

ТРЕТЬЯ ПРЕМИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ И ОЧАГА ПОЖАРА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ИНТУМЕСЦЕНТНОГО ТИПА МЕТОДАМИ ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Пискашева А. С., Беззапонная О. В

Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России
г. Екатеринбург, Россия

piskasheva.alina@gmail.com bezzaponnay@mail.ru

Аннотация. В данной статье описывается методология определения температуры воздействия и очага пожара при исследовании огнезащитных покрытий интумесцентного типа методами термического анализа. В качестве примера применения методики диагностики температуры воздействия пожара на огнезащитные покрытия был исследован огнезащитный состав на акриловой основе с использованием методов термического анализа (Netzsch STA 449 F5 Jupiter).

Ключевые слова: термический анализ, огнезащитные покрытия интумесцентного типа, очаг пожара, термоокислительная деструкция.

DETERMINATION OF THE TEMPERATURE OF THE EXPOSURE AND FIRE HAZARD IN THE STUDY OF FIRE-PROTECTIVE COATINGS OF THE INTUMESCENT TYPETHERMAL ANALYSIS METHODS

Piskasheva A.S., Bezzapannaya O.V.

Ural Institute of State Fire Service EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russia
piskasheva.alina@gmail.com bezzaponnay@mail.ru

Abstract. This article describes the methodology for determining the temperature of exposure and fire in the study of intumescent type fire retardant coatings by thermal analysis methods. As an example of the application of the method for diagnosing the temperature of fire exposure to fire retardant coatings, an

acrylic-based flame retardant was studied using thermal analysis methods (Netzsch STA 449 F5 Jupiter).

Key words: thermal analysis, fireproof coatings of intumescent type, fire, thermal-oxidative destruction.

Тепловое воздействие на различные материалы и конструкции в ходе пожара приводит к образованию на них следов термических поражений, которые являются индивидуальными для каждого из них. Для дальнейшего определения очага пожара, либо исследования различных веществ и материалов на объекте, а также их обгоревших остатков используют методы термического анализа [1-2]. Они в свою очередь являются одними из самых информативных и высокоточных методов, в связи с чем, их часто используют в судебно-экспертных исследованиях.

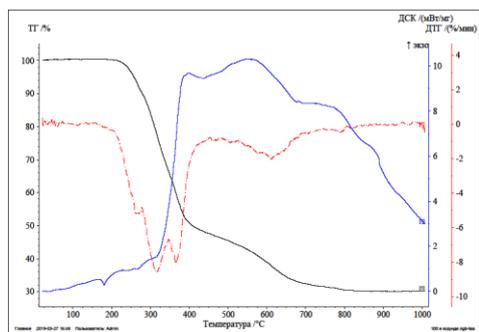
Главной задачей при проведении пожарно-технической экспертизы является определение температуры воздействия, очага пожара и причины возгорания. Большое значение при проведении диагностики воздействия пожара на огнезащитные покрытия имеет знание закономерностей термоокислительной деструкции огнезащитных составов (ОЗС) при воздействии высоких температур. На сегодняшний день имеется очень незначительный объём экспериментальных данных по термоокислительной деструкции ОЗП различной химической природы, особенно интумесцентного (вспучивающегося) типа, которые обладают высокими огнезащитными свойствами, долговечностью, относительной «экологичностью» и др.

Для разработки методики определения температуры воздействия на ОЗП интумесцентного типа необходимо разработать критерии, объективно отражающие степень термоокислительной деструкции материала, при воздействии высоких температур пожара. Для диагностики температуры воздействия и определения очага возгорания необходимо создание базы данных термоаналитических характеристик огнезащитных покрытий (ОЗП) различной химической природы после воздействия высоких температур, что в свою очередь, подразумевает проведение большого количества исследований.

