверждения, мобильности и деформируемости полимерных цепей, упорядоченности структуры (степени кристаллизации полимерной матрицы) [2]. Как предполагает А.В. Гороховский, стимулируется возникновение в расплаве значительно большего числа центров кристаллизации (зародышей кристаллизации), приводящих в конечном итоге к формированию материала со значительно более высокой степенью кристаллизации, что в конечном итоге сказывается на снижении эмиссии свободного формальдегида, более высокой механической прочности композита.

Известно, что введение в состав композита всего 5 масс. % наноразмерных наполнителей позволяет в 5–15 раз снизить газопроницаемость и трещиностойкость, а также улучшить износостойкость материала по сравнению с полимерным композитом, содержащим 20–30 масс. % микроразмерного наполнителя. Введение в полимерную матрицу некоторых наноразмерных веществ придает ей негорючесть и огнезащитные свойства [3].

Нанокompозитные материалы, содержащие наночастицы металлов в полимерной матрице, обладают уникальными свойствами, о чём свидетельствует успешный синтез нанокompозитов серебра и биосовместимых полимеров [1]. Кроме того, наночастицы серебра сферической формы и данных размеров обладают наилучшими антимикробными свойствами [4].

Целью исследовательской работы стало изучение возможности использования в качестве поглотителя свободного формальдегида наноразмерного серебра, характеризующегося, в том числе, широкими антибактериальными и фунгицидными свойствами.

В качестве защитного средства при испытаниях применялся раствор наноразмерных частиц серебра марки «AgBion-2» концерна «Наноиндустрия». Состав обладает фунгицидными свойствами и не содержит хлорсодержащих и других экологически вредных компонентов, биосовместим и относится к IV классу опасности. Концентрат коллоидного раствора наноразмерных частиц серебра представляет собой подвижную жидкость темно-бурого цвета без запаха. Основным действующим началом материала являются наночастицы коллоидного металлического серебра (Ag), их средний размер – 10 нм, а содержание в продукте – 0,27 мг/мл.

Продукт содержит в качестве стабилизатора поверхностно активное вещество (ПАВ) – диоктилдисульфосукцинат натрия, представляющий собой разрешенную (согласно СанПиНу 2.3.2.1078-01) пищевую добавку E-480 в количестве 17,7 мг/мл. Присутствующее в составе продукта ПАВ является необходимым вспомогательным компонентом, стабилизирующим коллоидную дисперсию и препятствующим агрегации наночастиц. Остальную часть продукта составляет дистиллированная вода [4].

В ходе работы были сформированы (в соответствии с техническими условиями ГОСТа 10632-2014 [5]) трехслойные древесно-стружечные плиты на основе карбамидоформальдегидных смол. Они готовились с добавлением концентрата препарата «AgBion-2», рабочего 10 %-го раствора коллоидного наносеребра в связующее, а также

с предварительным смешиванием рабочего раствора со стружкой и без нанодобавки (в контрольном образце).

Эксперименты носили разведывательный характер. Опытные образцы плит формировались в лаборатории кафедры инновационных технологий и оборудования деревообработки. Режим прессования представлен в таблице.

Режим прессования плит

№	Наименование	Значение
1	Время, мин: приготовления прессмассы подпрессовки прессования	3–5 0,33–0,67 0,35–2,4
2	Давление прессования, ати	13,03
3	Показания манометра	–
4	Температура плит прессы, °С: верхняя плита нижняя плита	160 148

Испытания плит проводились в условиях сертифицированной лаборатории АО «Югра-плит», которая является крупнейшим производителем древесно-стружечных плит в Уральском федеральном округе.

Содержание свободного формальдегида в исследуемых образцах (показатель класса эмиссии) определялось в соответствии с ГОСТом 27678-2014, а основных физико-механических показателей – в соответствии с ГОСТом 10634-88 [6].

Анализ результатов экспериментов показал, что максимальное содержание свободного формальдегида наблюдается у плит без добавления наносеребра (20,58 мг/100 г), минимальное значение – у плиты с добавлением концентрата наносеребра в связующие (10,3 мг/100 г), что в 2 раза ниже и близко к регламентируемому ГОСТом 10632-2014 значению для марки плиты П-А (не более 8 мг/100 г) (рис. 1).

