

Научная статья
УДК 630.832

СНИЖЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЕМ МОДИФИКАЦИИ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНЫМИ СМОЛАМИ

Сергей Николаевич Егоров¹, Владимир Михайлович Меркелов²

^{1,2} Брянский государственный инженерно-технологический университет,
Брянск, Россия

¹ egorovs@tomlesdrev.ru

² vmerkelov55@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные методы снижения токсичности древесных плитных материалов модификацией карбамидоформальдегидными смолами. Приведены подходы к нейтрализации свободного формальдегида, среди которых использование химических добавок (аммиака, мочевины), наполнителей для снижения доли смолы в продукте, и инновационные методы иммобилизации формальдегида в полимерной матрице. Обсуждается значение исследований для улучшения экологических характеристик строительных материалов и предложены рекомендации для дальнейшего направления исследований и промышленного применения.

Ключевые слова: карбамидоформальдегидные смолы, токсичность древесных материалов, модификация полимеров, экологическая безопасность, формальдегидные эмиссии

Original article

REDUCING THE TOXICITY OF WOOD PANEL MATERIALS BY MODIFICATION WITH UREA-FORMALDEHYDE RESINS

Sergey N. Egorov¹, Vladimir M. Merkelov²

^{1,2} Bryansk State Technological University of Engineering, Bryansk, Russia

¹ egorovs@tomlesdrev.ru

² vmerkelov55@mail.ru

Abstract. The article discusses current methods for reducing the toxicity of wood-based panel materials by modifying them with urea-formaldehyde resins. Approaches to neutralizing free formaldehyde are presented, including the use of chemical additives (ammonia, urea), fillers to reduce the proportion of resin

in the product, and innovative methods for immobilizing formaldehyde in a polymer matrix. The implications of the research for improving the environmental performance of building materials are discussed and recommendations for future research directions and industrial applications are offered.

Keywords: urea-formaldehyde resins, toxicity of wood materials, modification of polymers, environmental safety, formaldehyde emission

Проблема токсичности материалов, используемых в строительной индустрии и в производстве предметов быта, становится все более актуальной в связи с растущими экологическими требованиями и повышением осведомленности населения о вопросах здоровья. Одним из наиболее значимых факторов, вызывающих озабоченность у специалистов и потребителей, является использование карбамидоформальдегидных смол в качестве связующих веществ при производстве древесных плитных материалов, таких как ДСтП (древесностружечные плиты) и МДФ (древесноволокнистые плиты). Высокие физико-механические характеристики, доступность и низкая стоимость делают эти материалы востребованными в мебельной промышленности, строительстве и других отраслях.

Тем не менее, карбамидоформальдегидные смолы способны выделять в окружающую среду формальдегид – вещество, признанное канцерогенным и способное вызывать широкий спектр нежелательных здоровье-сберегающих реакций у человека. Нормирование содержания и выделения формальдегида находится под строгим контролем международных и национальных стандартов, что требует постоянного совершенствования технологий производства и обработки материалов.

Карбамидоформальдегидные смолы занимают центральное место в производстве большинства типов древесных плитных материалов благодаря их способности эффективно связывать древесные частицы. Эти полимеры образуются в результате поликонденсации карбамида и формальдегида, и именно данный процесс придает материалам требуемые эксплуатационные свойства. Однако не вся используемая при синтезе смола реагирует полностью; избыток формальдегида может оставаться в свободном состоянии, а также в виде легкогидролизуемых олигомеров, что и является потенциальным источником токсичности.

В условиях нормальной эксплуатации и со временем из плит могут выделяться незначительные, но стабильные количества формальдегида. Под воздействием влажности, температуры и других факторов эксплуатации свободный формальдегид постепенно освобождается в окружающую среду. Этот процесс может усиливаться при наличии агрессивных сред, например, в условиях применения химически активных уборочных средств.

Формальдегид классифицируется как вещество, обладающее канцерогенным потенциалом для человека. Доказано, что он вызывает раздражение слизистых оболочек, кожи и верхних дыхательных путей, а при длительном воздействии может способствовать развитию бронхиальной астмы и других заболеваний. Токсичное воздействие формальдегида на окружающую среду также заслуживает внимания, так как это вещество может накапливаться в живых организмах, вызывая нарушение биологических процессов и ухудшение состояния экосистем.

