УДК 614.842.615

СОСТАВ ТЕРМОСТОЙКОЙ ПЕНЫ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОРСКОЙ ВОДЫ КРАСНОГО МОРЯ

Тайсумов Х.А.

Академия государственной противопожарной службы МЧС России, Москва, e-mail: hastum1@mail.ru

Исследование относится к средствам профилактики и тушения пожаров термостойкой пеной с использованием морской или природной воды любой степени жесткости и солевым содержанием. Пена может быть использована для тушения пожаров классов А и В, для дегазации токсичных материалов, твердых бытовых отходов, пылеподавления, в медицине и фармацевтике. Исследование показывает, что наличие минеральных солей и хлористого натрия в морской воде, на примере Красного моря, позволяет значительно (в 17 раз) понизить концентрацию поверхностно-активного вещества в рабочем растворе пенообразователя. Пена получается при сверхнизком содержании поверхностно-активных веществ в рабочих растворах, что отвечает высоким экологическим требованиям охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. Это особенно важно для экологии мирового океана. Морская вода может быть использована вместо пресной воды для тушения пожаров в приморских городах и населенных пунктах, что отвечает требованиям экологии и экономически выгодно. Целевой аудиторией, заинтересованной в практическом использовании уникальных научных данных, являются: Министерство по чрезвычайным ситуациям (МЧС); предприятия топливно-энергетического комплекса (ТЭК); морские порты; предприятия расположенные у береговой линии морей; плавающие буровые платформы; министерство природных ресурсов; военизированные горноспасательные части (ВГСЧ); строительные организации и др.

Ключевые слова: морская вода, поверхностно-активные вещества, термостойкая пена, устойчивость пены, профилактика и тушение пожаров, чрезвычайные ситуации

CONTAINING THERMAL-RESISTANT FOAM FOR PREVENTION AND FIRE EXTINGUISHING WITH THE USE OF SEA WATER OF THE RED SEA

Taysumov Kh.A.

Academy Public Fire Service of Emercom of Russia, Moscow, e-mail: hastum1@mail.ru

The study relates to means of preventing and extinguishing fires with heat-resistant foam using sea or natural water of any degree of rigidity and salt content. Foam can be used to extinguish fires of classes A and B, for degassing of toxic materials, solid household waste, dust suppression, in medicine and pharmaceuticals. The study shows that the presence of mineral salts and sodium chloride in seawater, using the example of the Red Sea, allows a significant (17 times) decrease in the concentration of the surfactant in the working solution of the foaming agent. Foam is obtained with ultra-low content of surfactants in working solutions, which meets high ecological requirements of environmental protection and rational use of natural resources. This is especially important for the ecology of the world's oceans. Sea water can be used instead of fresh water to extinguish fires in seaside towns and settlements, which meets the requirements of ecology and economically profitable. The target audience of interested in the practical use of unique scientific data are: the Ministry for Emergency Situations (MES); Enterprises of the Fuel and Energy Complex (FEC); Seaports; Enterprises located near the coastline of the seas; Floating drilling platforms; Ministry of Natural Resources; Militarized Mountain Rescue Parts (VGSCH); Building organizations, etc.

Keywords: sea water, surfactants, coctostabile foam, fastness of foam, prophylaxis and suppression of the fires, emergency situations

Известно, что вода и мицеллообразующие поверхностно-активные вещества (ПАВ) являются основными составляющими огнетушащих пенообразующих составов. Для повышения эффективности борьбы с огнем в пенообразующие составы включают различные добавки, улучшающие качество пены.

Согласно рекомендациям [1–3], применение пенообразователей общего назначения для тушения пожаров пеной с использованием пресной и морской воды, жесткость которой превышает значение 30 мг-экв/л – запрещается. Запрет распространяется и на пенообразователи с фторированными (ПАВ) – целевого назначения, используемыми при тушении пожаров нефтепродуктов в резервуарах по методу подслойного тушения.

