

ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

В.А. Кошелев, А.А. Орлов

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

В статье приведен обзор современных решений для защиты от огня несущих конструкций с целью обеспечения стандартизированных условий по огнестойкости. Дано определение огнестойкости и теплопроводности конструкций, обозначены основные факторы, определяющие пожаробезопасность зданий и сооружений, аргументирована необходимость применения огнезащитных систем в строительстве, рассмотрены самые популярные способы их организации. Описаны основные группы материалов для защиты от высоких температур, препятствующие распространению открытого огня. Изложены основные принципы выбора огнезащитных материалов. Перечислены основные практические преимущества и недостатки огнезащитных материалов.

Ключевые слова: огнестойкость, огнезащита, теплопроводность, защита от пожара, огнезащитные штукатурки, вспучивающиеся краски, сухой способ защиты, влажный способ защиты.

С развитием человечества увеличивается его численность, увеличивается заселенность городов, плотность людского трафика в общественных местах. Такая ситуация усугубляет опасность пожаров, в связи с чем все больше внимание уделяется безопасности материалов, защите несущих конструкций.

Для обеспечения безопасной эвакуации должна быть обеспечена защита людей на путях эвакуации от опасных факторов пожара [1, 2].

Чтобы обеспечить устойчивость несущих конструкций и гарантировать эвакуацию людей, следует применять современные, эффективные огнезащитные материалы. Такие материалы должны обладать высокой огнестойкостью и низкой теплопроводностью.

Огнестойкость – это один из основных показателей защиты конструкций от повышенных температур. Он заключается во времени, которое выдерживает тот или иной строительный элемент при воздействии открытого огня без потери своих конструктивных качеств [3].

Теплопроводность – это способность строительных материалов проводить тепло через весь свой объем из-за разности между температурами на поверхностях этого материала [4]. Низкая теплопроводность является одним из показателей, обеспечивающих высокие показатели сопротивления открытому огню и защите несущих конструкций от разрушения под действием высоких температур.

Можно выделить различные группы материалов, обеспечивающих огнезащиту [5].

Влажный способ нанесения

Краски – также популярный способ огнезащиты. Производятся в основном на водной или водно-дисперсной основе, с различными полимерными добавками [6]. Применяется в основном для

покрытия конструкций из металла и древесины. Огнезащитные краски вспучивающегося типа при воздействии температуры расширяются и образуют вокруг изделия толстый слой пенококса. Пенококс обладает низкой теплопроводностью и, как было указано выше, защищает конструкции от деформаций и обрушения под действием температуры. Данный вид красок имеет различный, тщательно подобранный состав, который обеспечивает требуемые характеристики термозащиты. Однако любое изменение физических или химических свойств при нанесении и эксплуатации покрытий ведет к изменению в огнезащитных свойствах, которые могут быть незаметны во время использования, но проявят себя в случае возникновения пожара [7].

Штукатурки – тщательно перемешанные, рационально составленные плотные водные растворы из вяжущего и негорючих заполнителей. В качестве основных заполнителей выступают вспученные вермикулит и перлит с огнеупорностью 1300 °С и 950 °С соответственно, а вяжущие свойства обеспечивают портландцементы, фосфатные вяжущие и гипс. Также для обеспечения долговечности, огнезащитные штукатурки должны обладать повышенной адгезией и содержать специальные добавки. Стоит отметить, что использование влажного способа огнезащиты в виде оштукатуривания термостойкими растворами является наиболее распространённым вариантом защиты конструкций [8, 9].

Помимо использования влажного способа защиты конструкций, существует *сухой тип* огнезащиты. Наиболее распространённым является способ облицовки конструкций крупноформатными листами и плиточными оболочками. К облицовкам относятся гипсокартонные и гипсоволокнистые листы, перлитовые и минеральные плиты. Огне-

защитный эффект облицовки в основном определяется толщиной защищающих элементов, которая подбирается исходя из характеристик конструкций и их сопротивляемости тепловым воздействиям при пожаре [8]. Плиты могут крепиться к конструкциям с помощью специальных негорючих клеевых составов либо крепежными элементами [10–15]. Для обеспечения требуемых параметров защиты облицовка должна быть осуществлена с воздушной прослойкой [5, 8].

Помимо того, что огнезащитные штукатурки и листовые материалы обладают низкой теплопроводностью, что замедляет нагрев несущих конструкций, они выделяют водяной пар или углекислый газ при разложении составляющих их минералов. Пар или CO_2 «тушат» пожар на поверхности покрытия и не нагреваются, пока не закончатся процессы дегидратации или декарбонизации [16, 17]. Такой эффект значительно повышает длительность защиты конструкций от воздействия огня. Однако обязательным условием является выделение безвредных для человека газов, так как огнезащитные материалы применяют и при отделке пожарных выходов.