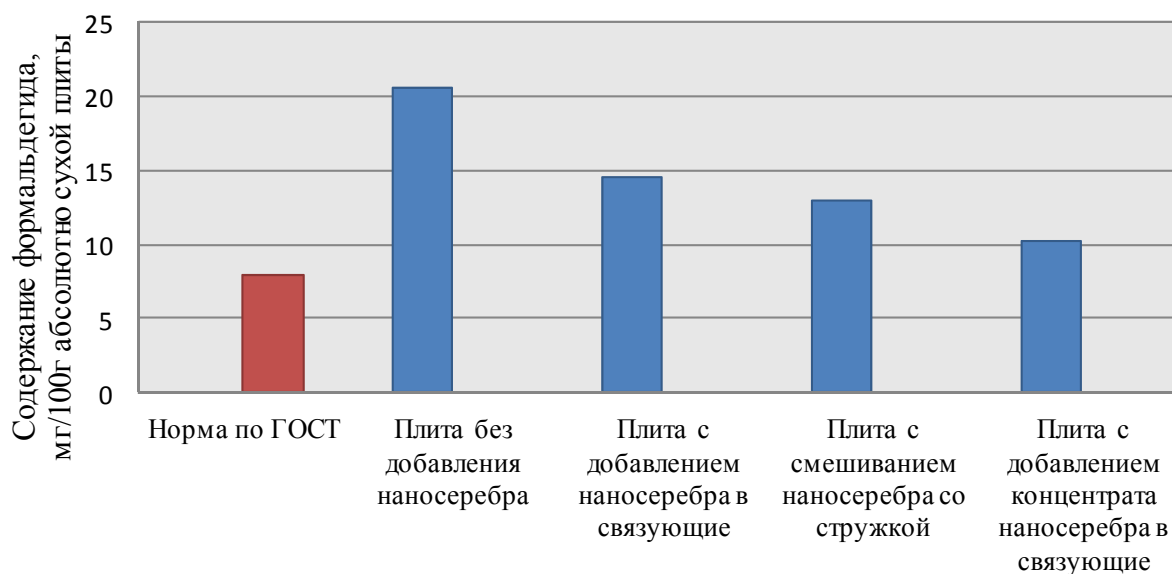


Рис. 1. Диаграмма содержания свободного формальдегида в ДСтП

Однозначно более предпочтительным является вариант предварительного смешивания концентрата наносеребра со связующим, так как в этом случае разбухание, водопоглощение и содержание свободного формальдегида существенно снижаются (рис. 1, 2, 3).