К ранее запрещенным к производству и применению на пожарах биологически жестким пенообразователям следовало бы отнести и очень дорогие пенообразователи целевого назначения с фторированными ПАВ – вообще не подверженными биологическому разложению на очистных сооружениях. Эти ПАВ способны при попадании в почву или водоемы постепенно накапливаться, создавая угрозу загрязнения окружающей среды и жизни человека. Однако, благодаря высокой огнетушащей эффективности пленкообразующих пенообразователей с фторированными ПАВ при тушении пожаров в крупных резервуарах, в том чис-

ле с водорастворимыми (полярными) органическими жидкостями, их применение в контролируемых условиях считается целесообразным [4].

К менее дорогим пенообразователям целевого назначения для тушения пожаров с использованием в рабочих растворах жесткой и морской воды следует отнести известные пенообразователи: ПО-6ТС-М, ПО-6НП-М, «Морпен», ПО-4ЦМТ, «Урал Стандарт ННП» и др. Их применение позволяет тушить пожары классов «А» и «В» пеной низкой, средней и высокой кратности на судах речного и морского флота, а также в прибрежных акваториях и зонах размещения пожароопасных веществ и материалов. Эти пенообразователи непригодны для тушения пожаров класса «В» – водорастворимые (полярные) жидкости [5].

Многолетние исследования автора показали, что более дешевые пенообразователи общего назначения на базе синтетических ПАВ могут использоваться для получения термостойкой пены в концентрациях как минимум в 4 раза меньших, чем обычно применяемые при тушении пожаров. Термостойкая пена может применяться в качестве профилактического средства при проведении пожароопасных работ, пылеподавлении и дегазации токсичных материалов.

Стандартные пенообразователи общего назначения могут быть использованы для получения термостойкой пены с природной водой любой степени жесткости и солевым содержанием.

Укрупненные огневые испытания в городах Одесса, Сумгаит, Актау, Братск, и Северодонецк – Межведомственные испытания в соответствии с ГОСТ Р 50588 на модели морской воды дали положительные результаты.

Выводы Комиссии.

1. Стабилизаторы пены марки А и Б полностью соответствуют заданным требованиям и рекомендованы их к серийному производству.

2. Стабилизаторы пены рекомендовать к аттестации на высшую категорию качества.

3. Рекомендовать изготовление установочной серии стабилизаторов для промышленного производства в объемах, предлагаемых заказчиками.

Дальнейшие исследования были посвящены решению экологических проблем применения пенообразователей на пожарах, сокращению расходования ПАВ на речной и морской воде, наиболее уязвимых для флоры и фауны водоемов.

В 2007 году термостойкая пена была представлена от Академии государственной противопожарной службы МЧС России на 6-ой Международной специализированной выставке «Пожарная безопасность XXI века» [6].

Разработанный автором состав термостойкой пены для морской воды [7], со сверхнизким содержанием ПАВ в рабочих растворах являются примером положительного решения экологической проблемы защиты от загрязнения мирового океана.

Для получения составов и их испытаний были использованы следующие вещества и материалы:

1. Коагулянт – ОХА, $A1_2(OH)_5C1$, ТУ 216-350-002-39928758-02.
2. Пенообразователь, на базе алкилсульфата натрия, NaOSO3–R, где R, углеводородный радикал С8-С10. ТУ 2481-003-31232365-2008.
3. Сульфат аммония, ТУ 113-03-10-18-91.
4. Уксусная кислота, ГОСТ 19814.
5. Питьевая вода.
6. Морская вода Красного моря в районе города Хургада (Египет).
7. Смеситель РТ-1, ТУ 38-10789.
8. Модель морской воды – по ГОСТ Р 50588-2012.

Материалы, использованные для создания модели морской воды, представлены в табл. 1.

Для получения термостойкой пены в работе используют два концентрата.

Таблица 1

Материалы, использованные для создания модели морской воды

Компонент	Химическая формула	Содержание компонента, % (масс.)
Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72 Или вода питьевая с жесткостью не более 7 мг-экв/дм ^{3}	H_2O	95,84
Магний хлористый 6-водный по ГОСТ4209-77	$MgCl_2$ $6H_2O$	1,10
Кальций хлористый 2-водный по ТУ 6-09-5077-87	$CaCl_2$ H_2O	0,16
Натрий сернокислый, безводный по ГОСТ 4166-76	Na_2SO4	0,40
Натрий хлористый по ГОСТ 4233-77	NaCl	2,50

1. Стабилизатор термостойкой пены, основной хлорид алюминия (ОХА), с концентрацией по $A1_2(OH)_5C1$ = 34%. Плотность 1,27, pH = 5,5. Температура замерзания минус 18 °С.

