

ТЕРМОСТОЙКАЯ ПЕНА ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ ПРИ МИНУСОВЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Аннотация. На основе исследования криогенных минеральных водных растворов солей, обычно применяемых для борьбы с гололедом, разработан пенообразующий состав, пригодный для тушения пожаров при минусовых температурах (до -30 °С). Пенообразующий состав включает концентрированный раствор хлористого магния в воде со стабилизатором термостойкой пены "АЛИТ" и морозоустойчивый пенообразователь.

Ключевые слова: пенообразователи, минусовые температуры, термостойкая пена, устойчивость пены, пожарная безопасность, профилактика, экология.

M.V. Aleshkov, Kh.A. Taysumov

HEAT-RESISTANT FOAM FOR PREVENTIVE MAINTENANCE AND SUPPRESSION OF FIRES AT MINUS TEMPERATURES

Abstract. On the basis of research of cryogenic mineral water solutions of the salts usually applied to struggle against ice, is developed foaming structure, suitable for suppression of fires at minus temperatures (to -30 wasps). The foaming structure includes the concentrated solution of chloride magnesium in water with the stabilizer of heat-resistant foam "ALIT" and cold-resistant foaming.

Key words: foaming agent, minus temperatures, heat-resistant foam, stability of foam, fire safety, preventive maintenance, ecology.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 9 июня 2010 г.

Для локализации и тушения начальных очагов пожаров обычно используются первичные средства, наиболее важная роль отводится самым эффективным из них – огнетушителям.

Установлено, что из огнетушителей успешно подавляются загорания в течение первых 4 мин с момента их возникновения, т.е. до прибытия пожарных подразделений. По статистическим данным исследователей [1], 75 % пожаров происходит в дневное время и ущерб от них составляет 25 % общего ущерба, поскольку большинство очагов пожаров ликвидируется огнетушителями.

По виду огнетушащего состава огнетушители подразделяются на водяные, пенные, порошковые, хладоновые, углекислотные и комбинированные.

Наиболее эффективным средством тушения пожаров нефти и нефтепродуктов при проливах и в аварийных ситуациях является пена.

Более широкому использованию пены при профилактике и тушении пожаров, например на автотранспорте, препятствует температурная зависимость применения пенных средств тушения пожаров, требующих хранения огнетушителей при плюсовых температурах.

Разработанные в мировой практике морозоустойчивые пенообразователи решают лишь проблему их транспортировки и хранения, тогда как условия применения пенообразователей ограничиваются температурой воды плюс 4-40 °С.

За указанный нижний температурный предел удалось выйти только благодаря разработке неорганических стабилизаторов термостойкой пены системы "АЛИТ" и композиций пенообразователей на их основе [2].

При подборе низкотемпературных композиций пенообразователей решающее значение приобретает вопрос о совместимости компонентов и их влиянии на эксплуатационные свойства пенообразователей и огнетушащие свойства пены. Поэтому многие вещества, заметно понижающие температуру замерзания водных растворов, оказываются неэффективными.

Анализ патентной и технической информации показывает, что наибольшее применение в морозоустойчивых концентрированных составах пенообразователей представляют органические добавки – спирты, гликоли, амины и амиды.

Ограничение на использование этих добавок накладывают относительная токсичность и пожарная опасность паров. По тем же соображениям использование органических веществ, в соответствующих концентрациях в рабочих растворах, для понижения температуры замерзания нецелесообразно.

Наибольшую перспективу для создания морозоустойчивых водных растворов представляют нетоксичные и пожаробезопасные минеральные соли – NaCl, MgCl₂, CaCl₂. В водных растворах при концентрациях 20-30 % эти соли способны понизить температуру замерзания воды до минус 20, 30 и 50 °С, соответственно. Однако эти соли оказывают отрицательное воздействие на функциональные свойства пены. Так называемые ионы жесткости магния – Mg⁺⁺ и кальция – Ca⁺⁺ при увеличении их содержания в воде более 7 мг-экв/л существенно снижают пенообразующие и огнетушащие свойства пенообразователей и пены [3].

В соответствии с рекомендациями [4], использование морской воды и пресной воды с повышенной жесткостью (более 30 мг-экв/л) для получения пены из пенообразователей общего назначения в целях пожаротушения запрещено. Запрет распространяется и на фторсодержащие пенообразователи, используемые в системах подслоного тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах.

Простые расчеты показывают, что для 20,6 %-го раствора хлористого магния – MgCl₂ в воде с температурой замерзания минус 30 °С жесткость воды составит 26000 мг-экв/л, что превысит предельно допустимую величину жесткости (30 мг-экв/л) в 867 раз; для 30,5 %-го раствора CaCl₂ в воде с температурой замерзания минус 50 °С, соответственно – 55000 мг-экв/л, что превысит допустимую жесткость воды в 1833 раза.

