

УДК 614.84

ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ВСПУЧИВАЮЩЕГОСЯ ТИПА ПРИ ОГНЕВЫХ ИСПЫТАНИЯХ В УСЛОВИЯХ СТАНДАРТНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА

**Головина Екатерина Валерьевна, Ефимов Иван Александрович,
Крекнунов Алексей Александрович**

Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, Россия

АННОТАЦИЯ

В статье приводятся результаты исследования огнезащитных покрытий вспучивающегося типа для металлических конструкций методом оценки огнезащитной эффективности. Обоснована актуальность применения средств огнезащиты, а также востребованность решения проблемы выбора конкретного огнезащитного метода для металлических конструкций. Приведены основные критерии для определения способа огнезащиты.

В рамках данного исследования предложено изучить огнезащитные покрытия вспучивающегося типа на основе эпоксидного связующего в виде тонкослойной краски и в виде мастики. Целью исследования является определение огнезащитной способности анализируемых образцов. Для осуществления данной цели проведен сравнительный анализ результатов огневых испытаний исследуемых покрытий, позволяющих провести оценку их огнезащитных свойств. Опираясь на результаты испытаний, сделан вывод о более высокой огнезащитной эффективности вспучивающегося покрытия в виде мастики по сравнению с огнезащитным тонкослойным составом.

Ключевые слова: огнезащитная эффективность, средства огнезащиты, вспучивающееся огнезащитное покрытие, стандартный температурный режим, огневые испытания

RESEARCH OF THE FIRE RETARDANT PROPERTIES OF INTUMESCENT TYPE FIRE RETARDANT COATINGS DURING FIRE TESTS UNDER STANDARD TEMPERATURE CONDITIONS

Ekaterina V. Golovina, Ivan A. Efimov, Alexey A. Krektunov

Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russian Federation

ABSTRACT

The article presents the results of a study of intumescent-type fire-retardant coatings for metal structures using the method of assessing fire-retardant effectiveness. The relevance of the use of fire protection means is substantiated, as well as the demand for

solving the problem of choosing a specific fire protection method for metal structures. The main criteria for determining the method of fire protection are given.

Within the framework of this study, it was proposed to study fire-retardant coatings of intumescent type based on an epoxy binder in the form of thin-layer paint and in the form of mastic. The purpose of the study is to determine the fire retardant ability of the analyzed samples. To achieve this goal, a comparative analysis of the results of fire tests of the coatings under study was carried out, allowing for an assessment of their fire-retardant properties. Based on the test results, it was concluded that the intumescent coating in the form of mastic has a higher fire-retardant efficiency compared to a fire-retardant thin-layer composition.

Keywords: fire retardant efficiency, fire protection means, intumescent fire retardant coating, standard temperature conditions, fire tests

Введение

На сегодняшний день существует несколько сотен различных средств и методов для огнезащиты металлических конструкций. К ним относятся облицовки бетоном, кирпичом, штукатурки, панельные и плиточные материалы, огнезащитные краски, изоляционные материалы и их комбинации. Каждый огнезащитный материал имеет технические свойства и эксплуатационные характеристики [1–6]. Эти факторы в большей степени определяют области применения материалов, не препятствуя соблюдению нормативных требований, а также принимая во внимание стоимость работ по противопожарной защите и другие различные требования в исследуемой области.

При изучении вопроса применения способов огнезащиты исследователи часто сталкиваются с проблемой выбора конкретных огнезащитных средств. Для определения вида и способа огнезащиты можно выделить следующие критерии [7, 8]: величина требуемого предела огнестойкости, тип защищаемой конструкции и ориентации защищаемых поверхностей в пространстве (колонны, стойки, ригели, балки, связи), возможность увеличения нагрузки на конструкцию за счет веса огнезащиты (утяжеление конструкции), возможность периодического контроля

покрытия и восстановления после повреждений, технологичность нанесения огнезащиты, стоимость огнезащитного материала и работ по предварительной подготовке конструкций к монтажу огнезащиты и др. Таким образом, проблема выбора огнезащитных средств для конкретного объекта остается весьма актуальной и востребованной.

