УДК 614.849

СОЗДАНИЕ ОГНЕБИОВЛАГОЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМИЧЕСКОГО И МИКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Аксенов С.Г.,

доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Пожарная безопасность»

ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий,

РФ, г. Уфа

Куклина С.А.

студент,

ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий,

РФ, г.Уфа

Аннотация.

В статье рассматриваются современные подходы к разработке комплексных огнебиовлагозащитных составов (ОБВЗ), предназначенных для одновременной защиты строительных материалов от воздействия огня, влаги и биологических факторов. Особое внимание уделено роли термических и микологических методов анализа в оценке эффективности защитных свойств таких составов. Приведены основные группы функциональных компонентов ОБВЗ-составов — антипирены, биоциды, гидрофобизаторы и модификаторы — и рассмотрены их взаимодействие с различными материалами. Представлены методы термического анализа и микологического тестирования, применяемые для исследования огнестойкости, устойчивости к биоповреждениям и долговечности составов.

Ключевые слова: огнезащита, биозащита, влагозащита, антипирен, биоцид, термический анализ, микологический анализ, строительные материалы.

CREATION OF FIRE-BIO-MOISTURE PROTECTIVE COMPOSITIONS BASED ON THERMAL AND MYCOLOGICAL ANALYSIS

Aksyonov S.G.,

Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of "Fire Safety"

Ufa University of Science and Technology,

Russian Federation, Ufa

Kuklina S.A.

Student,

Ufa University of Science and Technology,

Russian Federation, Ufa

Abstract.

The article discusses modern approaches to the development of complex fire-bio-moisture protective compositions (FBMP) designed to simultaneously protect building materials from fire, moisture and biological factors. Particular attention is paid to the role of thermal and mycological methods of analysis in assessing the effectiveness of the protective properties of such compositions. The main groups of functional components of fire-retardant compositions — fire retardants, biocides, water repellents and modifiers — are presented, and their interaction with various materials is considered. Thermal analysis and mycological testing methods used to study fire resistance, resistance to biodamage and durability of compositions are presented.

Key words: fire protection, bioprotection, moisture protection, fire retardant, biocide, thermal analysis, mycological analysis, building materials.

Современные строительные материалы, древесина и текстильные изделия подвержены воздействию множества негативных факторов окружающей среды. Среди них особое место занимают огонь, влага и биологические агенты — плесневые и дереворазрушающие грибы, насекомые-древоточцы, бактерии. Для обеспечения долговечности и безопасности конструкций всё чаще применяются комплексные огнебиовлагозащитные составы (ОБВЗ), способные одновременно снижать горючесть материалов, предотвращать разрушение под действием воды и ингибировать развитие микроорганизмов. Разработка таких составов представляет собой сложную научно-техническую задачу, требующую применения междисциплинарного подхода и современных методов анализа. Особое значение приобретают термические и микологические методы исследования, позволяющие объективно оценить эффективность защитных свойств ОБВЗ-составов на разных этапах их разработки и эксплуатации.

Комплексная защита строительных материалов предполагает выполнение трёх ключевых функций: огнезащиту, биозащиту и влагозащиту. Огнезащита направлена на снижение горючести материала, замедление процесса возгорания и уменьшение дымообразования. Биозащита обеспечивает предотвращение роста плесневых и дереворазрушающих грибов, а также других микроорганизмов. Влагозащита, в свою очередь, снижает водопоглощение материала, предотвращает его деформацию и

набухание при контакте с водой. Эти три функции тесно взаимосвязаны: высокая влажность способствует развитию микроорганизмов, что ускоряет биодеструкцию, а наличие органических загрязнений может повышать горючесть материалов. Таким образом, для создания эффективного состава необходимо учитывать все эти факторы и обеспечивать синергетическое действие компонентов.

Комплексные огнебиовлагозащитные составы могут включать следующие группы компонентов: антипирены, биоциды, гидрофобизаторы, поверхностно-активные вещества (ПАВ) и модификаторы. Антипирены — это вещества, снижающие горючесть: фосфор-, азот- и хлорсодержащие соединения, гидроксиды алюминия и магния. Они работают по разным механизмам: поглощают тепло при разложении, образуют защитный угольный слой или выделяют инертные газы, которые разбавляют кислород. Биоциды представляют собой противогрибковые и антисептические добавки: четвертичные аммониевые соединения, органомедьсодержащие комплексы, изотиазолиноны. Их выбор зависит от типа целевой микрофлоры и условий эксплуатации материала. Гидрофобизаторы — вещества, снижающие водопоглощение: силаны, силоксаны, акриловые полимеры. Они обеспечивают защиту от намокания, предотвращают капиллярное проникновение воды и формируют водоотталкивающий эффект. ПАВ улучшают смачивание и проникновение состава в структуру материала, особенно важное при обработке пористых оснований, таких как древесина и бетон. Наполнители и модификаторы служат для регулирования вязкости, адгезии и долговечности покрытия.

Эффективность каждого компонента зависит от его концентрации, степени совместимости с другими веществами и характера взаимодействия с основой защищаемого материала. Например, в случае древесины важно обеспечить глубокое проникновение активных веществ внутрь капиллярной структуры, сохраняя при этом естественную текстуру и прочность. При работе с бетоном или кирпичом решающее значение имеет устойчивость состава к щелочной среде и механическому истиранию. Кроме того, необходимо учитывать экологическую безопасность компонентов, особенно при использовании составов внутри жилых и общественных зданий.

