

*А.Н. Коленов, преподаватель, НУГЗУ,
А.А. Киреев, канд. хим. наук, доцент, НУГЗУ*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕНООБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

(представлено д-ром техн. наук Прохачем Э.Е.)

Исследовано пенообразование в присутствии пенообразователей специального назначения Tridol 6-10 С АFFF и Морпен, в пенообразующих системах $\text{NaHCO}_3 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Экспериментально исследовано влияние состава пенообразующей системы на кратность и стойкость образовавшихся пен.

Ключевые слова: пена, пенообразование, пенообразователь, кратность пены, стойкость пены, экспериментальное исследование.

Постановка проблемы. Одними из наиболее распространенных огнетушащих составов являются водопенные. Пены широко используются для тушения жидких горючих материалов (пожары класса В). Мировая практика тушения пожаров показывает, что использование водопенных средств составляет 10% от общего случая тушения пожаров [1]. Отличительной особенностью пен является их высокое изолирующее действие.

Существенным недостатком водопенных огнетушащих средств является затруднение их подачи на большие расстояния [2]. А также отклонение пенных струй конвективными потоками продуктов горения. Это понижает эффективность применения водопенных огнетушащих средств.

Анализ последних достижений и публикаций. Значительной части этих недостатков лишены пенообразующие системы (ПОС). Эти системы представляют собой раствор, состоящий из двух отдельно хранящихся и раздельно подающихся растворов. Состав растворов должен быть подобран так, чтобы при их взаимодействии выделялся газ. В случае наличия в жидкостях пенообразователя в таком случае образуется пена [2]. Принципы подбора компонентов ПОС рассмотрены в работе [3]. В этой же работе представлены результаты по определению кратности и стойкости пен, полученных в системах $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NaHCO}_3$ и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ с пенообразователями основного назначения ПО-6 ОСТ и ТЭАС. Основным недостатком изученных ПОС оказалась невысокая стойкость полученных пен.

Постановка задачи и ее решение. Задачей работы является исследование процесса пенообразования при смешении компонентов пенообразующих систем. Одними из основных характеристик огне-тушащих пен являются кратность и стойкость. Эти характеристики зависят от состава пенообразующих систем. Характеристики образующихся пенных систем определяются количеством газа, выделяющегося при взаимодействии компонентов ПОС, а также наличием в них поверхностно-активных веществ и стабилизаторов пен.

При выборе газообразующих реакций было учтено, что наиболее предпочтительными реакциями являются реакции, в результате которых выделяются газы, не поддерживающие горение.

Как и ранее [3] исследуются две системы с участием пенообразователя: $Al_2(SO_4)_3 + NaHCO_3$ и $Al_2(SO_4)_3 + (NH_4)_2CO_3$. Для этих систем было изучено влияние состава на кратность образующейся пены и её устойчивость. Концентрация $NaHCO_3$ в первой системе была выбрана близкой к насыщению – 8,8%. За минимальную концентрацию сульфата алюминия была взята концентрация, обеспечивающая эквивалентное количество кислотного компонента по отношению к $NaHCO_3$. Расчётным путём было установлено, что она равна 6,1%. Максимальная концентрация $Al_2(SO_4)_3$ была ограничена растворимостью этой соли и составила 26,7%.

В качестве пенообразователей были использованы специальные пенообразователи и Морпен. Пенообразователь Морпен применяется при пожаротушении с использованием морской и пресной (заборной) воды на судах, кораблях и других объектах морского и речного флота для тушения воздушно-механической пеной низкой, средней и высокой кратности горючих твердых (класс А) и жидких (класс Б) веществ. Пенообразователь Tridol 6-10 С АFFF – синтетический пленкообразующий пенообразователь, содержащий фторуглеродные поверхностно-активные вещества. Применяется при тушении некоторых углеводородных топлив. Обеспечивая быстрое подавление пламени. Растворы пенообразователей использовались с концентрацией равной 6%. Для системы $Al_2(SO_4)_3 + (NH_4)_2CO_3$ кроме варьирования концентрации сульфата алюминия изменялась и концентрация карбоната аммония. Интервал варьирования составлял (8-50)%.