Материалы и методы

В соответствии с ГОСТ 1363-2-2014 [2] и ГОСТ 53295-2009 [3] были проведены испытания на огнезащитную эффективность в условиях стандартного температурного режима. Для испытаний были выбраны образцы огнезащитных тонкослойных терморасширяющихся составов для металлических конструкций на основе эпоксидного связующего, нанесенные в соответствии с техническими условиями по следующей схеме:

1 образец: грунтовочный слой + огнезащитный материал + покрывной финишный слой;

2 образец: грунтовочный слой + эпоксидное мастичное покрытие + покрывной финишный слой.

В соответствии с ГОСТ 1363-2-2014 [2] и ГОСТ 53295-2009 [3] были проведены испытания на огнезащитную эффективность в условиях стандартного температур-

ного режима. Сущность метода заключается в определении огнезащитной эффективности при тепловом воздействии на образец и времени от начала теплового воздействия до наступления предельного состояния этого образца. За предельное состояние принимается достижение металлом испытанного образца критической температуры, равной 500 °С (среднее значение по показаниям трех термопар). Критическая температура стали в 500 °С характеризуется потерей несущей способности стальных конструкций при нормальной нагрузке.

Во время проведения испытаний помимо времени наступления предельного состояния образца, фиксировались изменение температуры в печи, поведение огнезащитного состава интумесцентного типа (вспучивание, обугливание, отслоение), изменение температуры металла испытанного образца.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты измерений температурного режима на образцах представлены графически на рисунках 1–2.

