

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИДКОФАЗНЫХ ОГNETУШАЩИХ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ ЖИДКОГО СТЕКЛА

*В.А. Юркина, студент, И.И. Романцов, доцент  
ФГАОУ ВО НИ Томский политехнический университет, г. Томск  
634050, г. Томск пр. Ленина 30, тел. 89234063113,  
E-mail: varenie06@gmail.com*

Актуальность данной темы в том, что, применение жидкофазных огнетушащих составов на основе жидкого стекла позволит человечеству сберечь исчерпаемые природные ресурсы, а именно, запасы пресной воды, которая, как правило, применяется в пожаротушении. Применение жидкофазных огнетушащих составов на основе жидкого стекла позволяет в разы быстрее потушить различные пожары, а так же предотвратить дальнейшее возгорание.

Цель данной статьи является анализ целесообразности применения жидкофазных огнетушащих составов на основе жидкого стекла.

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

Известны следующие способы прекращения горения:

- охлаждение очага горения ниже определенных температур;
- изоляция очага горения или снижение содержания кислорода;
- механический срыв пламени;
- создание условий огнепреграждения;
- торможение скорости химических реакций в пламени (ингибирование).

В соответствии со способами прекращения горения огнетушащие вещества подразделяются на:

- охлаждающие,
- разбавляющие,
- изолирующие,
- ингибирующие.

Однако, строго разделить огнетушащие вещества по этим признакам не представляется возможным, т. к. все они обладают комбинированным воздействием при наличии доминирующего свойства. В настоящее время широко используются следующие огнетушащие вещества:

- вода,
- вода с добавками,
- пена (химическая или воздушно-механическая),
- огнетушащие порошки,
- углекислый газ,
- галогенизированные углеводороды.

Известно, что вода является наиболее широко применяемым огнетушащим средством тушения пожаров.[2] 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.

Жидкое стекло представляет собой водный щелочной раствор силикатов натрия  $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$  и (или) калия  $\text{K}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ . Реже в качестве жидкого стекла используют силикаты лития, например, в электродном покрытии.

Одним из эффективных и действующих составов является состав, содержащий более 50% жидкого стекла, преимущественно 90-98% с модулем жидкого стекла в пределах 1-4. Эффективность действия такого состава обеспечивается способностью жидкого стекла образовывать на поверхности горения только изолирующую пленку, предотвращающую доступ кислорода воздуха к поверхности горения. Основным недостатком известного состава является его высокая вязкость, в связи с чем огнетушащий состав наносится на поверхность горения из аэрозольных упаковок с помощью транс-

портирующих газов – азота, диоксида углерода или пенообразующих средств, а также с помощью других приспособлений.[3]

Жидкое стекло или растворимый силикат щелочных металлов лития, калия, натрия представляет собой вязкую жидкость с общей химической формулой  $R_2O \cdot mSiO_2 \cdot nH_2O$  (где  $R_2O$  - оксид щелочного металла,  $m$  - модуль жидкого стекла) с плотностью 1400-1500 кг/м<sup>3</sup> и коэффициентом динамической вязкости до 1 Па·с. Жидкое стекло смешивается с водой в любых соотношениях и при содержании в огнетушащем составе в указанном количестве (5-50%) изменяет вязкость раствора от 0,004 Па·с до 0,5 Па·с при изменении плотности раствора с 1020 кг/м<sup>3</sup> до 1250 кг/м<sup>3</sup>. Таким образом, жидкое стекло с полным основанием можно отнести к веществам, существенно повышающим вязкость воды, то есть к загущающим веществам. В указанном диапазоне концентрации жидкого стекла в составе водного раствора вязкость раствора увеличивается в 4-500 раз по сравнению с вязкостью воды (0,001 Па·с, 20°C). Такое изменение вязкости водных растворов, используемых для тушения пожаров, практически недостижимо при использовании органических или неорганических загустителей.

Кроме того, при растворении жидкого стекла в воде существенно повышается плотность раствора, что способствует увеличению кинетической энергии движения струи раствора по сравнению с энергией струи воды, направленной в очаг горения с одинаковой скоростью. Дальность полета струи раствора при этом также увеличивается.

При приготовлении предлагаемого огнетушащего состава необходимо использовать жидкое стекло с модулем  $m=SiO_2/R_2O=2,5-3,2$ . В известном составе используется жидкое стекло с модулем от 1 до 4, и этот интервал охватывает все виды жидких стекол, выпускаемых промышленностью. Если огнетушащий состав выполняет только роль пленочного изолирующего покрытия, то величина модуля не имеет особого значения. Для предлагаемого состава величина силикатного модуля имеет большое значение, т.к. помимо пленочного изолирующего покрытия состав после испарения свободной воды выполняет роль и пенообразующего покрытия, а интенсивность термического вспенивания жидкого стекла зависит от содержания в нем молекулярной и химически связанной воды, необходимое количество которой для вспенивания содержится при значениях силикатного модуля в пределах 2,5-3,2. Срок хранения состава в герметичных металлических емкостях не вызывает коррозии металла и практически неограничен.