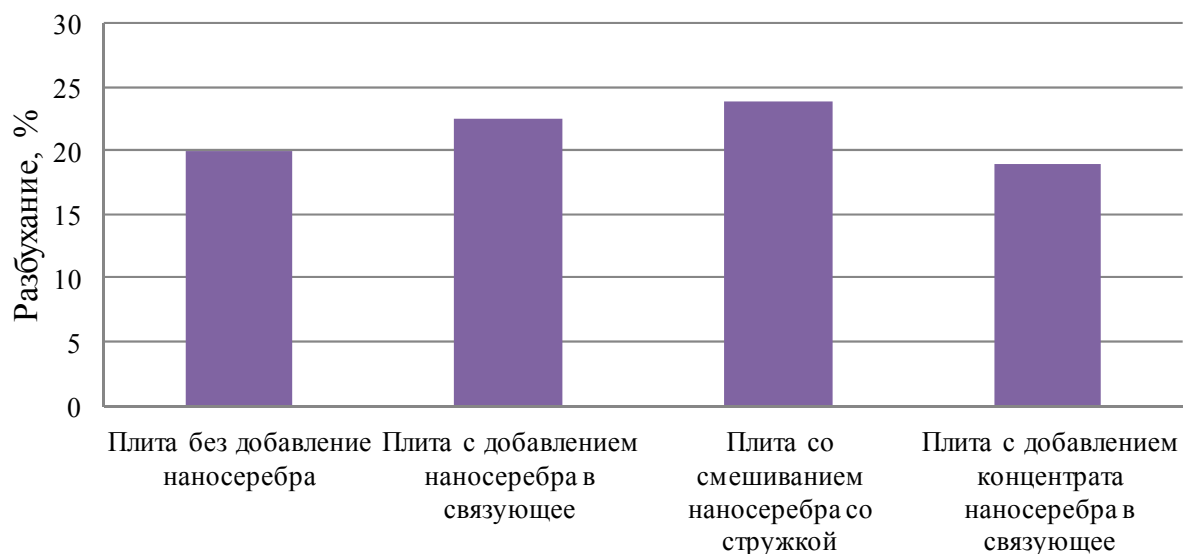


Рис. 2. Диаграмма разбухания ДСтП

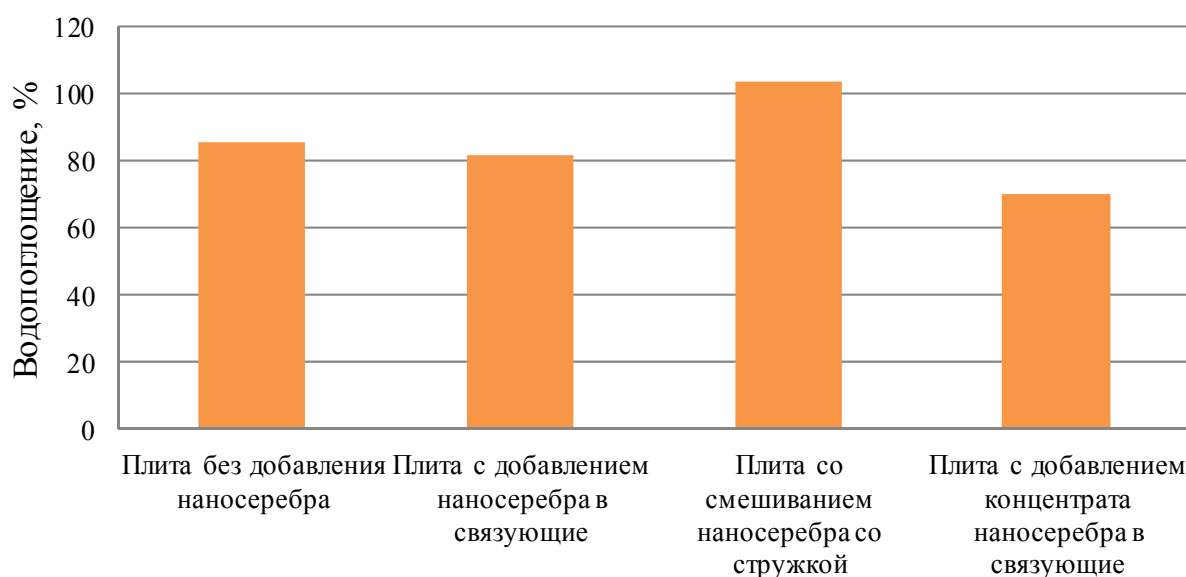


Рис. 3. Диаграмма водопоглощения ДСтП

Вопреки ожиданиям прочность плит с увеличением содержания наносеребра и снижением количества добавляемой воды в связующее снижается (рис. 4). Данное обстоятельство можно объяснить технологическими особенностями приготовления прессмассы, которые требуют дополнительного изучения.

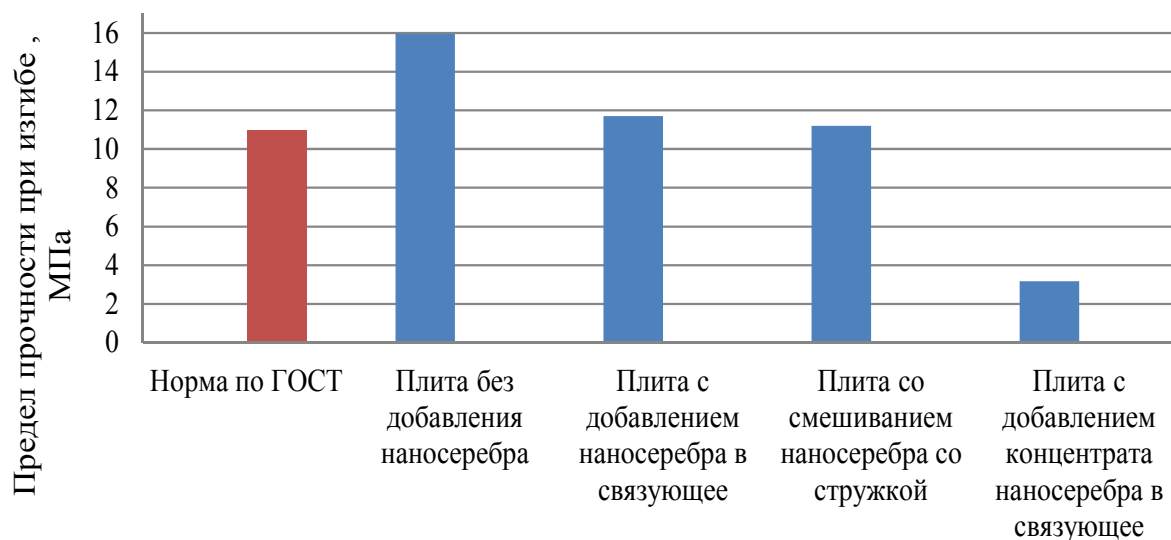


Рис. 4. Диаграмма предела прочности на статический изгиб ДСтП

В целом, можно сделать вывод, что добавление наносеребра в связующее с целью снижения токсичности плит является перспективным направлением дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Гороховский А.В. Композиционные наноматериалы. Саратов: Саратов. гос. тех. ун-т, 2008. 73 с.
2. Наука в Сибири. 2007. № 44 (2629). URL: <http://www.sbras.ru/HBC/hbc.phtml?11+439+1>.
3. Модифицирование древесно-стружечных плит наноразмерным серебром / Е.И. Стенина, Т.Ю. Чеснокова, Н.А. Оберюхтина, И.А. Ваулина // Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов: труды БГТУ. 2017. № 1 (192). С. 147–151.
4. Стенина Е.И., Чеснокова Т.Ю. Исследование возможностей применения коллоидного раствора наноразмерных частиц серебра в качестве биоцида для древесины в жестких условиях эксплуатации // Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов: труды БГТУ. 2017. № 1 (192). С. 152–155.
5. ГОСТ 10632-2014. Плиты древесно-стружечные. Технические условия. Введ. 2015–07–01. М.: Стандартинформ, 2014. 16 с.
6. ГОСТ 10634-88. Плиты древесно-стружечные. Методы определения физических свойств. Введ. 1990–01–01. М.: Изд-во стандартов, 1991. 6 с.