

*М. С. Цыганков<sup>1\*</sup>, П. В. Дурновцева<sup>2</sup>, А. А. Чернов<sup>3,4</sup>*

## **Анализ тенденций развития термического анализа, применяемого для идентификации огнезащитной обработки**

<sup>1</sup> ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ по Новосибирской области, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

<sup>2</sup> Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

<sup>3</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

<sup>4</sup> Институт химической кинетики и горения СО РАН, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

\* e-mail: 33mixan33@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается современное состояние методов идентификации огнезащитной обработки, анализируются тенденции развития термического анализа как основного метода идентификации, предложены пути развития и оптимизации методов термического анализа, применяемых для идентификации огнезащитной обработки.

**Ключевые слова:** огнезащитная обработка, идентификация, термический анализ

*M. S. Tsygankov<sup>1\*</sup>, P. V. Durnovtseva<sup>2</sup>, A. A. Chernov<sup>3,4</sup>*

## **Analysis of trends in the development of thermal analysis used to identify flame retardant treatment**

<sup>1</sup>FSBI SEU FPS IPL in the Novosibirsk region, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup>Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>3</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>4</sup>Institute of Chemical Kinetics and flame SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation

**Abstract.** The article examines the current state of methods for identifying flame retardant treatment, analyzes the trends in the development of thermal analysis as the main identification method, and suggests ways to develop and optimize thermal analysis methods used to identify flame retardant treatment.

**Keywords:** flame retardant treatment, identification, thermal analysis

### ***Введение***

Неотъемлемой частью техносферной безопасности является пожарная безопасность. В раздел пожарной безопасности входят различные системы предупреждения и предотвращения пожара. Одной из таких систем является огнезащитная обработка.

Огнезащитная обработка относится к важнейшим элементам строительства зданий и сооружений различного назначения и играет важную роль в обеспечении пожарной безопасности.

В качестве объекта исследования была рассмотрена металлическая конструкция с нанесенной на ее поверхность огнезащитной пленкой. Металлическая или чугунная основа постройки с точки зрения противопожарной безопасности является самым уязвимым элементом, однако избежать ее использования в строительстве невозможно, так как металл отличается высокой несущей способностью, прочностью и надежностью [1].

Предел устойчивости металла к нагреванию при пожаре составляет менее 15 минут, в то время как строительные нормы требуют обеспечить более 1,5-2 часов, поэтому и проводится огнезащитная обработка металлических конструкций, что помогает повысить прочность и устойчивость здания в целом [2].

Оценка качества материалов, включая средства огнезащиты, требует их идентификации. Идентификация – это процесс определения тождественности объекта известному эталону. Цель идентификации заключается в установлении соответствия основным характеристикам объекта [3]. Контроль качества огнезащитных составов является важной частью процесса сертификации и проведения огнезащитных работ на промышленных объектах.

Одним из наиболее эффективных и часто используемых методов идентификации является термический анализ. Термический анализ позволяет определить эффективность огнезащитных покрытий, покрывающих материалы, и выявить изменения их свойств под воздействием высоких температур.

#### ***Анализ нормативных документов по идентификации методами термического анализа***

В связи с высоким процентом фальсифицированной продукции на рынке средств огнезащиты перед проведением испытаний средств огнезащиты на их огнезащитную эффективность обязательно должна быть выполнена идентификация средства огнезащиты с использованием метода термического анализа в соответствии с ГОСТ Р 53293-2009 «Пожарная опасность веществ и материалов. Материалы, вещества и средства огнезащиты. Идентификация методами термического анализа».

Данный стандарт является нормативным документом, который регулирует вопросы пожарной безопасности в области стандартизации. Он распространяется на вещества и материалы, используемые в строительстве, энергетике и текстильной промышленности, а также на средства огнезащиты.

Стандарт определяет порядок и методы проведения термического анализа и аналитической идентификации веществ и материалов, а также средств огнезащиты с целью проверки их соответствия определенным требованиям. Также он предназначен для использования при проведении испытаний веществ и материалов на пожарную опасность, определении огнезащитных свойств составов и пропиток, контроле качества продукции, производимой различными организациями и физическими лицами, а также для проверки продукции, произведенной за рубежом и ввезенной в Российскую Федерацию. Кроме того, стандарт может быть использован при экспертизе пожаров и других видов экспертной оценки.

Согласно документу [3], идентификация огнезащитной обработки проводится различными способами, в зависимости от конкретной ситуации и требований.

При подготовке к испытаниям и их проведению, образцы для опытов отбираются согласно соответствующим стандартам или техническим условиям. Перед испытаниями проводят калибровку прибора на стандартных образцах, прилагаемых к данному типу приборов в соответствии со стандартами. Также важно отметить, что испытания проводятся в специально созданных условиях.

