

В этом алгоритме могут быть изменены как этапы, так и методы, это зависит от специфики деятельности организации, но принцип для всех организаций будет одинаков [4-5].

В данной работе был проведен анализ по количеству несоответствий, но более полной картина была бы, если бы имелись сведения и финансовых потерях, связанных с возникновением тех или иных несоответствий. Также важно регистрировать на каком этапе возникло несоответствие, когда и почему, чтобы выявить при каких условиях это случилось, что поможет более эффективно осуществлять корректирующие и предупреждающие действия.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2008 Системы менеджмента качества. Требования [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200068732>
2. ГОСТ Р ИСО 9001-20015 Системы менеджмента качества. Требования [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200124394>
3. ГОСТ Р ИСО/ТО 10017-2005 Статистические методы. Руководство по применению в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001 [Электронный ресурс]. – Введ. 2005-07-01 – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200039940> (дата обращения 05.10.2019).
4. И. В. Плотникова, Л. А. Редько Статистические методы и анализ проблем управления качеством // Стандарты и качество. — 2017. — № 3. — С. 37-43.
5. Анализ несоответствий в процессе производства железобетонных плит [Электронный ресурс] / А. С. Дымова, Ю. В. Никольская, Л. А. Редько // Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование : сборник научных трудов 3-й международной молодежной научно-практической конференции, 17-18 ноября 2016 г., Курск 2 т. / Юго-Западный государственный университет (ЮЗГУ) ; отв. ред. Е. В. Павлов. — 2016. — Т. 1. — [С. 244-248]. — Заглавие с экрана. — Доступ по договору с организацией-держателем ресурса. Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=27505522>

УДК 614.847

ПРИМЕНЕНИЕ ОГNETУШАЩИХ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ ЖИДКОГО СТЕКЛА

Теличко Эльвира Вячеславовна

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: lotova55@mail.com

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE USE OF FIRE EXTINGUISHING COMPOSITIONS ON THE BASIS OF LIQUID GLASS

Telichko Elvrira Vyacheslavovna

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Аннотация: Объектом исследования является разработка огнетушащих составов для пожаротушения и экологической безопасности. В процессе исследования проводились мероприятия по подбору компонентов и их оптимального содержания в составе огнетушащего состава, а также испытания для проверки способности состава противостоять огню при взаимодействии с легковоспламеняющимися жидкостями. В результате исследования разработан состав водного раствора жидкого стекла, который может использоваться в противопожарных целях.

Abstract: The subject of this study is the development of fire-extinguishing compositions for the firefighting activity and Ecological Compliance. During the research, measures to components selection and the components desired content in the fire-extinguishing composition were carried out. The check studies to composition aptitude test to the fire resist when interacting with highly-flammable liquid were also carried out. The composition of the aqueous solution of liquid glass, which can be used for fire protection purposes, is developed as a result of the investigation.

Ключевые слова: жидкое стекло, огнетушащие составы, огнетушители, огнестойкость, аэрозоли, термостойкая пена.

Keywords: liquid glass, fire-extinguishing compositions, extincteurs, fire-resistance, aerosols, fireproof foam.

Огнетушащие вещества – это вещества, обладающие физико-химическими свойствами, позволяющими создать условия для прекращения горения. [1] В огнетушителях используются огнетушащие вещества, обладающие различными свойствами и, соответственно, способами воздействия на процесс горения.

Для повышения огнетушащей способности воды в ее состав, как правило, вводят органические добавки, повышающие вязкость воды (загустители) или снижающие ее поверхностное натяжение (пенообразователи). Огнетушащую способность воды повышают добавки неорганических солей – хлоридов, карбонатов и бикарбонатов щелочных металлов, а также добавки глины и других тонкодисперсных веществ. Основными недостатками известных составов является многокомпонентность, сложность приготовления выделение ядовитых продуктов горения при разложении органических компонентов состава, а также возможность расслоения при хранении.