В таблице представлены основные виды огнезащиты, их достоинства и недостатки.

Различные виды защиты имеют свои преимущества и недостатки. Вспучивающиеся краски, как уже было сказано, должны наноситься в строгом соответствии требованиям производителя. Штукатурные составы обладают множеством положи-

тельных характеристик (в зависимости от требований по огнестойкости защищаемого элемента). Толщина огнеупорного слоя может достигать 50 мм, что оказывает существенную нагрузку на элемент и на всю конструкцию в целом. К достоинствам сухих методов огнезащиты можно отнести возможность нанесения данной защиты в любое время года, так как они более устойчивы к изменяющимся характеристикам окружающей среды. Однако использование облицовочных листов является затруднительным при защите сложных элементов конструкции (балки и фермы) [17], для облицовки требуется дополнительное обеспечение вспомогательным каркасом, грунтование и заделка швов специализированными составами, а также заполнение каркаса негорючими плитами или минеральной ватой [18].

Одним из важных условий использования различных защитных мер является удобство в работе. Наиболее эффективным методом с точки зрения скорости покрытия защищаемой конструкцией является оштукатуривание механическим способом, а конкретно – применение торкретирования. Исходя из практических показателей, 2 специалиста способны с использованием специальных систем за смену нанести 300 квадратных метров огнезащитного штукатурного состава. Распространенными машинами для нанесения составов являются системы фирм M-Tec (M3, Duo-Mix), Германия; PFT, (модели G4, G4, G5), Германия; Putzmeister (модели M25, M35), Германия [16]. Также автоматизирован-

Достоинства и недостатки различных видов огнезащиты

Название способа	Преимущества	Недостатки
Сухой способ		
Бетонирование, обкладка кирпичом	Относительно низкая себестоимость	Создание существенной нагрузки на элементы и на всю конструкцию в целом. Большая трудоемкость в проведении работ и сложные ремонтные мероприятия по восстановлению поврежденных участков. Очень узкий спектр применения
Установка крупно-размерных облицовок, плит	Возможность придания конструкциям декоративных свойств, повышенная стойкость к внешним воздействиям (вибрации, температура, влажность)	Высокая трудоемкость работ. Требуется дополнительные металлические каркасы. Имеется перерасход материалов при обеспечении низких пределов огнезащиты
Влажный способ		
Оштукатуривание методами набрызга или торкретирования	Обеспечивается высокая производительность. Точное повторение контуров конструкции за счет подвижности составов. Высокая адгезия	Малое сопротивление механическим воздействиям без использования дополнительных средств. При существенной толщине слоя создается нагрузка на конструкцию
Нанесение вспучивающихся красок	Низкая трудоемкость работ. Малая толщина слоя	Трудность обеспечения заданной толщины слоя, обязательный контроль и соблюдение требований окружающих условий при нанесении состава. Сложность в восстановлении и ремонте покрытия

ные системы подходят для нанесения огнезащитных красок и не уступают по производительности оштукатуриванию. Облицовка крупноформатными листами больше подходит для малых объемов работ, где использование автоматики не имеет экономического преимущества [11].

Наиболее эффективные огнезащитные системы должны совмещать различные принципы, обладая низкой плотностью и теплопроводностью, выделять газы, затрудняющие горение, снижающие температуру. Многослойность и зазор между листовыми материалами и защищаемыми конструкциями также повышают эффективность системы защиты.

Таким образом, выбор средств защиты конструкций основывается на требуемых параметрах огнезащиты и самого защищаемого материала.