Термический анализ играет ключевую роль в оценке огнезащитных свойств материалов. Наиболее распространёнными методами являются дифференциальный термический анализ (ДТА), термогравиметрический анализ (TGA) и дифференциальная сканирующая калориметрия (DSC). Эти методы позволяют изучать процессы термического разложения, выявлять температурные пороги начала реакций, оценивать образование защитного угольного слоя и теплоту сгорания. Например, TGA позволяет определить остаточную массу материала после нагревания до высоких температур, что

является важным параметром при оценке огнестойкости. Метод конус-калориметра, в свою очередь, используется для моделирования реальных условий пожара и измерения скорости тепловыделения, количества дыма и времени воспламенения. Это особенно важно при сертификации огнезащитных составов по международным стандартам.

Микробиологическая стойкость материалов напрямую влияет на срок их службы, особенно в условиях повышенной влажности и температуры. Микологический анализ направлен на выявление устойчивости материала к колонизации микроорганизмами и проводится следующими методами: лабораторное тестирование на питательных средах, испытания в климатических камерах и микроскопия с последующей ПЦР-идентификацией видов. В лабораторных условиях образцы материала, обработанные защитным составом, помещаются в чашки Петри с культурами модельных штаммов, таких как Aspergillus niger и Penicillium funiculosum. После инкубации оценивается степень поражения образцов и сравнивается с контрольными вариантами. Испытания в климатических камерах имитируют условия повышенной влажности и температуры для ускоренного роста микроорганизмов, что позволяет оценить долговременную устойчивость состава. Современные методы микроскопии и молекулярной биологии дают возможность не только визуализировать рост плесени, но и точно идентифицировать виды микроорганизмов, вызывающих повреждение.

Важным этапом при разработке биозащитных составов является также оценка токсичности используемых биоцидов. Она проводится с учётом экологической безопасности и соответствия европейским и российским нормам, таким как REACH и ГОСТ. Учитывается не только прямое воздействие на человека и животных, но и влияние на почву, воду и воздух при производстве, применении и утилизации составов.

Для создания действительно эффективного ОБВЗ-состава необходимо использовать комбинированный подход, где результаты термического и микологического анализа дополняют друг друга. Например, при разработке нового состава можно сначала оценить его огнезащитные свойства с помощью TGA и конус-калориметра. Затем провести микологические испытания для проверки биоустойчивости. После этого — исследовать долговечность состава при циклическом воздействии влажности и температуры. И, наконец, провести сравнительный анализ всех данных и скорректировать формулу состава. Применение программного обеспечения и математического моделирования позволяет прогнозировать поведение состава в различных условиях, уменьшая число экспериментальных циклов и сокращая сроки разработки.

На практике уже разработаны и внедрены составы, сочетающие все три защитные функции. Например, один из эффективных составов основан на

аммонийфосфате, борной кислоте и органомедьсодержащем биоциде, который применяется для защиты древесины. Эффективность такого состава была подтверждена в лабораторных и натурных условиях. Другой пример — силиконсодержащий состав с добавками полиэтиленгликоля и азолов, используемый для защиты бетона и кирпича. Он обладает отличной водоотталкивающей способностью и устойчивостью к развитию плесени. Также существует композитный состав на основе акрилатных полимеров с введением антипиренов и наночастиц оксида цинка, который применяется для защиты текстильных материалов. Во всех этих случаях были проведены комплексные испытания с использованием термических и микологических методов, что позволило подтвердить соответствие продукции требованиям стандартов безопасности и качества.

Перспективным направлением развития является создание «умных» защитных составов, реагирующих на изменение внешней среды. Такие составы могут увеличивать степень огнезащиты при повышении температуры или усиливать биоцидное действие во влажной среде. Также возрастает интерес к экологически безопасным составам на основе природных компонентов, что открывает новые возможности для научных исследований и практического применения. Разработка таких систем требует не только глубокого понимания химических и физических процессов, но и использования современных аналитических технологий, позволяющих точно оценивать эффективность и безопасность новых продуктов.

Таким образом, разработка комплексных огнебиовлагозащитных составов требует системного подхода, основанного на знании химии, материаловедения, микробиологии и теплофизики. Термические и микологические методы анализа играют ключевую роль в оценке эффективности новых составов, позволяя прогнозировать их поведение в реальных условиях эксплуатации. Комплексное использование этих методов позволяет создавать многофункциональные защитные составы, отвечающие современным требованиям безопасности, долговечности и экологичности.

Библиографический список

1. Аксенов С.Г., Курочкина А.С., Губайдуллина И.Н. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами на промышленных предприятиях // Грузовик. – 2022, №9. - С. 41-43.

2. Аксенов С.Г., Гайзетдинова А.М. Анализ и оценка обеспечения пожарной безопасности на предприятиях пищевой промышленности на примере предприятий по изготовлению сиропа // Экономика строительства. - 2023, № 6. - С. 30-33.

3. Гапеев А.А., Чуйков А.М. Разработка комплексного огневлагозащитного состава для древесины // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. - 2016, № 3. - С. 33-34.

4. Леонович, О. К. Исследование антипири-рования древесины растворами на основе хлористого магния (бишофита) // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. - 2007. - Вып. XV. - С. 205-208.

5. Покровская Е.Н., Ковальчук Ю.Л. Химико-микологический метод исследования древесины // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. - 2017, № 1(33). - С. 86-92.

Оригинальность 77%