

УДК 614.849

КОМБИНИРОВАННЫЕ ОГНЕЗАЩИТНЫЕ СОСТАВЫ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Аксенов С.Г.

*д-р э.н., профессор,
ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий,
РФ, г. Уфа*

Машикова Д.О.

*студент,
ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий,
РФ, г. Уфа*

Аннотация

В статье представлен обзор современных высокоэффективных огнезащитных средств комбинированного действия для обработки древесины. Рассмотрены основные механизмы, лежащие в основе их функционирования: химическая модификация структуры целлюлозы, образование теплоизоляционного слоя, поглощение тепла и подавление цепных радикальных реакций. Также внимание уделено особенностям составов комбинированного действия, обеспечивающих многослойную защиту древесины с одновременным сохранением её эксплуатационных и эстетических свойств. Описаны ключевые направления развития огнезащитных технологий, включая использование наноматериалов, биооснованных составов и интеллектуальных покрытий.

Ключевые слова: огнезащитные средства, древесина, комбинированное действие, пожарная безопасность, антипирены.

COMBINED FIRE-RESISTANT COMPOSITIONS FOR WOOD: MODERN TECHNOLOGIES AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Aksenov S.G.

Dr. of Economics, Professor,

*Ufa University of Science and Technology,
Russian Federation, Ufa*

Mashkova D.O.

Student,

*Ufa University of Science and Technology,
Russian Federation, Ufa*

Abstract

The article provides an overview of modern highly effective combined flame retardants for wood processing. The main mechanisms underlying their functioning are considered: chemical modification of the cellulose structure, formation of a thermal insulation layer, heat absorption and suppression of radical chain reactions. Attention is also paid to the features of combined action formulations that provide multi-layer protection of wood while preserving its operational and aesthetic properties. The key directions of the development of flame retardant technologies, including the use of nanomaterials, bio-based formulations and intelligent coatings, are described.

Keywords: flame retardants, wood, combined action, fire safety, flame retardants.

Древесина, несмотря на свои экологические и эстетические преимущества, является одним из наиболее пожароопасных строительных материалов. Ее органическая природа делает ее подверженной горению, что ограничивает область применения в современном строительстве, особенно в условиях повышенных требований к пожарной безопасности. Для преодоления этого недостатка широко применяются огнезащитные составы, которые модифицируют свойства древесины, снижая ее горючесть, уменьшая скорость распространения пламени, уровень дымо- и токсикообразования. В последние годы все большее внимание уделяется разработке и применению высокоэффективных огнезащитных средств комбинированного действия, способных одновременно выполнять несколько функций: защищать материал от возгорания, сохранять его структуру и внешний вид, а также обеспечивать дополнительные эксплуатационные свойства.

Огнезащитные средства для древесины представляют собой химические составы, предназначенные для изменения физико-химических свойств материала с целью повышения его огнестойкости. Они могут быть разделены на два основных типа: пленкообразующие (интумесцентные) и пропитывающие (глубокого действия). Первые образуют на поверхности древесины защитный слой, который при нагревании вспучивается и создает теплоизоляционный барьер, второй тип проникает внутрь материала и изменяет его термическое поведение на молекулярном уровне.

В рамках современных требований к противопожарной защите предпочтение отдается средствам комбинированного действия, сочетающим в себе свойства обоих указанных типов. Такие составы обеспечивают как поверхностную, так и объемную защиту древесины, повышают эффективность огнезащиты и позволяют достичь более длительного защитного эффекта по сравнению с традиционными препаратами [1].

Эффективность комбинированных огнезащитных средств основана на нескольких взаимосвязанных механизмах воздействия на древесину при нагревании:

1. Химическая модификация структуры целлюлозы — некоторые компоненты составов вступают в реакцию с полимерами древесины, увеличивая температуру начала термического разложения и снижая выход летучих горючих веществ.

2. Образование теплоизоляционного слоя — при воздействии высокой температуры составы формируют плотный коксовый или интумесцентный слой, который препятствует проникновению тепла и кислорода к материалу.

3. Поглощение тепла и замедление процесса горения — использование соединений, способных к эндотермическому разложению, позволяет снизить температурный градиент и замедлить развитие огня.

4. Подавление цепных радикальных реакций — введение в состав определённых антипиренов обеспечивает химическую интервенцию в процесс горения, снижая активность свободных радикалов и замедляя распространение пламени [3,4].

