

УДК 674:667.621/67.08

НОВЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЦЕЛЕВОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ МОДИФИКАЦИИ ДРЕВЕСИНЫ*А.Б. Дягилева, А.И. Смирнова**Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Санкт-Петербург, Россия*

Экологичные товары и спрос на них на рынке в последние десятилетия приобретают все более широкое распространение в мире. Несмотря на повышенный интерес экологически ориентированного потребителя, который интересуется экологической политикой компаний и производимыми ими товарами, сегодня он не всегда может получить подтверждение соответствия «зеленой» продукции и «зеленых» технологий. Причем подтверждение этого соответствия [1] остается не обязательным актом и осуществляется производителями исключительно в форме добровольной сертификации, которую осуществляют аккредитованные органы только в рамках зарегистрированных в установленном порядке систем добровольной сертификации, в правилах функционирования которых предусмотрена сертификация по требованиям «зеленых» стандартов.

Основная работа по подготовке материала к сертификации лежит на плечах предприятия, осуществляющего хозяйственную деятельность, имеющую отношение к любым этапам создания «зеленой» продукции. Экологически ориентированный бизнес часто испытывает дефицит в объективной информации для применения композиций нового поколения, полученных в результате инновационных исследований, которые способны улучшить качество материала, не меняя его естественные экологически значимые параметры.

Экологичность товара в рыночной экономике является привлекательным маркетинговым ходом, однако современный потребитель уже не верит так называемым «зеленым меткам», хотя на первом этапе они позволяют сделать выбор. Сегодня повсеместно состав и способ производства определяют спрос, а наличие достоверной информации о конечном продукте – его продвижение.

Экологически чистым материалом в представлении большинства потребителей остается древесина, которая без химической обработки обладает такими свойствами, как прочность, сопротивляемость статическим и динамическим нагрузкам, податливость к механической обработке. К основным достоинствам древесины, как строительного материала, следует отнести ее малую теплопроводность (0,16–0,30 Вт/м·К), сопряженную с высокой пористостью (до 80 %) этого материала. Также необходимо обратить внимание на способность древесины поддерживать оптимальную влажность в помещении на уровне 45–57 %, что создает комфортные условия для проживания человека при использовании этого материала.

Однако главными проблемами при использовании древесины для различных целей являются ее гигроскопичность, анизотропность, высокая пожарная опасность и биodeградация. Для устранения данных недостатков принято обрабатывать поверхность материалов растительного происхождения различными защитными растворами, которые часто переводят первоначальный материал в более высокий класс опасности в виде конечного продукта, и, таким образом, снижают экологическую ценность исходного материала. В качестве химической защиты древесины принято использовать лаки, эмали, краски, пасты, которые содержат в своем составе модифицирующие добавки для придания поверхности каких-либо свойств, связующие синтетические вещества, а также водные растворы антипиренов.

Ряд свойств и механизмы действия применяемых промышленных антипиренов, состоящих из галогенсодержащих соединений, соединений фосфора, азота, ряда неорганических соединений, составы которых способны замедлять горение, систематизированы в работе [2].

В состав антипиренов, как правило, входят компоненты, негативно влияющие на здоровье людей, такие как галоген-, фосфорорганических добавки, тяжелые металлы и другие токсичные примеси. Основной причиной запрета целого класса галогенсодержащих антипиренов в странах ЕС, в том числе в Германии [3], является выделение опасных продуктов в окружающую среду при их применении. К их числу относятся реагенты, в состав которых входят производные бромированного дифенилоксида, так как материалы, обработанные композициями на их основе в процессе горения и переработки, выделяют высокотоксичные и канцерогенные бромированные диоксины и фураны.

Традиционно при производстве древесных плит, которые активно используются для производства мебели, применяются синтетические связующие на основе разных смол и клеевых составов на их основе. Хорошо известно, что синтетические связующие, как в процессе производства, так и при эксплуатации изделий на их основе, выделяют химические вредные вещества, такие как фенол, фенолформальдегид, аммиак и другие, которые негативно влияют на здоровье человека, особенно на детей. Однако современные требования безопасности к мебелиной продукции [4] полного перечня вредных веществ не приводят, что является фактом не раскрытия полной информации об опасности данной продукции. К сожалению, в научной литературе также отсутствует исчерпывающая информация [5] о кумулятивном влиянии на человека нескольких вредных химических веществ, выделяющихся при эксплуатации древесных материалов, подготовленных и обработанных синтетическими веществами. Поэтому проблема создания современных эффективных экологически безопасных связующих и средств защиты древесины до сих пор сохраняет свою актуальность.