После термического анализа исследуемых образцов проводится обработка результатов испытания с помощью графических зависимостей и определенных математических функций. Результаты обработки заносят в протокол испытаний, в котором указывают дату и время испытаний, приводят информацию о материале, заказчике (производителе) и другие сведения.

При установлении идентичности образцов результаты испытаний сравниваются с аналогичными результатами, полученными для идентификатора по определенной математической схеме. Сравнимые образцы материалов считаются идентичными по результатам термического анализа на основании следующих заключений: совпадает количество основных (значимых) ДТГ-максимумов; значимые характеристики ТА удовлетворяют установленным неравенствам, где экспериментальное значение должно получиться меньше теоретического. Вышеописанный документ регламентирует действия по идентификации огнезащитной обработки с 2009 г., и на протяжении более чем десяти лет существенных изменений в данной области не наблюдалось.

В последние годы заметен значительный прогресс в области разработки и совершенствования методов термического анализа, что позволяет более точно и эффективно определять эффективность огнезащитной обработки материалов. С 1 мая 2024 года вступил в силу новый стандарт ПНСТ 915-2024 «Пожарная опасность веществ и материалов. Средства огнезащиты. Идентификация методом термического анализа (термогравиметрии) с использованием методов математической статистики». Данный документ регулирует вопросы пожарной безопасности в области стандартизации, однако есть некоторые отличия от ГОСТ Р 53293-2009.

При обработке результатов испытаний и установлении идентичности образцов расширился ряд действий, математические расчеты представлены в более подробной форме. Полученные значения представляют в подробных таблицах и графических зависимостях, что делает работу более наглядной. Углубленно рассмотрено влияние условий эксперимента на результаты идентификации, например, изменение массы может быть представлено в выбранном температурном интервале с различным шагом по температуре, но необходимо, чтобы такая возможность присутствовала в программе обработки данных используемого прибора. Показано, как следует выбирать шаг по температуре, позволяющий создать репрезентативную выборку при оптимальном числе точек. Определено, что проведение испытаний с высокими скоростями нагревания (15-20 °С/мин) существенно сокращает время эксперимента. Однако при высоких скоростях нагрева

существует вероятность изменения механизма термодеструкции, что может привести к некорректной идентификации [4].

### *Заключение*

Рассмотрев достижения науки и практики в области огнезащиты, а также объективно оценив темпы развития методов идентификации, можно отметить, что за продолжительное время не было разработано или кардинально изменено методов для идентификации огнезащитной обработки. В большинстве случаев для идентификации используется метод [3].

Метод термического анализа хоть и является самодостаточным, но все же требует оптимизации и совершенства. Так, в [4] разработаны и улучшены методы математической статистики, которые позволят более точно проводить идентификацию методами термического анализа. Углубленно рассмотрено влияние условий эксперимента на результаты идентификации, а также показано, как следует выбирать шаг по температуре, позволяющий создать репрезентативную выборку при оптимальном числе точек.

Учитывая вышеизложенное, можно заключить, что наблюдается тенденция к развитию термического анализа путем совершенствования методов математической статистики. Для более качественного и менее ресурсозатратного проведения такого анализа, а также для значительного скачка в развитии обработки математических данных предлагается применить искусственный интеллект, который внедряется повсеместно и способен дать существенный толчок в развитии данной области.

Такое решение выведет термический анализ на новый уровень и позволит быть уверенными в надежной защите объектов.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Кожевин Д. Ф. Определение пределов огнестойкости чугунных конструкций при обеспечении пожарной безопасности объектов защиты / Д. Ф. Кожевин, Н. В. Нуров // Пожарная безопасность объектов капитального строительства. Нормативы, проектирование, устройство и эксплуатация : материалы Всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 21 апреля 2022 года. – СПб: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2022. – С. 31-35.

2. Пронин Д.Г. Огнестойкость стальных несущих конструкций». – М.: Аксиом Графикс Юнион, 2015. – 52 с.

3. ГОСТ Р 53293-2009 Пожарная опасность веществ и материалов. Материалы, вещества и средства огнезащиты. Идентификация методами термического анализа. – М.: Стандартинформ, 2011. – 23 с.

4. Предварительный национальный стандарт ПНСТ 915-2024 «Пожарная опасность веществ и материалов. Средства огнезащиты. Идентификация методом термического анализа (термогравиметрии) с использованием методов математической статистики» (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 марта 2024 г. № 17-пнст).

© М. С. Цыганков, П. В. Дурновцева, А. А. Чернов, 2024