Использование предлагаемого огнетушащего состава позволяет значительно, по сравнению с широко используемыми, снизить температуру поверхности горения за счет расхода тепла на испарение свободной воды, молекулярной и химически связанной воды жидкого стекла, на процессы пенообразования и плавления поверхностных слоев пены.

Жидким стеклом называется раствор щелочных силикатов натрия и калия ($\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ и $\text{K}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ соответственно) являются представителями огромного класса водорастворимых силикатов, а так же стекол, которые выпускаются в промышленных масштабах.

Основные характеристики жидкого стекла:

- Жидкое стекло является экологически чистым материалов;
- густая жидкость желтого либо серого цвета;
- без запаха;
- жидкое стекло безопасно к пожару;
- высокоустойчиво при высоких температурах.

Испытания проводились по четырем сценариям: тушили деревянные домики, автомобильные шины, противень с легковоспламеняющейся жидкостью и еловые ветки. На полигоне - две пожарные машины. Первая команда пожарных использовала инновационный раствор на основе жидкого стекла, вторая - тушила огонь традиционно - водой и пеной. [2]

В ходе тушения производились замеры по температуре, по скорости тушения. По итогам испытаний будет подготовлен научный отчет. Затем проведены повторные испытания - более сложные. После чего можно будет говорить об эффективности. Десять секунд - много это или мало? На первый взгляд - немного, но если увеличить площадь пожара в разы, то и разница во времени тушения возрастает в разы, а это значит, что, возможно, количество спасенных жизней будет больше.

Подобные технологии есть на западе. Имеется патент у немецких ученых, но его суть заключается в том, что они используют жидкое стекло с концентрацией от 50 до 98%.

Вариант ученых ТПУ - от 5 до 50%. Немецкое средство не предназначено для тушения зданий и лесных пожаров - им наполняют маленькие аэрозольные баллончики.

Эффективность действия состава жидкого стекла обеспечивается способностью создавать на поверхности горения изолирующую пленку, которая предотвращает доступ кислорода к очагу горения. Основной недостаток этого состава заключается в его высокой вязкости, в связи с этим огнетушащий состав наносится на очаг горения из аэрозольных упаковок с помощью транспортирующих газов, таких как азот, диоксид углерод или пенообразующие средства.

Для того чтобы более эффективно использовать жидкое стекло в качестве тушащего состава, нужно снизить его вязкость при помощи добавления в состав воды. Жидкое стекло – загуститель по отношению к воде, а по отношению к жидкому стеклу вода – разжижитель. Изготовление эффективного огнетушащего состава жидкого стекла с добавлением воды, которые дают требуемые уровень вязкости и результат значительного понижения температуры в очаге горения, больших значений температуростойкости и способности изолирующей состав при помощи испарения свободной воды и вспенивания жидкого стекла.

Требуемая задача осуществляется тем, что огнетушащий состав, в котором содержится вода и загущающая примесь. Загущающей примесью выступает жидкое стекло, модуль которого имеет значения в диапазоне 2,5-3,2. Необходимо соблюдение следующего соотношения компонентов (% мас.):

Вода	50-95;
Жидкое стекло	5-50.

Жидкое стекло представляет собой вязкую жидкость. Общая химическая формула:



где R_2O – оксид щелочного металла,
 m – модуль жидкого стекла.

Плотность жидкого стекла составляет 1400-1500 кг/м³, а коэффициент динамической вязкости до 1Па•с. Жидкое стекло способно смешиваться с водой в любых соотношениях. В случае содержания в огнетушащем составе в обусловленном диапазоне от 5 % до 50 %, происходит изменение вязкости раствора в диапазоне от 0,004 Па•с до 0,5 Па•с, с изменением плотности раствора в промежутке от 1020 кг/м³ до 1250 кг/м³. В таком случае, жидкое стекло с абсолютной уверенностью можно отнести к веществам, которые наиболее повышают вязкость воды, а именно, к загущающим веществам. В данном диапазоне концентрации такого стекла с добавлением водного раствора, вязкость значительно повышается в 4-500 раз по отношению с вязкостью воды. [3] Это изменение вязкости водных растворов, которые используются при тушении пожаров фактически недостижимо, в случае использования органических или неорганических загустителей.