Появление на рынке новых и вместе с тем экологически безопасных реагентов, которые могли бы заменить традиционные антипирены, закономерный процесс. Развитие золь-гель технологий позволяют получать нанокompозиты на основе слоистых силикатов, прекурсоров керамики и низкоплавких стекол. Интумесцентные (вспучивающиеся) системы или органические коксообразователи представляют определенный интерес для обеспечения пожаробезопасности древесных конструкций. Особым направлением исследований и разработки технологий по получению эко-антипиренов можно рассматривать золь-гель синтез новых композиций на основе производных из возобновляемого природного сырья (например, лигнина, полисахаров (крахмала) [6] и отходов минерального происхождения, которые относятся к 4-5 классам опасности).

Использование отходов или побочных продуктов биохимической переработки растительной биомассы в производстве защитных композиций для обработки деревянных конструкций является приоритетным направлением в «зеленых» технологиях. Во-первых, это решает задачу по снижению специфических отходов биохимических производств. Во-вторых, вещества, выделенные в результате химической обработки древесины (например, на стадии делигнификации) и введенные в композиции для получения эко-антипиренов, обеспечивают специфическое взаимодействие композиции с деревянной поверхностью. Механизм действия композиций на основе производных лигнина при температурной нагрузке на обработанную поверхность основан на поверхностном коксообразовании за счет реакций твердофазного ингибирования процессов высокотемпературной деструкции целлюлозы затрудненными полифенолами, входящими в структуру лигнина, что можно рассматривать как позитивный эффект в сохранении исходного материала.

В качестве минеральной составляющей для новых композиций можно рассматривать различные алюмокремниевые отходы, которые также подлежат учету и являются эффективным вторичным сырьем для получения новых композиций целевого назначения. Данные технологии находятся в разработке и подлежат защите в виде интеллектуальной собственности. Важным условием при разработке технологии является то, что полученная композиция не должна содержать в своем составе тяжелых металлов и примесей вредных для здоровья человека веществ как при эксплуатации, так и при утилизации полученных материалов, что в полной мере отвечает требованиям «зеленых» технологий на современном рынке. В качестве основы для получения данных продуктов используется технология золь-гель модификации лигнина [7], которая позволяет получать новые продукты целевого назначения.

В гелевой композиции регулируется оптимальное соотношение активных компонентов как минеральной части, так и органической составляющей, которая формируется в виде водной дисперсии по оригинальной технологии. Введенная органическая составляющая способствует закреплению гелевой композиции на поверхности древесины при ее модификации. Причем при такой обработке материала не теряются, а в некоторых случаях усиливаются, дополнительные эстетически привлекаемые свойства отдельных пород древесины.

Подготовка образцов древесины при исследовании производилась в соответствии с ГОСТ Р 53292–2009, испытания проводили путем термического воздействия в муфельной печи с температурными режимами 250–270 °С. Образцы подвергались воздействию определенной температуры в течение 20 минут, шаг по времени составлял 5 минут.

В качестве примера (рис. 1) представлены результаты многофакторного анализа поведения образцов модифицированной древесины лиственной породы с помощью новых гелевых композиций при повышенной температурной нагрузке в различном временном интервале.

В исследовании образцы подготавливались различными способами, в данном случае представлены результаты для образцов, подготовленных погружным способом обработки с помощью водных дисперсий гелевых композиции с различным содержанием алюминия и кремния в них. В состав водных дисперсий гелевой композиции входят: алюминий (Al) 0,035 – 0,07 мас. %, кремний (Si) 0,037 – 0,075 мас. % и лигнин (СЛ) 5 мас. %. Такая стадия обработки достаточно легко может быть совмещена с технологией подготовки материала в структуре древесно-подготовительных цехов предприятий переработки древесины.

