

Электрические разряды в газах. Внешняя изоляция воздушных линий и распределительных устройств. Внутренняя изоляция. – 119 с.

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ОГNETУШАЩИХ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ ЖИДКОГО СТЕКЛА

¹*А.А. Селина, студентка гр. 1Е51*

¹*А.И. Сечин, д.т.н., проф.,*

¹*И.И. Романцов, к.т.н., доц.*

¹*А.А. Сечин, к.т.н., доц.*

²*Г.А. Лопатин слушатель уч. группы 4117 ТмЗ*

¹*Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр.Ленина,30,
тел.8-952-885-5396*

E-mail: auct-68@yandex.ru

²*ФГБОУ ВО «Академия государственной противопожарной службы
Министерства РФ по делам ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных
бедствий», г. Москва*

Экологические вопросы при тушении пожаров в нашей стране всегда рассматриваются достаточно поверхностно, так как основной задачей при возникновении пожаров является локализация и ликвидация горения. Разумеется, что при развитии чрезвычайной ситуации (ЧС), как правило, экологическое состояние окружающей среды рассматривается во вторую очередь. Экологический ущерб от последствий ликвидации пожаров остается без внимания.

Многие огнетушащие вещества, такие как пены, порошки, содержат в себе вещества, достаточно опасные как для человека и животных, так и для растений, и способны загрязнять окружающую среду. К примеру, поверхностно-активные вещества, которые применяются в качестве пенообразователей и смачивателей, попадая в водоемы, препятствуют поступлению кислорода, что приводит к гибели фитопланктона, рыб, угнетается рост микроорганизмов. Кроме того, поверхностно-активные вещества оказывают токсическое воздействие на водные и наземные экосистемы. Некоторые порошки, попадая в пламя, разлагаются с образованием токсичных соединений – аммиака, диоксида углерода, оксида фосфора, азота [5].

Поэтому возникает потребность в поиске альтернативного огнетушащего вещества, сочетающего в себе такие показатели, как эффективность, экономическая выгодность и экологическая безопасность. Наиболее подходящим в этом плане следует считать самое распространенное огнетушащее вещество – воду, однако тушение легковоспламеняющихся жидкостей водой неэффективно, ввиду того, что вода имеет большую, чем данные жидкости, плотность.

При тушении водой легковоспламеняющаяся жидкость поднимается на поверхность и продолжает гореть, начиная при этом растекаться вместе с водой по поверхности, от чего увеличивается площадь пожара. Для воды применяются различные добавки, способствующие улучшению ее огнетушащих свойств (приводящие к снижению температуры замерзания, снижению коэффициента поверхностного натяжения, повышению смачивающей способности, повышению вязкости).

К одним из таких веществ относятся водные растворы жидкого стекла.

Целью исследования является анализ применения огнетушащих составов на основе жидкого стекла как экологических загрязнителей окружающей среды.

Оценка проводилась на основе выявления свойств данного вещества при тушении огня оказывать негативное влияние на различные компоненты окружающей среды.

Жидкое стекло, или силикатный клей, представляет собой водно-щелочной раствор натрия, калия, лития или четвертичного аммония, имеющего химическую формулу:



где R_2O – оксид щелочного металла, либо четвертичный аммоний; m – модуль жидкого стекла.

Модуль жидкого стекла показывает отношение оксида кремния к оксиду щелочного металла и в основном характеризует его способность к растворимости [3]. Для целей пожаротушения модуль стекла играет немаловажную роль. В зависимости от данного показателя будет зависеть образование слоя пены на поверхности горючего вещества, препятствующего проникновению кислорода к горючему веществу, тем самым предотвращая горение. При этом наиболее эффективным считается применение стекла с модулем 2.5-3.2 и в следующих соотношениях с водой: вода – 50-95%, жидкое стекло 5-50 % (масс.) [4].

Жидкое стекло растворимо в воде, вследствие гидролиза этот раствор имеет щелочную реакцию. В зависимости от концентрации водных растворов жидкого стекла с модулем в пределах $m=2.6-4.0$ значение рН варьируется в пределах 10-13. Разбавление водой в соотношении от 1:10 до 1:100 изменяют рН-значение раствора жидкого стекла лишь незначительно: 1%-й раствор имеет рН-значение между 10 и 12 [1]. Однако щелочной характер жидкое стекло имеет только в гидролизованном состоянии, т.е. при его высыхании и превращении в твердообразное состояние, щелочность его уменьшается и достигает состояния нейтральности. Из последнего следует, что использование жидкого стекла будет оказывать негативное экологическое воздействие на растения в меньшей степени.