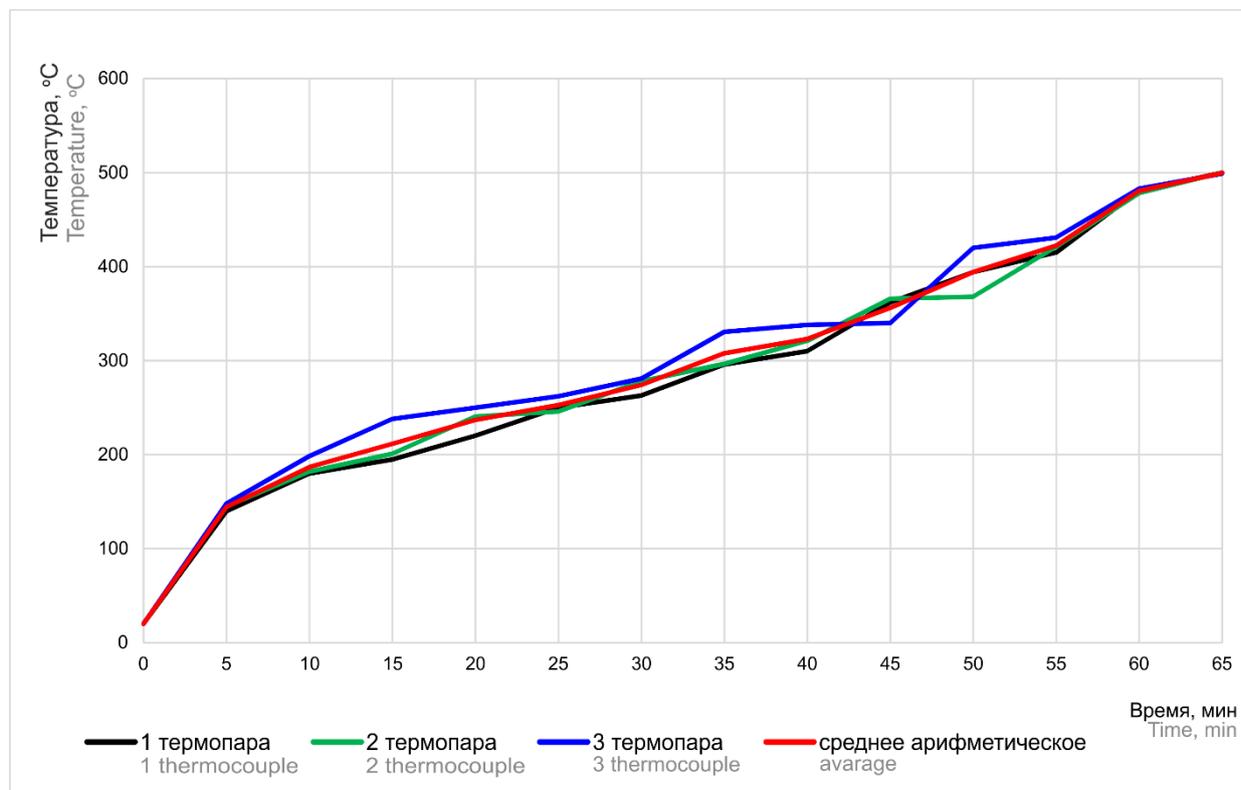


Рис. 1. Изменение температуры образца 1 при проведении огневых испытаний

Fig. 1. Change in temperature of sample 1 during fire tests

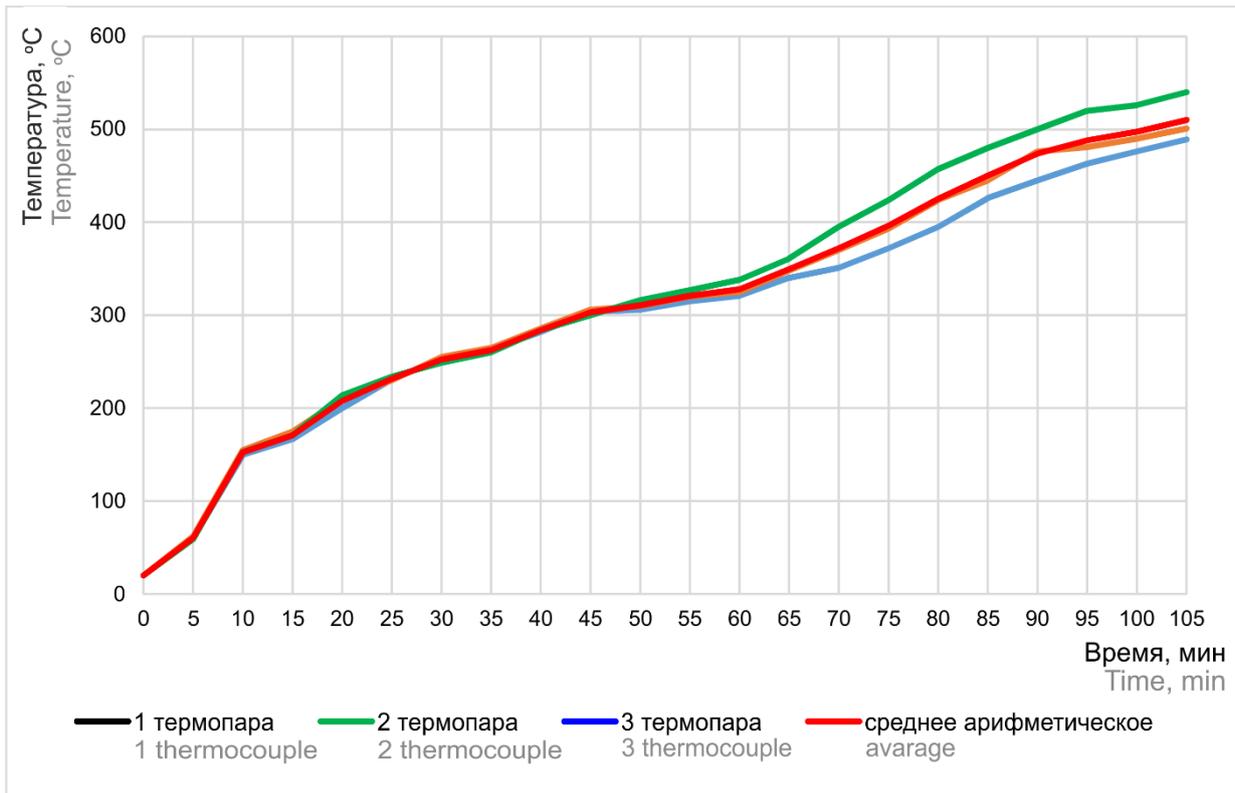


Рис. 2. Изменение температуры образца 2 при проведении огневых испытаний

Fig. 2. Change in temperature of sample 2 during fire tests

В процессе проведения испытаний визуально зафиксированы следующие изменения:

Таблица
Изменения, фиксируемые во время испытаний
Table
Changes recorded during testing

| Время, мин Time, min | Образец 1 Sample 1 | Образец 2 Sample 2 |
|-------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | | покрытие темнеет и слабо вспучивается the coating darkens and swells slightly |
| 3 | | покрытие продолжает вспучиваться, наблюдается горение покрытия the coating continues to swell, the coating is observed to burn |
| 4 | | покрытие почернело полностью, продолжает вспучиваться и гореть the coating has completely blackened and continues to swell and burn |
| 7 | | наблюдается продолжительное горение, процесс вспучивания остановился there is a prolonged burning, the swelling process has stopped |
| 13 | | наблюдается продолжение горения continuation of combustion is observed |
| 27 | | наблюдается продолжение горения, растрескивание покрытия continuation of combustion and cracking of the coating are observed |

| | | |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 42 | наблюдается продолжение горения, наблюдается осветление (локальное) покрытия continuation of combustion is observed, lightening (local) of the coating is observed | |
| 61 | зафиксировано превышение средней температуры образца an excess of the average temperature of the sample was recorded | растрескивание и горение продолжается cracking and burning continued |
| 63 | испытание завершено test completed | |
| 65 | | |
| 93 | | зафиксировано превышение средней температуры образца an excess of the average sample temperature was recorded |
| 103 | | испытание завершено test completed |

В результате огневых испытаний отмечается, что до 42-й минуты исследуемые образцы показывают схожее поведение огнезащитного покрытия. Процесс вспучивания начинается со второй минуты термического воздействия и длится в течение 5 минут. Далее наблюдается горение покрытия (с 7-й минуты испытания), которое продолжается до момента достижения критической температуры 500 °С. Образец 1 быстрее достигает предельного состояния – на 63-й минуте нахождения в испытательной установке, в то время как образец 2 выдерживает 102 минуты в температурных условиях стандартного режима пожара.

Выводы

Установлено, что вспучивающееся покрытие в виде мастики характеризуется

меньшим количеством дефектов теплоизолирующего пенококсового слоя, благодаря чему данный образец продемонстрировал высокие временные показатели огнезащитной эффективности при огневых испытаниях в условиях стандартного температурного режима. Образец, на который была нанесена тонкослойная вспучивающаяся композиция, достиг критической температуры на 63 минуте, что на 38 % ниже времени достижения предельного состояния образца с нанесением покрытия в виде мастики. Таким образом, тонкослойная краска вспучивающегося вида является менее эффективной при ее применении в качестве огнезащиты металлических конструкций.

Список источников

1. Eremina, T., Korolchenko, D. Fire Protection of Building Constructions with the Use of Fire-Retardant Intumescent Compositions. Buildings 2020, № 10: 185. DOI:10.3390/buildings10100185.
2. Анализ применения современных средств огнезащиты стальных конструкций нефтегазового комплекса в климатических условиях Арктического региона / Е. В. Головина и др. // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2022. № 2 (21). С. 19–29.
3. Головина Е. В., Калач А. В. Анализ современных средств огнезащиты стальных конструкций нефтегазового комплекса для климатических условий Арктического региона : монография. Екатеринбург, 2023. 122 с.
4. Kolarkar P., Mahendran V. Experimental studies of fire conditions. Fire Saf. J. 53 (2012). Pp. 85–104. DOI:10.1016/J.FIRESAF.2012.06.009.

5. Gravit, M., Shabunina, D. Structural Fire Protection of Steel Structures in Arctic Conditions // Buildings 2021, 11(11), 499. <https://doi.org/10.3390/buildings11110499>.
6. Калач А. В., Головина Е. В., Крутолапов А. С. Современные средства обеспечения огнезащиты стальных конструкций объектов нефтегазового комплекса // Проблемы управления рисками в техносфере. 2023. № 3 (67). С. 120–130.
7. Imran M., Liew M.S., Nasif M.S. Niazi, U.M., Yasreen, A. Hazard Assessment Studies on Hydrocarbon Fire and Blast: An Overview. Adv. Sci. Lett. 2017, № 23. Pp. 1243–1247. DOI:10.1166/asl.2017.8349.
8. Повышение безопасности объектов нефтегазового комплекса путем совершенствования огнезащитных составов / Е. В. Головина и др. // Пожаровзрывобезопасность. 2022. Т. 31, № 3. С. 24–33.
9. ГОСТ Р EN 1363-2–2014. Конструкции строительные. Испытания на огнестойкость. Часть 2. Альтернативные и дополнительные методы // КонсультантПлюс (дата обращения: 10.02.2024).
10. ГОСТ Р 53295–2009. Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности // КонсультантПлюс (дата обращения: 04.02.2024).