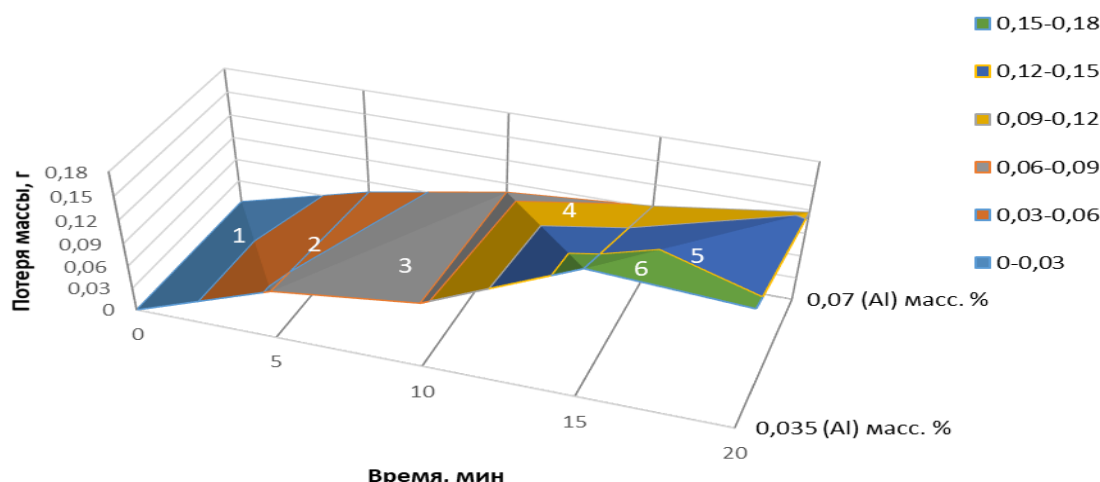


Рис. 1. Поверхность отклика потери массы от времени при тепловом воздействии (270 °C) на образцы лиственной породы древесины при подготовке их поверхности погружным способом в гелевые композиции

Образцы, обработанные водными гелевыми композициями, имеют неравномерную тенденцию к потере массы, что демонстрирует поверхность отклика в виде зон, выделенных на рисунке различным цветом, которые косвенным образом характеризуют специфическую устойчивость образцов к определенным тепловым нагрузкам во времени и от концентрации активных веществ в композиции при обработке. В интервале времени воздействия до 10 минут потеря массы образцов существенно не зависит от способа нанесения покрытия и концентрации минеральной составляющей в гелевой композиции (зоны 1–3). Эффект влияния концентрации минеральной составляющей композиции проявляется именно при более длительном воздействии, причем конфигурация зон приобретает четкую зависимость от концентрации минеральной составляющей в композиции: чем выше концентрация активных веществ в композиции, тем меньше потери массы образцов при тепловой нагрузки на них (зона 4). Это может быть связано с образованием на поверхности и в верхних слоях древесины дополнительного защитного слоя из гелевой структуры, которая за счет проникновения и закрепления минеральной гелевой составляющей препятствует быстрой деструкции композиционной структуры исходной древесины и, таким образом, способствует сохранению массы образцов, что может свидетельствовать о более высокой пожароустойчивой способности модифицированной древесины.

ЛИТЕРАТУРА

1. ПНСТ 329–2018 "Зеленые" стандарты. "Зеленая" продукция и "зеленые" технологии. Оценка соответствия по требованиям "зеленых" стандартов // Общие положения (Источник: ИИС «ТЕХЭКСПЕРТ»). М.: Стандартиформ, 2019
2. Смирнова А.И., Дягилева А.Б. Обеспечение экологической безопасности при обработке древесины новыми защитными растворами/В сборнике: Актуальные проблемы науки и техники. Инноватика. Уфа, 2020 с. 32–37.
3. Варфоломеев, С. Антипирены: российский период [Текст]/ С. Варфоломеев, С. Ломакин, П. Сахаров П. // The Chemical Journal. Январь-февраль 2010. С. 42–45.
4. TP TC 025/2012 Технический регламент таможенного союза «О безопасности мебельной продукции» [Текст] // URL: <http://docs.cntd.ru/document/902352816>
5. Кислый, В. Нормативное обеспечение экологической безопасности древесных плит [Текст] /В. Кислый // ЛесПромИнформ: электрон. науч. журнал. 2017. № 6. С. 98–102. URL: https://lesprominform.ru/media/protected/journals/pdf/1426/lesprominform_128.pdf (дата обращения 30.07.2020).
6. Смирнова, А.И. Механизм формирования органоминеральных структур на основе сульфатного лигнина и алюмосодержащих компонентов [Текст] // ИВУЗ. Лесной журнал. – 2011. – № 6. – С. 112–118.
7. Пат. на изобретение RU 2658907 C2. 26.06.2018 Заявка № 2016108476 от. 10.03.2016 Способ модификации лигнина путем золь-гель синтеза с минеральными компонентами Дягилева А.Б., Смирнова А.И., Присмакова А.Е., Дягилева Д.В.