В процессе ликвидации горения растворами силикатного клея в первую очередь испаряется вода, с помощью которой разбавили клей, а затем удаляется вода из самого силикатного клея. Жидкое стекло преобразуется в твердообразное состояние – ксерогель. При его последующем использовании формируется пленка, способная увеличиваться при нагревании примерно в 30 раз – образуется слой неорганической негорючей пены значительной толщины. Сформировавшийся на поверхности горения слой пены обладает плотностью 30-50 кг/м³ и является надежной преградой кислороду воздуха к поверхности горения. Кроме того, он предотвращает выделение токсичных дымов с горящей поверхности. Данный слой пены не подвергается горению и не образует токсичных продуктов горения, ввиду того что этот слой является безводным силикатом щелочного металла, то есть неорганическим веществом. Образовавшийся слой твердой неорганической пены обладает низким коэффициентом теплопроводности и защищает потушенную поверхность от последующего прогрева до температуры возгорания вследствие 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 [4].

При тушении высокотемпературных пожаров обычной водой струя может не достигать поверхности горения, испаряясь на подлете к зоне горения. Поэтому при тушении таких пожаров необходимо большое количество водных ресурсов. Для достижения поверхности горения струя огнетушащего средства должна обладать большей кинетической энергией по сравнению со струей воды. Этого можно достичь путем увеличения плотности жидкости за счет введения в её состав веществ, повышающих не только плотность воды, но и её вязкость. При добавлении в воду жидкого стекла увеличивается плотность раствора, что способствует увеличению дальности полета струи за счет повышения ее кинетической энергии. При полете струи

раствора жидкого стекла к границе очага возгорания, при помощи высокой температуры совершается нагревание раствора и снижается его вязкость, это способствует надежному закреплению раствора на границе очага горения.

Помимо вышеуказанного, водные растворы жидкого стекла позволяют существенно сократить расходы воды. При попадании на пламя 1 м³ 10%-го раствора силикатного клея, формируется до 1,5 м³ неорганической пены. При использовании 50%-го раствора клея объем образующейся пены из 1 м³ раствора составит порядка 5-10 м³ при плотности пены 30-50 кг/м³. Данные расчеты дают основание полагать, что использование водных растворов жидкого стекла как средства пожаротушения позволяет уменьшить расход данного средства примерно в 5-10 раз по сравнению с расходом воды. Это позволяет сэкономить такой ценный ресурс, как вода.

По санитарно-токсикологическому признаку вредности жидкое стекло относится к 3 классу опасности, то есть к умеренно опасным веществам. При попадании на кожу и слизистые раствор способен вызывать раздражение [2]. Однако ввиду того, что в процессе горения из раствора испаряется вода, огнетушащее вещество перестает представлять опасность, так как образующаяся пена теряет свойство щелочности. Кроме того, вещество обладает слабой кумулятивной способностью, а это значит, что оно не способно вызывать отравлений у живых организмов на протяжении длительного времени.

Таким образом, в ходе исследования была проведена экологическая оценка применения огнетушащего состава на основе жидкого стекла. Была выявлена его нетоксичность и химическая нейтральность, а вследствие этого и определена его безвредность для различных компонентов окружающей среды. Огнетушащее вещество позволяет значительно сократить расход воды на ликвидацию пожаров. Данный раствор можно рекомендовать к тушению пожаров, так как он не несет необратимых негативных последствий на окружающую среду.

Список литературы:

1. Буймов Я.Е., Мартынова А.В. Прозрачный терморазбухающий гель для противопожарного остекления // Молодежь наука технологии: идеи и перспективы (МНТ-2014): Материалы I Международной научной конференции студентов и молодых ученых. – Томск, 2014. – С. 243 – 244.
2. ГОСТ 13078-81 Стекло натриевое жидкое. Технические условия.
3. Корнеев В.И., Данилов В.В. Жидкое и растворимое стекло. – С: Стройиздат. - 1996. – 216 с.
4. Пат. 2275951 Россия МПК А62D 1/00 (2006.01). Водный раствор для тушения пожаров / Лотов В. А., Смирнов А. П., Лотова Л. Г. Заявлено. 09.11.2004; Опубл. 10.05.2006, Бюл.№13. – 8 с.
5. Янц А.И., Павлов М.М. Жидкофазные огнетушащие составы на основе жидкого стекла // Инновационная наука. – г. Уфа, 2017. – №8. – с. 28 – 29.