Литература

1. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ // *Собрание законодательства Российской Федерации*.
2. Филимонов, В.П. *Материалы для пассивной огнезащиты строительных конструкций* / В.П. Филимонов // *Строительные материалы*. – 2006. – № 4. – С. 28–29.
3. Пронин, Д.Г. *Огнестойкость стальных несущих конструкций: пособие* / Д.Г. Пронин; Ассоциация развития стального строительства. – М.: АКЦИОМ ГРАФИКС ЮНИОН, 2015. – С. 52.
4. Коротких, А.Г. *Теплопроводность материалов: учебное пособие* / А.Г. Коротких; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – С. 97.
5. СП 112.13330.2011. *Строительные нормы и правила. Пожарная безопасность зданий и сооружений*. – М.: Министерство регионального развития Российской Федерации, 2011. – С. 42.
6. *Огнезащитные краски: виды, свойства, преимущества, правила нанесения* // *fireman.club*. – <https://fireman.club/statyi-polzovateley/ognezashhitnyiekraski-vidyi-svoystva-preimushhestva-pravilapaneseniya/> (дата обращения: 20.03.2019).
7. Чернуха, А.А. *Влияние состава и условий нанесения на целостность огнезащитного ксеро-гелевого покрытия* / А.А. Чернуха, А.А. Куреев, Г.В. Тарасова // *Проблемы пожарной безопасности*. – 2007. – Вып. 21. – С. 292–296.
8. Романенков, И.Г. *Огнезащита строительных конструкций* / И.Г. Романенков, Ф.А. Левитес. – М.: Стройиздат, 1991. – 320 с.
9. Жуков, А.Д. *Теплоизоляция в огнезащитных конструкциях* / А.Д. Жуков, Т.А. Смирнова // *Вестник МГСУ*. – 2011. – Т. 2. – № 2.
10. СНиП 163.1325800.2014. *Конструкции с применением гипсокартонных и гипсоволокнистых листов. Правила проектирования и монтажа*. – М.: Госстрой России, 2014. – 89 с.
11. *Эффективные защитные материалы и составы для металлических конструкций* / И.Г. Романенков, В.В. Жуков, Ф.А. Левитес и др. – М.: ВНИИПС, 1988. – 33 с.
12. *Применение огнезащитных материалов и составов для металлических конструкций: Рекомендации*. – М.: ЦНИИСК им В.А. Кучеренко, 1988. – 60 с.
13. Трушин, В.А. *Способы повышения огнестойкости строительных конструкций промышленных зданий и сооружений* / В.А. Трушин, В.С. Матлис, И.И. Кузьмичев // *Пожарная профилактика*. – М.: ВНИИПО, 1982. – С. 142–151.
14. Покровский, В.А. *Гипсокартонные листы – огнезащитная облицовка несущих металлических конструкций производственных зданий и сооружений* / В.А. Покровский // *Промышленное строительство*. – 1984. – № 1. – С. 29–32.
15. Соловьева, Т.В. *Технология древесных композиционных материалов и изделий* / Т.В. Соловьева, М.М. Ревяко, И.А. Хмызов. – Минск: БГТУ, 2008. – С. 177.
16. Филимонов, В.П. *Тенденции развития рынка материалов для пассивной огнезащиты* / В.П. Филимонов // *Пожаровзрывобезопасность*. – 2003. – Т. 12, № 4. – С. 49–55.
17. *Метод действенной и ресурсосберегающей огнезащиты стальных двутавровых колонн здания* / Н.А. Ильин, Д.А. Панфилов, Д.В. Литвинов, Н.В. Третьяков // *Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура*. – 2015. – № 3. – С. 112–119.
18. *Fire and Explosion Protection of High-Rise Buildings by Means of Plaster Compositions* / M. Gravit, E. Mikhailov, S. Svintsov et al. // *Materials Science Forum*. – 2016. – Vol. 871. – P. 138–145.

Кошелев Василий Александрович, магистрант кафедры «Строительные материалы и изделия», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), vasilikosh@gmail.com

Орлов Александр Анатольевич, заведующий кафедрой «Строительные материалы и изделия», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), orlovaa@susu.ru

Поступила в редакцию 26 марта 2019 г.

PRINCIPLES FOR PROVISION OF FIRE-RETARDANT PROPERTIES OF MATERIALS

V.A. Koshelev, vasilikosh@gmail.com

A.A. Orlov, orlova@susu.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The article provides a review of contemporary solutions targeted at protection of bearing structures from the fire in order to provide their standard fire-resisting conditions. Definitions of fire resistance and thermal conductivity of structures are given; the main factors determining the fire safety of buildings and structures are identified; the necessity of using the fire-retardant systems in construction is substantiated, and the most popular methods of such systems' arrangement are considered. The main groups of materials aimed at protection against high temperature and which impede distribution of open fire are described. The main principles when selecting fire-retardant materials are described. General practical advantages and disadvantages of fire-retardant materials are listed.

Keywords: fire resistance, fire protection, thermal conductivity, protection against fire, fire resistant plaster, intumescent paint, dry method of protection, wet method of protection.

