

УДК 614.84

*А.А. Киреев, канд. хим. наук, доцент, НУГЗУ,  
А.Д. Кириченко, курсант, НУГЗУ*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕДСТВ ОПЕРАТИВНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ТЕПЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЖАРА**

(представлено д-ром техн. наук Соболев А.Н.)

Рассмотрены преимущества и недостатки существующих средств оперативной огнезащиты. Для повышения эффективности оперативной огнезащиты предложено использовать гелеобразующие системы. Приведены результаты поисковых исследований гелеобразующих систем с высокими огнезащитными свойствами.

**Ключевые слова:** оперативная огнезащита, гелеобразующие системы, наполнители.

**Постановка проблемы.** Защита от теплового воздействия пожара на строительные конструкции, растительные материалы и различного вида оборудование, находящихся в зоне теплового воздействия, в условиях развитого пожара является одним из основных видов действий оперативно-спасательных подразделений МЧС. Такой вид огнезащиты, в отличие от постоянной огнезащиты, называют временной или оперативной огнезащитой.

Оперативная огнезащита приобретает особое значение в условиях недостатка сил и средств при тушении крупных пожаров. В таких случаях одной из основных задач подразделений является недопущения распространения пожара. При этом обычно используются те же ОВ, что и для прекращения горения. В большинстве случаев этим веществом является вода. Основные преимущества воды как огнетушащего и огнезащитного средства состоят в её высоких охлаждающих свойствах, экологичности и низкой стоимости. Однако она имеет и существенный недостаток, заключающийся в больших потерях за счёт стекания с наклонных и вертикальных поверхностей. Большинство твёрдых горючих материалов удерживают на своей поверхности лишь малые количества воды. Так для гладких не пропитываемых материалов удерживается лишь  $\sim 0,1 \text{ кг/м}^2$  воды [1]. Для материалов способных пропитываться водой этот показатель не превышает  $\sim 0,5 \text{ кг/м}^2$  воды. Это приводит к тому, что один и тот же объект необходимо обрабатывать водой многократно. Это существенно уменьшает возможности оперативной огнезащиты подразделений принимающих участие в тушении пожара.

**Анализ последних достижений и публикаций.** Значительными преимуществами в осуществлении оперативной огнезащиты об-

ладают гелеобразующие огнетушащие и огнезащитные системы (ГОС) [2-4]. Один из компонентов ГОС представляет собой раствор гелеобразующего компонента – силиката щелочного металла. Второй компонент – раствор веществ вызывающих быстрое гелеобразование силикатной составляющей. При подаче таких растворов они смешиваются на горящих или защищаемых поверхностях. Между компонентами растворов происходит взаимодействие, приводящее к образованию геля. Гель образует на поверхности нетекучий огнезащитный слой. Этот слой прочно закрепляется на вертикальных и наклонных поверхностях.

По сравнению с водой гелеобразующие системы имеют преимущество, заключающееся в существенном уменьшении потерь огнетушащего вещества за счет стекания с наклонных и вертикальных поверхностей. Другим преимуществом ГОС является их высокое огнезащитное действие. Огнезащитное действие гелеобразных слоёв на первом этапе обусловлено охлаждающим действием воды, содержащейся в геле. После испарения всей воды из гелевого слоя образуется пористый слой высушенного геля (ксероргеля) который затрудняет воспламенение защищаемого горючего материала за счёт своей низкой теплопроводности.

ГОС хорошо зарекомендовали себя в качестве огнезащитного средства для древесины, древесностружечных и древесноволокнистых материалов, некоторых пластмасс и тканей [5]. Так для недопущения воспламенения перечисленных горючих материалов в течение 10-20 минут достаточно обработать их слоем геля толщиной 2-3 мм. При обработке слоем геля древесины толщиной более 4 мм обеспечивается долговременная защита материала от воспламенения. Однако и при такой обработке происходит постепенный прогрев защищаемой поверхности.

***Постановка задачи и ее решение.*** Целью работы анализ путей совершенствования методов оперативной огнезащиты объектов, находящихся в зоне теплового воздействия пожара.