В ответ на потенциальную опасность, представляемую формальдегидом, международные и национальные организации разработали ряд стандартов и нормативов для ограничения содержания этого вещества в строительных и отделочных материалах. Европейские стандарты, например, классифицируют древесные плиты по классам эмиссии формальдегида (E1, E2 и т. д.), где E1 соответствует самым строгим требованиям. Эти нормы не только регулируют допустимое содержание формальдегида, но и определяют методы его измерения и контроля [2].

Итак, разработка методов снижения содержания и эмиссии формальдегида является неотъемлемой частью современного производства древесных плитных материалов, что способствует созданию безопасной продукции для человека и окружающей среды.

Развитие науки и техники открывает новые горизонты в области снижения токсичности карбамидоформальдегидных смол, что позволяет минимизировать экологические и здоровьесберегающие риски. В данной работе акцентируется внимание на современных методах модификации связующих, применяемых в производстве древесных плитных материалов.

Одним из путей улучшения характеристик карбамидоформальдегидных смол является введение различных добавок, способствующих изменению их сетчатой структуры. Аммиак и мочевины используются для реагирования со свободным формальдегидом, образуя более стабильные соединения и таким образом, снижая его потенциальную эмиссию. Этот подход позволяет также корректировать время отверждения смолы, ее водостойкость и улучшать другие эксплуатационные качества.

Второй метод заключается в использовании разнообразных наполнителей. Цель данного метода – уменьшить долю смолы в конечном продукте, замещая ее более экологичными компонентами без ухудшения физических и механических свойств материала. Наполнители могут быть органическими или неорганическими, натуральными или синтетическими, при этом каждый тип наполнителя вносит свой вклад в итоговые свойства плиты.

Третьим направлением модификации является использование технологий, которые позволяют «заключить» формальдегид в матрицу полимера. Основой этого метода является создание такой структуры смолы, в которой молекулы формальдегида физически удерживаются внутри полимерной сетки, что значительно затрудняет их миграцию в окружающую среду. Для достижения подобного эффекта применяются

разнообразные химические модификаторы и технологические приемы, направленные на улучшение трехмерной структуры смолы [1].

Совокупность этих методов позволяет не только снизить выделение формальдегида до безопасных уровней, но и, в ряде случаев, значительно улучшить эксплуатационные характеристики плитных материалов.

Исследование методов снижения токсичности карбамидоформальдегидных смол является важным шагом на пути к улучшению экологической безопасности и снижению здоровьесберегающих рисков в производстве древесных плитных материалов. Основные направления модификации смол, такие как применение аммиака и мочевины для нейтрализации свободного формальдегида, использование разнообразных наполнителей для уменьшения доли смолы и технологии «заключения» формальдегида в полимерную матрицу, показали свою эффективность в снижении эмиссии токсичных веществ.

На основании проведенного анализа можно сформулировать следующие выводы и рекомендации для промышленности и научного сообщества:

- продолжить исследования по поиску новых экологически безопасных добавок и модификаторов, которые могут эффективно взаимодействовать с карбамидоформальдегидными смолами;
- оптимизировать процессы введения наполнителей в состав древесных плит с целью максимального снижения содержания смолы при сохранении необходимых эксплуатационных характеристик;
- развивать и внедрять на практике технологии, которые ограничивают миграцию формальдегида из полимерной матрицы, тем самым обеспечивая длительный срок службы материалов без ущерба для окружающей среды и здоровья человека.

Реализация данных рекомендаций будет способствовать повышению качества жизни населения и сохранению окружающей природной среды для будущих поколений.

Список источников

1. Снижение токсичности древесных клееных материалов на основе модифицированных лигносульфонатами карбамидоформальдегидных смол / Г. С. Варанкина, Д. С. Русаков, А. В. Иванова, А. М. Иванов // Системы. Методы. Технологии. 2016. № 3 (31). С. 154–160. DOI 10.18324/2077-5415-2016-3-154-160

2. Хмызов И. А., Герман Н. А. Теоретические основы производства древесных плитных материалов : учебно-методическое пособие для студентов вузов по специальности 1-48 01 05 «Химическая технология переработки древесины» специализации 1-48 01 05 02 «Технология древесных плит и пластиков». Минск : Белорусский государственный технологический университет, 2022. 105 с.