При растворении жидкого стекла в водном растворе значительно увеличивается плотность раствора, что обуславливает усиление кинетической энергии струи раствора к отношению с энергией струи воды, которая направлена в очаг воспламенения с такой же скоростью. Дальность движения струи раствора в этом случае увеличивается.

Наиболее распространенным средством пожаротушения является вода, которая, попадая в очаг горения, и испаряясь, забирает большое количество тепла и снижает температуру поверхности горения. Практика показывает, что использование воды достаточно эффективно при незначительных возгораниях и низкотемпературных пожарах. При тушении высокотемпературных пожаров струя воды может и не достигать поверхности горения, испаряясь на подлете к зоне горения. Поэтому при тушении таких пожаров необходимо большое количество воды.

Анализ физико-химических процессов, происходящих при высокотемпературном воздействии на огнетушащую жидкость, показывает весьма ограниченный перечень этих

процессов, оказывающих решающее влияние на подавление огня. Огнетушащая жидкость должна не только понижать температуру в очаге горения за счет испарения воды или выделения газов, не поддерживающих горения, но и образовывать на поверхности горения изолирующие пленки или другие преграды, блокирующие доступ кислорода.

Кроме того, для достижения поверхности горения струя огнетушащего средства должна обладать большей кинетической энергией по сравнению со струей воды. Это можно достичь путем увеличения плотности жидкости за счет введения в её состав веществ, повышающих не только плотность воды, но и её вязкость. Как правило, в качестве загущающих добавок используют примеси неорганических солей- карбонатов, хлоридов, бикарбонатов щелочных металлов, и к тому же примеси глины и примеси других тонкодисперсных веществ.

Из большого многообразия неорганических загустителей наиболее целесообразно использовать водорастворимый силикат натрия (жидкое стекло), плотность которого находится в диапазоне 1380-1500 кг/м³, коэффициент динамической вязкости которой составляет до 1 Па·с. В таком случае, жидкое стекло взаимодействует с водой в любых процентных соотношениях и при содержании в водном растворе от 5 до 50%, жидкое стекло меняет вязкость вещества раствора от 0,004 Па·с до 0,5 Па·с, а также повышает плотность раствора в данном диапазоне с 1020 кг/ м³ до 1250кг/ м³. [4]

В данном диапазоне процентной концентрации жидкого стекла в составе вещества водного раствора, его вязкость возрастает примерно в 4-500 раз по отношению к вязкости воды (0,001 Па·с, 20°C).

Увеличение плотности раствора позволит увеличить дальность полета струи за счет увеличения её кинетической энергии.

При полете струи вещества жидкого стекла к границе очага возгорания, при помощи высокой температуры совершается нагревание раствора вещества и снижается его вязкость, это способствует хорошему закреплению раствора вещества на границе очага горения. Для повышения смачиваемости и растекания веществ раствора на границе очага горения и воспламенения, в состав раствора можно вводить поверхностно-активные вещества с поверхностным натяжением порядка 30 мН/м в диапазоне 0,001-0,1 кг/ м³ воды

При выпаривании воды из раствора жидкого стекла на границу очага горения повышается процентная концентрация жидкого стекла, это обуславливает повышение его вязкости, а так же при абсолютном испарении воды из состава вещества раствора, на границе горения создается пленка из жидкого стекла, которая обладает особым свойством непрерывности. Возникшая пленка теряет молекулярную воду при температуре 120-200°C и приобретает твердообразное состояние, которое носит название ксерогель.