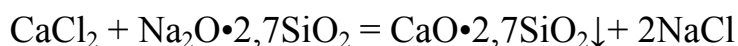
Свеженанесённые гелеобразные слои обеспечивают отсутствие прогрева защищаемых поверхностей выше 100°C. После испарения всей воды из гелевого слоя начинается постепенный прогрев защищаемых поверхностей. Для того чтобы замедлить прогрев защищаемого материала необходимо увеличивать толщину огнезащитного слоя. Увеличение толщины слоя геля ограничено его адгезионными и прочностными характеристиками. Слои с толщиной более 10–15 мм сползают с вертикальных поверхностей. Кроме того, обычно гелевые слои не выдерживают длительного теплового воздействия – они частично растрескиваются, обсыпаются и отслаиваются. Для решения этой проблемы необходимо провести подбор таких составов компо-

нентов ГОС, которые при высушивании под действием тепла от пожара сохраняли свои прочностные характеристики и общую целостность покрытия.

Преыдушие эксперименты показали [5,6], что наилучшими огнезащитными свойствами обладают составы с избытком силикатной составляющей ( $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2,7\text{SiO}_2$ ). Было установлено, что ксерогели, полученные при сушке гелеобразных слоёв с избытком полисиликата натрия, имеют высокую твёрдость и практически не обсыпаются при небольших механических воздействиях. Одновременно эти ксерогели имеют ряд отрицательных свойств. Так ширина трещин, образующихся при сушке в зоне теплового воздействия пожара, при толщинах слоя 3-4 мм достигает 1 мм.

Другим недостатком ксерогелевых слоёв является их частичное отслаивание при воздействии открытого пламени. Этот факт объясняется низкой адгезией огнезащитного слоя к поверхности твёрдого материала. В случае если силы когезии в покрытии существенно превышают силы адгезии, происходит отслаивание покрытия по границе двух слоёв. Вопрос растрескивания покрытий при сушке особенно остро стоит для покрытий большой толщины в случае наличия в них большого количества летучих компонентов. Гелеобразующие покрытия содержат в своём составе большие количества воды. Минимальное количество воды в гелевой композиции составляет ~ 65% по массе или около ~ 80% по объёму. Объём твёрдого вещества в ксерогеле оказывается в 2,5-3 раза меньше, чем объём исходного геля.

Основой ксерогеля является аморфный полисиликат кальция, который образуется в следствии реакции:



В процессе сушки он кристаллизуется образуя каркас кристаллизационно-конденсационной структуры [7]. При сушке возникают механические напряжения, которые разрушают эту структуру. Так как кристаллизационно-конденсационная структура разрушается необратимо, то возникшие трещины при дальнейшей сушке увеличиваются в размерах. Для уменьшения усадки покрытий при сушке необходимо сократить относительное содержание воды в геле. Это можно сделать вводя твёрдый наполнитель. Предварительными опытами было установлено, что максимально возможное содержание наполнителя в растворах гелеобразующей системы составляет:- в жидком стекле – 20%; в хлориде кальция – 40% .

Дальнейшее увеличение содержания наполнителя приводит к ухудшению качества распыла компонентов гелеобразующей системы и соответственно к появлению в образующемся слое подтёков и неоднородностей.

Другим перспективным путем решения проблемы оперативной огнезащиты является применение вспучивающихся покрытий. Существующие в настоящее время вспучивающиеся покрытия, предназначенные для долговременной огнезащиты, невозможно нанести во время пожара. Ряд известных веществ, способных к вспучиванию при тепловом воздействии пожара (жидкое стекло, композиции содержащие полифосфаты аммония) можно нанести на твердые покрытия во время пожара. Однако такое нанесение обеспечивает только тонкий слой покрытия – избыток жидкого раствора будет стекать с наклонных поверхностей.