Для получения термограмм исходного и деструктированных при разных температурах ОЗС, образцы ОЗС предварительно подвергались термическому воздействию при заданных температурах (100 °С, 200 °С, 300 °С, 400 °С и т.д.) в течение 30 минут. Исследования образцов проводили методами термического анализа на приборе Netzsch STA 449 F5 Jupiter в интервале температур (25-900 °С), характерном для углеводородного (целлюлозного) режима пожара при

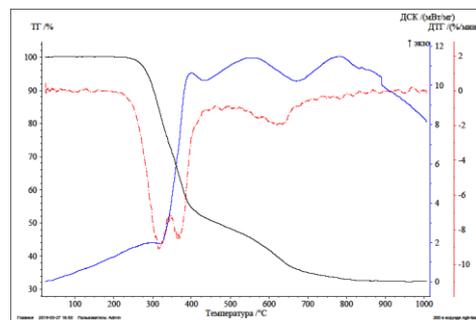
скорости нагрева 20 °С/мин, в корундовых тиглях. При проведении испытаний фиксировались следующие термоаналитические зависимости: ТГ, ДТГ и ДСК кривые, которые были обработаны и проанализированы с использованием программного обеспечения Proteus Thermal Analysis.

Термограммы ОЗС на акриловой основе, предварительно подвергнутые термическому воздействию, представлены на рис. 1.



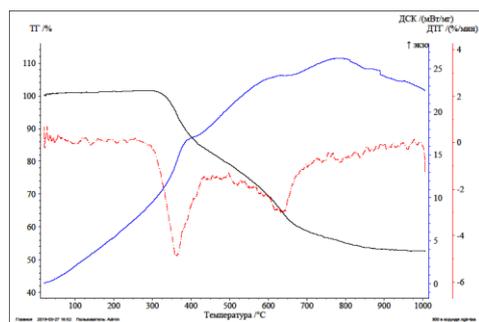
а) $t_{пв}$

= 100 °С



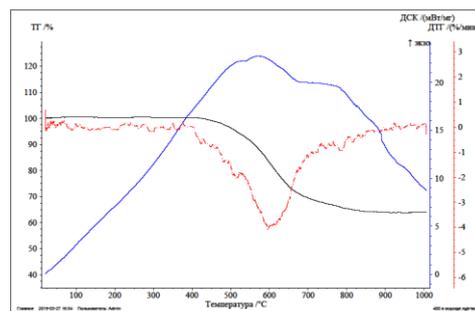
б) $t_{пв}$

= 200 °С



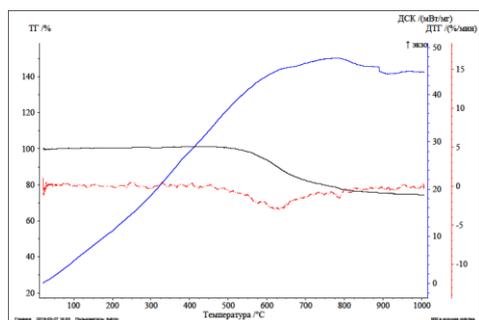
в) $t_{пв}$

= 300 °С



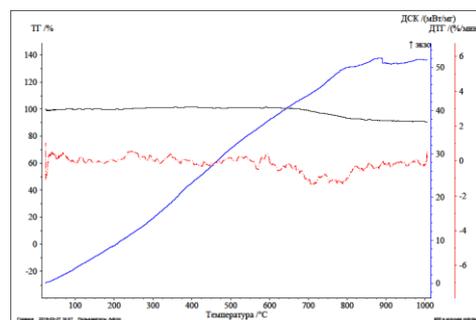
г) $t_{пв}$

400 °С



д) $t_{пв}$

= 500 °С



е) $t_{пв}$

= 600 °С

Рисунок 1 – Термограммы ОЗС на акриловой основе при различных температурах предварительного теплового воздействия $t_{пв}$ (среда – воздух, скорость нагрева 20 °С/мин)

Испытания огнезащитных покрытий, предварительно подвергнутых температурному воздействию, позволили выделить термоаналитические критерии, объективно оценивающие степень термического поражения ОЗП. В качестве критериев оценки температурного воздействия на ОЗП были выбраны следующие термоаналитические характеристики: количество ДТГ пиков, значения потери массы при температуре 500 °С и зольный остаток при температуре 900 °С.