В диапазоне температур 200-400°C из ксерогеля удаляется вода, которая химически связана, при воздействии которой плёнка из жидкого стекла получает пиропластичное состояние. Пары воды, которые выделяются, увеличивая объём вспенивают эту пленку, а ее объём увеличивается в 10-50 раз. Плотность пены, которая образовалась на границе горения, составляет 30-50 кг/м³, данный слой блокирует попадание кислорода к границе горения. Слой пены, образовавшийся в процессе, не подвергается горению, потому что по составу подобен неорганическому веществу – обезвоженному силикату щелочного металла.

Получившийся слой плотной неорганической пены имеет низкий коэффициент теплопроводности и находится в диапазоне от 0,03 до 0,036 Вт/м·К и прекращает прогрев затухающей границы до температуры воспламенения за счет быстрого уменьшения движения теплового потока, который образуется при излучении огня и тепла, образовавшихся дымовых газов. Такая пена способна сохранять свою особенную структуру и свойства при нагревании до температуры, не превышающей 550°C, а в случае превышения данной температуры про-

исходит частичное плавление верхнего слоя пены и уплотнение. В процессе плавления наружного слоя пены тратится определенное количество тепла.

При приготовлении огнетушащих растворов необходимо использовать жидкое стекло с силикатным модулем в пределах 2,5-3,2, так как интенсивность вспенивания жидкого стекла при термическом нагреве зависит от состава его молекулярной, воды химически связанной, количество которой в жидком стекле предопределяется его модулем и особенностью строения силикатного аниона. [5]

Проверку влияния величины силикатного модуля жидкого стекла на процесс его вспенивания проводили путем нанесения на поверхность деревянных реек сечением 1×2 см жидкого стекла с силикатным модулем в пределах $m=1-3,4$. Затем рейки с жидким стеклом подсушивались в сушильном шкафу (80°С) в течение 20 мин, после чего помещались в предварительно нагретую до 600°С муфельную печь и выдерживались в ней в течение 1 минуты. Коэффициент вспенивания жидкого стекла определялся по отношению толщины слоя пены к толщине исходной пленки жидкого стекла. Необходимо отметить, что под слоем пены обугливания деревянных реек не наблюдалось.

В заключение, необходимо отметить, что жидкое стекло является типичной нанодисперсной системой, обладающей уникальной способностью образовывать твердую неорганическую пену при термическом нагреве и это свойство предопределяет новую область использования жидкого стекла при тушении пожаров практически всех классов сложности.

Список литературы

1. Баратов А.Н., Иванов Е.Н. Пожаротушение на предприятиях химической и нефтеперерабатывающей промышленности. М.: Химия, 1970. С. 64–72.
2. Пат. РФ № 2275951 Водный раствор для тушения пожаров / В.А. Лотов, А. П. Смирнов, Л. Г. Лотова; опубл. 10.05.2006 // Бюл. 2006. № 13.
3. Сычев М. М. Неорганические клеи. Л.: Химия, 1986. С. 26–37. В.А.Лотов, А.П.Смирнов, Л.Г.Лотова. Водный раствор для тушения пожаров. Патент на изобретение №:2275951.
4. Сычев М.М. “Неорганические клеи”.- Л.: Химия, 1986. – с. 26-37.
5. Корнеев В.И., Данилов В.В. “Жидкое и растворимое стекло” – СПб: Стройиздат, 1996. – с.44-49,с.141-147.

УДК 614.842.83.054-047.44(47+57)(100)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМАХ

Тертишникова Валентина Сергеевна

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск*

E-mail: tertishnikova41@gmail.com

ENSURING FIRE SAFETY IN APARTMENT BUILDINGS

Tertishnikova Valentina Sergeevna

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Аннотация: В процессе исследования проведен обзор существующей нормативно-правовой базы в области обеспечения пожарной безопасности в многоквартирных жилых домах, порядок проведения пожарного надзора и основные требования пожарной безопасности, контролируемые при проведении проверок. Проведен анализ статистических данных в