Поведение предлагаемого огнетушащего состава в очаге горения по сравнению с прототипом имеет ряд существенных отличий. При полете струи раствора жидкого стекла к поверхности горения, под действием высокой температуры происходит нагрев раствора и снижается его вязкость, что способствует лучшему растеканию раствора на поверхности горения. При испарении воды из раствора на поверхности горения увеличивается концентрация жидкого стекла, значительно повышается его вязкость и при полном испарении воды из состава раствора на поверхности горения остается пленка жидкого стекла, обладающая свойством непрерывности. Для увеличения смачиваемости раствором поверхности горения и повышения степени диспергирования струи раствора в его состав можно вводить высокомолекулярные поверхностно-активные вещества с поверхностным натяжением менее 30•10<sup>-3</sup> Н/м, например, на основе поливинилового спирта, толуола и воды в количестве 0,001-0,1 кг/м<sup>3</sup> воды в растворе.

После испарения свободной воды образуется пленка жидкого стекла на поверхности горения при температуре 120-200°C теряет молекулярную воду и приобретает твердообразное состояние. В интервале температур 200-400°C из твердообразного жидкого стекла начинает удаляться химически связанная вода, под действием которой корочка жидкого стекла приобретает пиропластическое состояние, а выделяющиеся пары воды, вследствие резкого увеличения своего объема, вспенивают эту корочку и ее объем увеличивается в 10-50 раз. Слой пены образовавшейся на поверхности горения имеет плотность 30-50 кг/м<sup>3</sup> и этот слой надежно блокирует доступ кислорода воздуха к поверхности горения. Данный слой пены не подвергается горению, так как по своему составу является неорганическим веществом - безводным силикатом щелочного металла.

Образовавшийся слой твердой неорганической пены обладает низким коэффициентом теплопроводности (0,03-0,036 Вт/м·К) и предотвращает прогрев затушенной поверхности до температуры возгорания за счет резкого снижения интенсивности воздействия теплового потока, образующегося при излучении пламени и конвективного тепла дымовых газов.

Пена сохраняет свою структуру и свойства при нагреве до температуры 550°C, выше которой начинается уплотнение и частичное подплавление поверхностного слоя пены. На процесс плавления поверхностного слоя пены затрачивается определенное количество тепла.

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. Данные тепловые эффекты невозможно достигнуть при использовании органических или других загущающих составов.

Задачей настоящего изобретения на основе жидкого стекла является создание эффективного огнетушащего состава с использованием жидкого стекла и воды, обеспечивающего необходимый уровень вязкости и достижение значительного снижения температуры в зоне горения, высоких значений стойкости температуры и изолирующей способности состава за счет испарения свободной воды и термического вспенивания жидкого стекла.

Данная задача достигается тем, что огнетушащий состав, содержащий загущающую добавку и воду, в качестве загущающей добавки использует жидкое стекло с модулем 2,5-3,2 при следующем соотношении компонентов, мас. %: вода – 50-95; жидкое стекло – 5-50.

Подачу огнетушащего состава на объект возгорания стоит осуществлять с помощью стационарных установок, пожарных машин. Также, при тушении лесных пожаров предлагаемым составом стоит направлять ранцевые огнетушители.

Проведенные испытания предполагаемого раствора показали высокую эффективность использования предлагаемого огнетушащего состава. Его целесообразно использовать при тушении пожаров, относящихся к классам А, В, С. Высококонцентрированные растворы жидкого стекла особенно эффективны при тушении пожаров на нефтяных и газовых скважинах.

Более того, предлагаемые растворы жидкого стекла целесообразно использовать в качестве огнезащитного средства для предотвращения возгорания других объектов, находящихся вблизи от очага пожара, например стен деревянных зданий, отдельных деревьев и кустарников при лесных пожарах.

Литература.

1. Дворский М. Н., Палатченко С. Н. Техническая безопасность объектов предпринимательства, II том, 2006, с. 3
2. А.Н.Баратов, Е.Н.Иванов. Пожаротушение на предприятиях химической и нефтеперерабатывающей промышленности. - М.: Химия, 1979, с.64-72.
3. В.А.Лотов, А.П.Смирнов, Л.Г.Лотова. Водный раствор для тушения пожаров. Патент на изобретение №:2275951.

### **ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫЗОВА ПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ В РФ**

*А.А. Потехина, студент, И.И. Романцов, к.т.н., старший преподаватель кафедры ЭБЖ  
Томский политехнический университет, г. Томск  
634034, г. Томск, ул.Вершинина 33 – 510, тел. 8(913)8856431  
E-mail: potehina\_1994@mail.ru*

В нашем мире происходит большое количество пожаров, которые влекут за собой большой ущерб, человеческие жертвы. Поэтому президентом и правительством перед МЧС России была поставлена задача – исключить человеческий фактор, то есть создать систему автоматической передачи сигнала о пожаре с социально значимых объектов в пожарную часть. [1]

Целью данной работы является изучение вопроса внедрения системы автоматического вызова пожарной службы в РФ, рассмотрение преимуществ вносимых изменений.

Был объявлен конкурс на выполнение данной задачи. Одно из предприятий-участников разработало комплекс «Радиоволна», предназначенный для построения систем комплексного мониторинга параметров, характеризующих состояние объектов различного функционального назначения, оповещения органов управления МЧС России, персонала объектов и населения о чрезвычайных ситуациях. Основой комплекса «Радиоволна» является программно-аппаратный комплекс (ПАК) «Стрелец-Мониторинг», принятый на снабжение в системе МЧС приказом № 743 от 28.12.2009 г. [2]

Система передачи извещений предназначена для передачи извещений от установленного на различных объектах оборудования охранно-пожарной сигнализации на пульт централизованного наблюдения (ПЦН), передачи команд управления объектовому оборудованию, передачи сообщений от ПЦН к оборудованию, управляющему оповещением населения о чрезвычайных ситуациях.[3]