После открытия в Волгоградской области залежи бишофита MgCl₂·6H₂O, последний был глубоко изучен рядом институтов (МАДИ, ВНИИТМАШ, ГипродорНИИ) на предмет использования для борьбы с гололедом на дорогах и его воздействия на технику и окружающую среду.

Было установлено, что при 15 %-й концентрации и выше коррозионная активность бишофита не превышает уровня водопроводной воды.

Большинство антиобледенителей разрушает тротуары и проезжую часть дорог. Независимые исследования, проведенные национальным исследовательским институтом Германии, показали, что хлорид кальция и хлорид натрия вызвали в несколько раз большее крошение асфальтового покрытия, чем хлористый магний (бишофит).

Хлористый магний (бишофит) также способствует продлению срока эксплуатации металлических изделий, соприкасающихся с антиобледенителями. Исследования подтвердили, что он в значительной степени меньше подвергает металл коррозии, чем хлорид кальция и хлорид натрия.

Он меньше, чем другие вышеназванные соединения, разрушает цементные опоры и сооружения, мягче действует на растения и даже повышает их продуктивность, не изменяя качества (НИИ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова).

Бишофит безопасен для окружающей среды. Ни один из современных антиобледенителей не может сравниться с хлористым магнием (бишофитом). Он эффективен и экономичен, предотвращает образование льда при температуре до минус 35 °С. Бишофит действует быстро: за 15 минут он растапливает вдвое больше льда, чем хлорид натрия.

Подсчитано, что стоимость содержания дорог с применением кристаллического бишофита в 3-5 раз меньше, чем при использовании других веществ, применяемых для этих же целей.

Эффективным средством при тушении лесных пожаров является разбавленный рассол природного бишофита, впервые использованный ЛенНИИЛХ в 1980-1996 гг. (г. Санкт-Петербург).

Противопожарную смесь готовят путем растворения хлористого магния (бишофита) в металлической (но не алюминиевой!) емкости. Оптимально эффективной для тушения лесных и степных пожаров, деревянных строений является водно-бишофитовая смесь 10 %-концентрации. Для визуализации обработанной территории в смесь рекомендуется добавлять 0,9-1,2 % кислотного красителя желтого или оранжевого цвета (ОСТ 6-14-37-80), а для предохранения от коррозии металлических предметов – ингибитор М-1 (ТУ 6-0,2-1132-78) в объеме 1 %.

Перечисленные эксплуатационные преимущества бишофита, по сравнению с другими минеральными солями, стали основанием для его использования в качестве компонента в пенообразующих составах для минусовых температур.

Пенообразующие составы для тушения пожаров при минусовых температурах с использованием криогенных растворов минеральных солей могут быть использованы как в стационарных автоматических системах пожаротушения, так и в переносных огнетушителях всепогодного действия, не требующих в зимнее время их перемещения в обогреваемые помещения.

Ниже приведены сведения о пенообразующих композициях, позволяющих получать термостойкую пену для тушения пожаров при температурах до минус 30 °С. В композиции заряда для огнетушителей использован морозо-

устойчивый раствор хлористого магния со стабилизатором термостойкой пены "АЛИТ" и морозоустойчивый пенообразователь.

С целью придания пене универсальности по отношению к объектам тушения пожаров были использованы неионогенные фторированные ПАВ.

В испытаниях были использованы следующие вещества:

- магний хлористый, ГОСТ 4209-77;
- стабилизатор термостойкой пены "АЛИТ", ТУ 216-350-002-39928758-02 с изменением № 1;
- пенообразователь *Orchidee Germani AFFF* 3 %-й (-40 °С) с добавкой 3 %-аммиака;
- аммиак водный, "чда", ГОСТ 1760-79;
- уксусная кислота, ГОСТ 19814-74;
- вода питьевая.

Все испытания составов осуществляют по стандартным методикам, рекомендованным при разработке новых пенообразующих составов ГОСТом Р 15.201-2000.

Из многообразия эксплуатационных свойств пенообразователей в зависимости от температуры, включенных в ГОСТ 4.99 СПКП, важным свойством, определяющим возможность применения пенообразователей, является вязкость. Значения вязкости могут меняться в широких пределах в зависимости от температуры.

В проведенной автором работе вязкость исследуемых растворов определялась на ротационном вискозиметре "Реотест-2". Использование ротационного вискозиметра позволило проследить процесс постепенного изменения вязкости по мере снижения температуры раствора.

Температура исследуемых составов определялась с помощью калиброванной термопары традиционными методами.

В табл. 1 приведены сопоставительные данные определения динамической вязкости в сантипуазах (спз) 30,5 %-го раствора хлористого кальция (CaCl_2) в воде и аналогичного состава с содержанием 3 % объемных стабилизатора термостойкой пены "АЛИТ" при $pH = 3,0$.