References

1. *Federal'nyy zakon "Tekhnicheskiy reglament o trebovaniyakh pozharной bezopasnosti" ot 22.07.2008 № 123-FZ* [Technical Regulations on Fire Safety Requirements]. *Sobraniye zakonodatel'stva Rossiyskoy Federatsii* [Meeting of the Legislation of the Russian Federation].
2. Filimonov V.P. [Materials for Passive Fire Protection of Building Structures], *Stroitel'nyye materialy* [Building Materials], 2006, no. 4, pp. 28–29. (in Russ.)
3. Pronin D.G. *Ognestoykost' stal'nykh nesushchikh konstruksiy* [Fire Resistance of Steel Supporting Structures]. Moscow, AKSIOM GRAFIKS YUNION Publ., 2015. 52 p.
4. Korotkikh A.G. *Teploprovodnost' materialov* [Thermal Conductivity of Materials]. Tomsk, Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta Publ., 2011. 97 p.
5. SP 112.13330.2011. *Pozharnayabezopasnost' zdaniyisooruzheniy* [Fire Safety of Buildings and Works]. Moscow, Ministerstvoregional'nogorazvitiyaRossiyskoyFederatsii Publ., 2011. 24 p.
6. *Ognezashchitnyye kraski: vidy, svoystva, preimushchestva, pravila naneseniya // fireman.club* [Fire Retardant Paints: Types, Properties, Advantages, Application Rules]. Available at: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/ognezashchitnyye-kraski-vidyi-svoystva-preimushchestva-pravila-naneseniya/> (accessed: 20.03.2019).
7. Chernukha A.A., Kireyev A.A., Tarasova G.V. [The Influence of the Composition and Conditions of Deposition on the Integrity of the Flame Retardant Xerogel Coating]. *Problemy pozharной bezopasnosti* [Fire Safety Problems], 2007, iss. 21, pp. 292–296. (in Russ.)
8. Romanenkov I.G., Levites F.A. *Ognezashchita stroitel'nykh konstruksiy* [Fire Protection of Building Structures]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1991. 320 p.
9. Zhukov A.D., Smirnova T.A. [Thermal Insulation in Flame Retardant Structures. Thermal Insulation in Fire Retardant Structures]. *Scientific and Engineering Journal for Construction and Architecture*, 2011, vol. 2, no. 2, pp. 268-272. (in Russ.)
10. SP 163.1325800.2014. *Konstruksii s primeneniym gipsokartonnykh i gipsovoloknistykh listov. Pravila proyektirovaniya i montazha* [The Designs with Application of Gypsum Plasterboards and Gypsum Fiber Sheets. Terms of Design and Installation]. Moscow, Gosstroy Rossii Publ., 2014. 89 p.
11. Romanenkov I.G. Zhukov V.V., Levites F.A. *Effektivnyye zashchitnyye materialy i sostavy dlya metallicheskikh konstruksiy* [Effective Protective Materials and Compositions for Metal Structures]. Moscow, VNIIPS Publ., 1988. 33 p.
12. *Rekomendatsii po primeneniyu ognezashchitnykh materialov i sostavov dlya metallicheskikh konstruksiy* [The Use of Flame Retardant Materials and Compositions for Metal Structures: Recommendations]. Moscow, TSNIISK Publ., 1988. 60 p.
13. Trushin V.A., Matlis B.C., Kuz'michev I.I. [Ways to Improve the Fire Resistance of Building Structures of Industrial Buildings and Structures]. *Pozharnaya profilaktika: Sb nauch. trudov.* [Fire Prevention: Collection of Scientific Papers]. Moscow, VNIPO Publ., 1982, pp. 142–151. (in Russ.)
14. Pokrovskiy Yu.V., Trushin V.A. [Gypsum Plasterboards – Fireproof Lining of Bearing Metal Structures of Industrial Buildings and Structures]. *Promyshlennoye stroitel'stvo* [Industrial Construction], 1984, no. 1, pp. 29–32. (in Russ.)

15. Solov'yeva T.V., Revyako M.M., Khmyzov I.A. *Tekhnologiya drevesnykh kompozitsionnykh materialov i izdeliy* [Technology of Wood Composition Materials and Structures]. Minsk: BGTU Publ., 2008. 177 p.
16. Filimonov V.P. [Trends in the Market for Materials for Passive Fire Protection]. *Pozharovzryvobezopasnost'* [Fire and Explosion Safety], 2003, vol. 12, no. 4, pp. 49–55. (in Russ.)
17. Ilyin N.A., Panfilov D., Litvinov D., Tretyakov N. [The Method of Effective and Resource-Saving Fire Protection of Steel I-Columns of the Building]. *Scientific-Technological Journal "Urban construction and architecture"*, 2015, no. 3, pp. 112–119. (in Russ.)
18. Gravit M., Mikhailov E., Svintsov S., Kolobzarov A., Popovych I. Fire and Explosion Protection of High-Rise Buildings by Means of Plaster Compositions. *Materials Science Forum*, 2016, vol. 871, pp. 138–145.

Received 26 March 2019

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Кошелев, В.А. Принципы обеспечения огнезащитных свойств материалов / В.А. Кошелев, А.А. Орлов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2019. – Т. 19, № 2. – С. 50–54. DOI: 10.14529/build190208

FOR CITATION

Koshelev V.A., Orlov A.A. Principles for Provision of Fire-Retardant Properties of Materials. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2019, vol. 19, no. 2, pp. 50–54. (in Russ.). DOI: 10.14529/build190208