Анализ термограмм ОЗП, предварительно подвергнутых температурному воздействию, позволил получить уравнение для определения температуры воздействия t , на ОЗП при известной потере массы ОЗС и по зольному остатку, соответственно:

$$t = -0,0152x^3 + 1,2056x^2 - 27,267x + 482,4 \quad (1)$$

$$t = 0,0021y^3 - 0,4129y^2 + 33,461y - 591,05 \quad (2)$$

где x – потеря массы ОЗС при температуре 500 °С, %; y – зольный остаток ОЗС при температуре 900 °С, %.

В ходе дальнейших исследований методами термического анализа получена термограмма образцов ОЗП, отобранных с места пожара, которая представлена на рис.2.

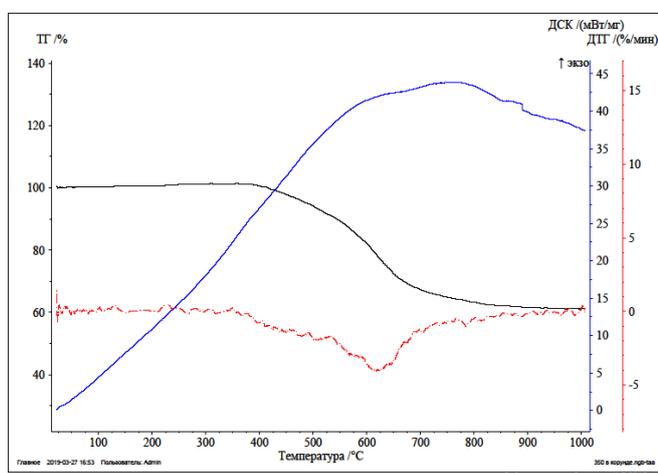


Рисунок 2 – Термограмма образца огнезащитного покрытия, отобранного с металлоконструкций на объекте после пожара

По полученной термограмме с помощью программного обеспечения определены значения выбранных термоаналитических критериев для оценки температуры воздействия на ОЗП:

- количество ДТГ пиков: на термограмме ярко выражен только один ДТГ пик с максимумом при температуре 616,6 °С;
- потеря массы при температуре 500 °С ($\Delta m_{500} = 5,78 \%$);
- зольный остаток при температуре 900 С (ЗО = 61,59 %).

Поскольку на термограмме образца огнезащитного покрытия после воздействия высоких температур пожара на участке ДТГ кривой ниже 300 °С ДТГ пики отсутствовали, то был сделан вывод, что температура воздействия пожара на ОЗП превышала 300 °С. По уравнениям (1) и (2) рассчитаны температуры воздействия пожара на ОЗП, найдено среднее значение, которое составило 378,16 °.

Для определения очага пожара необходимо проведение зонирования помещения. Для этого пробы ОЗП необходимо отобрать с металлических конструкций с шагом от 0,2 до 2,0 м (в зависимости от размера помещения) [3]. По результатам термического анализа определить очаг возгорания по максимальной температуре воздействия на ОЗП.

Таким образом, знание закономерностей термоокислительной деструкции ОЗП, предварительно подвергнутых температурному воздействию, позволяет диагностировать температуру воздействия пожара и определить очаг пожара после термического анализа образцов ОЗП с места пожара.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Применение термического анализа при исследовании и экспертизе пожаров: методические рекомендации / Е.Д. Андреева, М.Ю. Принцева, С.А. Кондратьев, И.Д. Чешко / под ред. проф. И.Д. Чешко. М.: ВНИИПО, 2010. 60 с.
2. Головина Е.В., Беззапонная О.В., Мансуров Т.Х., Акулов А.Ю. Применение метода термического анализа для комплексного исследования и совершенствования вспучивающихся огнезащитных составов // Техносферная безопасность. – 2017. – № 2(15). – С. 3-7.
3. Комплексное определение параметров нагрева полимерных материалов и металлических изделий, используемых на железнодорожном и авиационном транспорте: Методические рекомендации. / Граненков Н.М., Денисова О.О., Дюбаров Г.А. и др. - М.: ВНИИПО МВД СССР, 1991. – 66 с.