2. Пенообразователь на базе алкилсульфата натрия С8-С10, включающий следующие компоненты в вес., %: вода – 68,5; алкилсульфат натрия – 18; сульфат аммония – 12; уксусная кислота – 1,5. Концентрат – прозрачная жидкость с плотностью – 1,12, pH = 6,6 и температурой замерзания не выше минус 2 °С.

Оба концентрата 1 и 2 могут неограниченно долго храниться в пластиковой таре или в емкостях из нержавеющей стали, при замораживании и размораживании концентраты свойств не изменяют.

Примеры приготовления пенообразующих составов термостойкой пены.

Пример 1.

В 97 мл модели морской воды растворяют 1,5 мл стабилизатора пены (концентрат 1), а затем добавляют при перемешивании 1,5 мл пенообразователя (концентрат 2). Состав раствора, мас.%: $Al_2(OH)_5Cl$ – 0,50; сульфат аммония – 0,18; ПАВ – 0,27; вода – остальное. 100 мл раствора помещают в прибор РТ-1 и включают смеситель на 30 секунд со скоростью 4000 об/мин для получения пены. Кратность пены 5,0. Далее отмечают время самопроизвольного разрушения пены – образование отсека 25 мл (1/4) и 50 мл (1/2). В данном примере: устойчивость пены 1/4 = 60 мин; 1/2 =240 мин. В дальнейшем пена не дает отсека более 24 часов, а объем пены остается равным 450 мл.

Пример 2.

Отличается от примера 1 лишь концентрацией используемых компонентов. В 98 мл модели морской воды растворяют 1,0 мл стабилизатора пены, а затем при перемешивании добавляют 1,0 мл пенообразователя. Состав раствора, мас.%: $Al_2(OH)_5Cl$ – 0,34; сульфат аммония – 0,12; ПАВ – 0,18; вода – остальное. Устойчивость пены к самопроизвольному разрушению определяют аналогично примеру 1. Кратность пены 5,0. В данном примере: устойчивость 1/4 = 60 мин; ½ = 300 мин. В дальнейшем пена не дает отсека более 24 часов, а объем пены остается равным 450 мл.

Пример 3.

Отличается от примера 1 лишь концентрацией взаимодействующих компонентов стабилизатор/пенообразователь = 0,5 мл/0,5 мл в рабочем растворе. Состав раствора, мас.%: $Al_2(OH)_5Cl$ – 0,17; сульфат аммония – 0,06; ПАВ – 0,09; вода – остальное. Устойчивость пены к самопроизвольному разрушению определяют аналогично примеру 1. Кратность пены 5,0.

Таблица 2

Показатели сравнительных испытаний пенообразующих составов на пресной и модели морской воды

Состав, % вес. Вода остальное			Устойчивость пены, мин			
			Пресная вода		Морская вода	
$A1_2(OH)_5C1$	$(NH4)_2SO_4$	ПАВ	25 мл	50 мл	25 мл	50 мл
0,50	0,18	0,27	28	180	60	240
0,34	0,12	0,18	32	58	65	300
0,26	0,09	0,14	5	10	35	180
0,17	0,06	0,09	низкая	низкая	30	180
0,14	0,05	0,07	низкая	низкая	15	60

Таблица 3

Показатели сравнительных испытаний пенообразующих составов на воде Красного моря и модели морской воды согласно НПБ 304-2001

Состав, % вес. Вода остальное			Устойчивость пены, мин			
			Вода Красного моря		Модель морской воды	
$A1_2(OH)_5C1$	$(NH4)_2SO_4$	ПАВ	25 мл	50 мл	25 мл	50 мл
0,50	0,18	0,27	75	300	60	240
0,34	0,12	0,18	40	180	60	300
0,26	0,09	0,14	35	180	35	180
0,17	0,06	0,09	30	180	30	180
0,14	0,05	0,07	12	90	10	60

В данном примере: устойчивость ¼ = 30 мин; 1/2 = 180 мин. В дальнейшем пена не дает отсека более 24 часов, а объем пены остается равным 450 мл.

Аналогичные испытания примерам 1, 2, 3 были проведены с использованием пресной питьевой воды.