References

1. Eremina, T., Korolchenko, D. Fire Protection of Building Constructions with the Use of Fire-Retardant Intumescent Compositions. Buildings 2020, № 10: 185. DOI:10.3390/buildings10100185.
2. Golovina E. V., Kalach A. V., Kalach E. V., Akulov A. Yu. Analysis of modern means of fire protection application of steel structures in the oil and gas complex in the Arctic climatic conditions. Housing and utilities infrastructure. 2022; 2(21): 19–29. DOI 10.36622/VSTU.2022.21.2.002 (rus).
3. Golovina E.V., Kalach A.V. Analysis of modern means of fire protection of steel structures of the oil and gas complex for the climatic conditions of the Arctic region: monograph. Ekaterinburg, Ural Institute of State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2023; 122 p (rus).
4. Kolarkar P., Mahendran V. Experimental studies of fire conditions. Fire Saf. J. 53 (2012). Pp. 85-104. DOI:10.1016/J.FIRESAF.2012.06.009.
5. Gravit M., Shabunina D. Structural Fire Protection of Steel Structures in Arctic Conditions. Buildings. 2021; 11(11):499. <https://doi.org/10.3390/buildings11110499>.
6. Kalach A.V., Golovina E.V., Krutolapov A.S. Modern means of ensuring fire protection of steel structures of oil and gas complex facilities. Problems of risk management in the technosphere. 2023; 3 (67): 120–130. (rus).
7. Imran M., Liew M.S., Nasif M.S. Niazi, U.M., Yasreen, A. Hazard Assessment Studies on Hydrocarbon Fire and Blast: An Overview. Adv. Sci. Lett. 2017; 23: 1243–1247. DOI:10.1166/asl.2017.8349.
8. Golovina E.V., Kalach A.V., Bezzaponnaya O.V., Krutolapov A.S., Sharapov S.V. Increasing the safety of oil and gas complex facilities by improving fire retardant compositions // Pozharovzryvobezopasnost / Fire and explosion safety. 2022; 31(3):24-33. DOI: 10.22227/0869-7493.2022.31.03.24-33 (rus).
9. GOST R EN 1363-2-2014 Building structures. Fire resistance tests. Part 2. Alternative and additional methods. Access from the reference legal system "ConsultantPlus". (access date: 02/10/2024). (rus).
10. GOST R 53295-2009 Fire protection means for steel structures. General requirements. Method for determining fire retardant effectiveness. Access from the reference legal system "ConsultantPlus". (date of access: 02/04/2024). (rus).

Информация об авторах

Головина Екатерина Валерьевна, кандидат технических наук, заместитель начальника научно-исследовательского отдела, Уральский институт ГПС МЧС России, Россия, 620062, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Мира, 22; РИНЦ ID: 846886; ORCID: 0000-0002-2999-0752; e-mail: ekaterinagolovina@yandex.ru

Ефимов Иван Александрович, кандидат юридических наук, доцент, доцент кафедры надзорной деятельности и права, Уральский институт ГПС МЧС России,

Information about the authors

Ekaterina V. Golovina, Cand. Sci. (Eng.), Deputy Head of Research Department, Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062 Russian Federation; ID RISC: 846886; ORCID: 0000-0002-2999-0752; e-mail: ekaterinagolovina@yandex.ru

Ivan A. Efimov, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Supervisory Activities and Law, Ural Institute of State Fire Service of

Россия, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22, AuthorID: 799824;
e-mail: e3efimov@yandex.ru

Крекунов Алексей Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры надзорной деятельности и права, Уральский институт ГПС МЧС России, Россия, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22, ORCID: 0000-0003-2160-3305;
e-mail: alexkrec96@mail.ru

EMERCOM of Russia, Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062 Russian Federation; AuthorID: 799824;
e-mail: e3efimov@yandex.ru

Alexey A. Krektunov, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Supervisory Activities and Law, Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062 Russian Federation; ORCID: 0000-0003-2160-3305;
e-mail: alexkrec96@mail.ru