Комбинация этих механизмов позволяет добиться комплексного эффекта, при котором древесина становится менее склонной к самовозгоранию, снижается интенсивность горения, замедляется выделение

токсичных продуктов термического разложения и увеличивается время до потери конструктивной устойчивости [2].

Современные огнезащитные средства комбинированного действия характеризуются многофункциональностью, которая выражается в следующем:

- многослойная защита — сочетание поверхностного покрытия и глубокой пропитки обеспечивает двойной барьер против тепла и огня;
- устойчивость к внешним воздействиям — такие составы должны обладать стойкостью к влаге, перепадам температур, ультрафиолетовому излучению, чтобы сохранять свои свойства на протяжении всего срока службы;
- совместимость с отделочными материалами — огнезащитные составы не должны препятствовать дальнейшей обработке древесины лаками, красками и другими покрытиями;
- экологическая безопасность — современные требования предполагают минимальное содержание токсичных компонентов и отсутствие негативного влияния на здоровье человека и окружающую среду;
- регулирование времени защиты — разработка составов, обеспечивающих заданное время огнестойкости (например, 30, 60, 90 минут), позволяет использовать их в зависимости от класса пожарной опасности объекта [1,6].

Именно благодаря этим характеристикам комбинированные огнезащитные средства находят всё более широкое применение в различных областях строительства, включая возведение деревянных домов, устройство каркасных конструкций, изготовление мебели и элементов интерьера.

Научные исследования в области огнезащиты древесины направлены на постоянное совершенствование существующих составов и разработку новых решений, отвечающих требованиям современного строительства и экологическим стандартам. Среди актуальных направлений можно выделить:

- использование нанотехнологий — внедрение наноразмерных добавок (например, наноглин, оксидов металлов) позволяет повысить эффективность огнезащиты за счет улучшения распределения антипиренов и усиления теплоизоляционных свойств;

- биооснованные огнезащитные составы — разработка составов на основе натуральных соединений (крахмал, лигнин, целлюлоза) с модифицированными термическими свойствами;
- интеграция с интеллектуальными системами — создание «умных» покрытий, способных реагировать на изменение температуры и в автоматическом режиме усиливать защитные свойства;
- создание многократно восстанавливаемых составов — разработка огнезащитных средств, которые могут частично восстанавливать свои свойства после термического воздействия, что продлевает срок их службы [5].

Данные направления открывают новые возможности для повышения уровня пожарной безопасности древесины и позволяют говорить о переходе от традиционных методов защиты к более инновационным и эффективным решениям.

Таким образом, применение высокоэффективных огнезащитных средств комбинированного действия для обработки древесины представляет собой важный шаг в повышении уровня пожарной безопасности в строительстве. Благодаря сочетанию нескольких механизмов действия такие составы обеспечивают надежную защиту материала, снижают риск возгорания и увеличивают время эвакуации людей в случае пожара. Современные технологии позволяют разрабатывать составы, сочетающие в себе высокую огнестойкость, долговечность, совместимость с отделочными материалами и экологическую безопасность. Это делает их перспективным направлением развития противопожарных технологий, особенно в условиях роста интереса к деревянному домостроению и использованию натуральных материалов в архитектуре. Дальнейшие научные исследования и практическое внедрение таких составов будут способствовать формированию более безопасной и устойчивой строительной среды.

Библиографический список

1. Аксенов С.Г., Семёнов С.И. Анализ пожарной безопасности на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности: стратегии, вызовы и инновации // Экономика строительства. 2023. № 11. С. 214-217.

2. Аксенов С.Г., Гиззатуллин Ф.Ф. Моделирование пожарной опасности при эксплуатации резервуаров с нефтепродуктом // Экономика строительства. 2023. № 6. С. 48-51.

3. Корольчеико А.Я., Петрова Е.А. Современные средства огнезащиты древесины // Российский химический журнал. 2003. №4. С. 49-54.

4. Панев Н. М., Никифоров А. Л., Сиплатов Е. А. Быстротвердеющая пена как перспективный способ огнезащиты древесины // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции, посвященной 90-й годовщине образования гражданской обороны. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. С. 140-143.

5. Самсонов М. А., Панев Н. М., Никифоров А. Л. Повышение стойкости сосновой древесины к воспламенению путём применения неорганических солей // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. С. 291-296.

6. Сиплатов Е.А., Никифоров А.Л., Панев Н.М., Мусатов В.А. Разработка нового подхода к обеспечению защиты строительных конструкций из древесины и материалов на ее основе от воздействия высоких температур и открытого пламени // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. №1 (46). С. 136-144.

Оригинальность 77%