В табл. 2 приведены показатели сравнительных испытаний пенообразующих составов на пресной и модели морской воды.

Сравнительные испытания табл. 2, показывают, что устойчивость пены на модели морской воды в присутствии равных соотношений реагирующих веществ значительно выше, чем с использованием пресной воды. Это позволяет при меньших затратах (объемах) огнетушащих средств повысить тактико-технические показатели противопожарной техники.

При использовании для приготовления составов типа примеров 1, 2, 3 на воде Красного моря заметных изменений свойств пены от примеров 1, 2, 3 на модели морской воды не наблюдается.

В табл. 3 приведены показатели сравнительных испытаний пенообразующих составов на воде Красного моря и модели морской воды согласно НПБ 304-2001.

Сопоставительные данные табл. 3 показывают, что использование модели морской воды и морской воды Красного моря имеют незначительные отличия.

Предлагаемый рабочий раствор пенообразователя включает как минимум в 17 раз меньше ПАВ, чем известные пенообразователи общего и целевого назначения для морской воды (пенообразователи ПО-6ТС-М, ПО-6НП-М, «Морпен», ПО-4ЦМТ, «Урал Стандарт ННП»), предназначенные для получения пены низкой, средней и высокой кратности на стандартном оборудовании с использованием морской и пресной воды для тушения пожаров классов «А» и «В», что чрезвычайно важно для экологии применения пенообразователей на пожарах.

Отличительные свойства термостойкой пены

1. Пена обладает высокой устойчивостью к полураспаду (вместо 4 минут – 180 и более), к тепловому излучению и открытому пламени.

2. Пена может быть получена на природной воде любой степени жесткости и солевым содержанием.

3. Пена низкой кратности может использоваться в присутствии людей, в замкнутых пространствах из-за отсутствия перегретого пара при попадании пены на раскаленные предметы.

4. Пена может быть использована в качестве профилактического средства для экранирования защищаемых объектов, в том числе и людей, от теплового и искрового воздействия при проведении аварийно-спасательных работ.

5. Пена пригодна для дегазации отравляющих химических веществ и пылеподавления.

6. Пена низкой кратности может быть подана на значительные расстояния от очага горения, удерживается на вертикальных поверхностях, что способствует эффективности тушения пожара.

7. Пена пригодна для профилактики и тушения лесных и торфяных пожаров.

8. Пена перспективна для применения в сельском хозяйстве, в контролируемых условиях сжигания стерни.

9. Пена получается при сверхнизком содержании поверхностно-активных веществ в огнетушащих растворах, что отвечает высоким экологическим требованиям охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

10. Термостойкая пена может быть получена с использованием незамерзающих (до минус 30 °С) солевых растворов при отсутствии талой воды в Заполярье.

11. Пенообразователь рекомендуется аэродромным службам при профилактике и тушении пожаров в чрезвычайных ситуациях.

12. Газонаполненная (азотом) термостойкая пена может быть применена в угольных шахтах – в качестве универсального средства профилактики и тушения пожаров.

13. Пена эффективна при профилактике и тушении пожаров с использованием морской воды, в том числе в арктических широтах.

Список литературы

1. Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров. Рекомендации. – М.: ВНИИПО, 2007. – 59 с.

2. ГОСТ Р 50588-2012. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний. Дата введения – 2012-09-01 – Взамен ГОСТ Р 50588-93. – М.: Изд-во стандартов, 2012. – 29 с.

3. Хранение пенообразователя и отбор проб для проверки его качества: метод. рекомендации. – Красноярск: СЭУ ФПС ИПЛ по Красноярскому краю, 2013. – 17 с.

4. Рекомендации по тушению полярных жидкостей в резервуарах. – М.: ВНИИПО, 2007. – 58 с.

5. Рекомендации по тушению высокооктановых бензинов АИ-92, АИ-95, АИ-98 в резервуарах. – М.: ВНИИПО, 2009. – 12 с.

6. Можайский О. Эта пена потушит все / О. Можайский // Изобретатель и рационализатор. – 2007. – № 11. – С. 5–6.

7. Тайсумов Х.А. Состав термостойкой пены для морской воды // Патент России № 2583015. 2016. Бюл. № 12.