Для обеспечения возможности получения толстых слоев можно совместить компоненты вспучивающихся покрытий с компонентами обеспечивающих гелеобразование. В таком случае гель будет исполнять роль основы, в которой распределены компоненты, обеспечивающие вспучивание. Предварительные опыты показали, что к вспучиванию способны гелеобразные слои, полученные при избытке гелеобразователя – жидкого натриевого стекла. В ходе опытов установлено, что наибольшее вспучивание обеспечивают гелеобразные покрытия, полученные с такими катализаторами гелеобразования: карбонатом калия, хлоридом натрия, уротропином и борной кислотой. Для ряда ГОС коэффициент вспучивания достигал значения 5. С учетом того, что толщина гелеобразного слоя для этих систем составляет ~ 5 мм, толщина вспученного слоя может достигать 25 мм.

Дальнейшие исследования целесообразно продолжить в направлении подбора катализаторов гелеобразования, обеспечивающих возможность нанесения более толстого слоя геля и повышения коэффициента вспучиваемости.

**Выводы.** Перспективными средствами оперативной огнезащиты являются гелеобразующие системы. Для повышения их огнезащитных свойств предложено использовать наполнители, в том числе и вспучивающиеся добавки. Предложен ряд компонентов гелеобразующих систем, обеспечивающих повышенную прочность ксерогелевых слоёв и высокий коэффициент вспучивания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ross R.H. Investigation of surfaces / R.H. Ross, D.L. Honkonen, S.R. Salaymeh S.R. // Trans. Amer. Nucl. Soc. – 1991 – V. 63. – p. 218-220.

2. Патент 2264242 Российская федерация. МПК7 А62 С 5/033, Способ тушения пожара и состав для его осуществления / Борисов П.Ф., Росоха В.Е., Абрамов Ю.А., Киреев А.А., Бабенко А.В. Заявка №2003237256/12. Заявл. 23.12.2003, Опубл. 20.11.10.2005, Бюл. №32.

3. Кіреєв О.О. Обґрунтування вибору систем для дослідження явища гелеутворення при розробці нових рідинних засобів пожежогасіння /О.О. Кіреєв, О.В. Бабенко О.В. // Проблеми пожежної безпеки. Харків: Університет цивільного захисту України, 2002. – Вып.12. – С.107-110.

4. Пат. 60882 Україна, МКІ 7А62С1/00. Спосіб гасіння пожежі та склад для його здійснення / Борисов П.Ф., Росоха В.О., Абрамов Ю.О., Кіреєв О.О., Бабенко О.В. (Україна).-№ 2003032600. Заявл. 25.032003; опубл. 15.10.2003, бюл. № 10, 2003.

5. Савченко О.В. Дослідження вогнезахисної дії гелевих плівок на матеріалах, розповсюджених у житловому секторі / О.В. Савченко, О.О. Кіреєв, В.М. Альбоций, В.А. Данільченко // Проблеми пожежної безпеки. Харків: Академія пожежної безпеки України, 2006. – Вып. 19. – С. 127 – 131.

6. Кіреєв О.О. Можливість використання гелеутворюючих систем для попередження, локалізації та ліквідації пожеж та загорянь / О.О. Кіреєв, С.Д. Муравйов, О.В. Бабенко // Хранение и переработка зерна. – № 12 (54), 2003. – С. 52 – 54.

7. Айлер Р. Химия кремнезёма. Ч.1 / Р.Айлер. – М.: Химия, 1982. – 386 с.  
nuczu.edu.ua

Кіреєв О.О., Кіріченко А.Д.

**Удосконалення засобів оперативного вогнезахисту від теплового впливу пожежі.**

Розглянуті переваги та недоліки існуючих засобів оперативного вогнезахисту. Для підвищення ефективності оперативного вогнезахисту запропоновано використовувати гелеутворюючі системи. Наведені результати пошукових досліджень гелеутворюючих систем з високими тимчасовими вогнезахисними властивостями. Запропоновано введення до складу таких систем наповнювачів.

**Ключові слова:** оперативний вогнезахист, гелеутворюючі системи, наповнювачі.

Kireev A.A., Kirichenko A.D.

**Improvement of the facilities of operative fireprotection from heat influence of the fire.**

The Considered advantage and defect existing facilities operative fireprotection. For increasing of efficiency operative fireprotection is offered to use geleforming systems. Broughted results of the search studies geleforming systems with high temporary fireprotection characteristics. Offered introduction to composition of such systems of the fillers.

**Keywords:** operative fireprotection, geleforming systems, fillers.