Таблица 1

Определение динамической вязкости низкотемпературных составов на основе хлористого кальция

Состав водного раствора	Температура, °С	Вязкость, спз	Состав водного раствора	Вязкость, спз
$\text{CaCl}_2 - 30,5 \%$	20	2	$\text{CaCl}_2 - 30,5 \%$ с 3 % об. "АЛИТ"	3
	10	3		4
	0	4		5
	-10	5		6
	-20	8		8
	-30	38		
	-35	80		12
	-40	208		37930
	-45	445		
	-50	1154		
	-52	37930		

Данные табл. 1 показывают, что в области температур замерзания растворов происходит резкий скачок изменения вязкости, а также, что раствор хлористого кальция со стабилизатором "АЛИТ" может быть использован лишь до температуры минус 30 °С.

В табл. 2 приведены данные о температурах замерзания водных растворов хлористого магния с 3 % об. содержанием стабилизатора термостойкой пены "АЛИТ".

Данные табл. 2 показывают, что температура замерзания растворов находится в линейной зависимости от концентрации хлористого магния в воде и от концентрации стабилизатора пены "АЛИТ" практически не зависит.

В экспериментальных работах были использованы пенообразующие водные растворы хлористого магния в воде с добавкой 1,5 % и 3 % об. стабилизатора пены "АЛИТ", температура замерзания которых была не более минус 30 °С. Водные растворы оказались устойчивыми к расслоению и образованию осадка как при плюсовых, так и минусовых температурах.

Таблица 2

Температуры замерзания водных растворов $MgCl_2$ с 3 % об. содержанием стабилизатора термостойкой пены "АЛИТ"

Плотность, $г/см^3$ (при 20 °С)	Концентрация $MgCl_2$ в 100 г раствора	Температура замерзания, °С
1,06	7,0	-5,0
1,07	8,0	-6,0
1,08	9,0	-7,0
1,09	10,5	-9,0
1,10	11,5	-10,0
1,11	13,0,	-12,0
1,12	14,0	-15,0
1,13	15,0	-17,0
1,14	16,0	-20,0
1,15	17,0	-23,0
1,16	18,0	-26,0
1,17	19,0	-29,0
1,18	20,0	-32,0

Примеры приготовления и испытания пенообразующих составов.

Пример: 88 г $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ растворяют в 112 г воды и прибавляют 1,5 мл стабилизатора термостойкой пены "АЛИТ". Раствор помещают в криостат с температурой минус 30 °С до полного охлаждения. При этой же температуре в криостате выдерживают морозоустойчивый пенообразователь *Orchidee Germani AFFF 3 %* (-40 °С) с содержанием 3 % аммиака.

При температуре минус 30 °С 3 мл пенообразователя смешивают с 98,5 мл морозоустойчивого раствора хлористого магния со стабилизатором и помещают в стакан стандартного смесителя РТ-1. Включают смеситель со скоростью 4000 об/мин на 30 секунд и отмечают текущее время. Состав содержит: 20,6 % $MgCl_2$; 0,5 % стабилизатора "АЛИТ", в пересчете на основной продукт; 0,24 ПАВ; остальное – вода до 100.

Кратность пены составила 5,0. Устойчивость пены 12 часов.

Аналогичные данные получают при более высоких температурах.

В табл. 3 приведены сопоставительные показатели оптимальных составов пенообразующих растворов пенообразователя "АРСЛАН" и пенообразующего состава для минусовых температур.

Таблица 3

Сопоставительные показатели оптимальных составов пенообразующих растворов

Состав, % ^{x)}	Компоненты, вес. % в рабочем растворе				ПАВ	Устойчивость ½ пены, час.
	OXA	MgCl ₂	(NH ₄) ₂ S O ₄	CH ₃ COOH		
Прототип используют при плюсовой температуре раствора	0,6	–	0,2	0,27	0,4	3
Предлагаемый используют при температуре раствора минус 30 °С	0,5	20,6	–	0,27	0,3	12

^{x)} Остальное вода

Данные табл. 3 показывают, что в отличие от известного состава, предлагаемый состав может быть использован при тушении пожаров при температуре рабочего раствора до минус 30 °С, при этом устойчивость пены повышается в 4 раза.

Дополнительным преимуществом составов является также сокращение расходования ПАВ в рабочих растворах в 5-10 раз, по сравнению с обычным применением стандартных пенообразователей.

Литература

1. **Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Вагнер П.** Человечество и пожары. М.: ООО "ИПЦ Маска", 2007. 142 с.
2. **Разработка** пенообразователей для тушения пожаров в условиях Крайнего Севера / Тайсумов Х.А., Назаров В.П., Присяжнюк Н.Л., Орехов В.А., Карасев С.П. // Матер. XXI Междун. науч.-практ. конф. "Актуальные проблемы пожарной безопасности". М.: ВНИИПО, 2010. С. 182-187.
3. **Рекомендации** по применению серийно выпускаемых пенообразователей с оптимальными концентрациями при использовании их с водой различной жесткости. М.: ВНИИПО, 1981. 6 с.
4. **Порядок** применения пенообразователей для тушения пожаров: Рекомендации. М.: ВНИИПО, 2007. 59 с.