Проведение эксперимента осуществлялось в соответствии с лабораторными методиками [4]. С помощью мерных цилиндров на 25мл отбирались одинаковые объёмы (по 10мл) обоих компонентов. Они выливались в мерный цилиндр на 250мл. В результате реакции выделялся углекислый газ, который обеспечивал образование пены. С помощью шкалы мерного цилиндра визуально фиксировался максимальный объём пены. Кратность пены рассчитывалось как частное от деления максимально образовавшегося объёма пены на суммар-

ный объём компонентов пенообразующей системы. Одновременно проводилось наблюдение за разрушением пены с течением времени. Фиксировалось время, за которое разрушалась половина объёма образовавшейся пены.

Соответствующие данные для двух систем с концентрациями пенообразователя равными 6% представлены в таблицах 1-3. Анализ всех полученных данных позволяет сделать такие выводы:

– пенообразователь Морпен имеет некоторое преимущество по сравнению с пенообразователем Tridol 6-10 С АFFF в системе $Al_2(SO_4)_3+NaHCO_3$ (8,8%);

– для системы $Al_2(SO_4)_3+NaHCO_3$ (8,8%) удаётся получить пену с большей кратностью, а для системы $Al_2(SO_4)_3+(NH_4)_2CO_3$ – с большей стойкостью;

– для получения пены с высокой стойкостью в системе $Al_2(SO_4)_3+(NH_4)_2CO_3$ необходимо использовать $Al_2(SO_4)_3$ с концентрацией 15 и $(NH_4)_2CO_3$ с концентрациями 8 и 15;

– стойкость пены для ряда составов составляет не менее 20 минут, а её кратность варьируется от 3 до 7.

Таблица 1 – Значения кратности пены (К) и её стойкости ($\tau_{1/2}$) для системы $Al_2(SO_4)_3+NaHCO_3$ (8,8%) в присутствии Tridol 6-10 С АFFF (6%)

Пенообразователь (конц. %)	Концентрация $Al_2(SO_4)_3$ (мас. %)	К	$\tau_{1/2}$, МИН
Tridol 6-10 С АFFF 6 %	6,1	3,2	20
	9	4,4	20
	15	5,5	16
	26	7,2	13
Морпен 6 %	6,1	2,8	10,2
	9	4,1	16
	15	5,9	22
	26	7,5	5

Таблица 2 – Значения кратности пены (К) и её стойкости ($\tau_{1/2}$) для системы $Al_2(SO_4)_3+(NH_4)_2CO_3$ в присутствии Tridol 6-10 С АFFF (6%)

Пенообразователь (конц. %)	Концентрация $Al_2(SO_4)_3$ (мас. %)	Концентрация $(NH_4)_2CO_3$ (мас. %)	К	$\tau_{1/2}$, МИН
Tridol 6-10 С АFFF 6 %	26	8	2	5
		15	4,5	9,5
		28	4	10
		50	3,8	5
Tridol 6-10 С АFFF 6 %	15	8	2,5	11
		15	2,1	15
		28	1,8	9
		50	1,5	8

Таблица 3 – Значения кратности пены (К) и её стойкости ($\tau_{1/2}$) для системы $Al_2(SO_4)_3+(NH_4)_2CO_3$ в присутствии Морпен (6%)

Пенообразователь (конц. %)	Концентрация $Al_2(SO_4)_3$ (мас. %)	Концентрация $(NH_4)_2CO_3$ (мас. %)	К	$\tau_{1/2}$, мин
Морпен 6 %	26	8	2	4
		15	4,5	5
		28	5,1	11,3
		50	2,5	5
Морпен 6 %	15	8	3	55
		15	2,1	17-20
		28	2	5
		50	1,5	3,3

Анализ результатов по влиянию концентрации компонентов пенообразующих систем, в присутствии пенообразователей специального назначения, позволяет заключить, что концентрация обоих систем позволяет получить пену стойкостью не менее 20 минут. При этом изменение кратности пены происходят в диапазоне от 2 до 4,4. Повышение концентрации $Al_2(SO_4)_3$ до 15,26, в системе

$Al_2(SO_4)_3+NaHCO_3$ (8,8%) и $(NH_4)_2CO_3$ до 28,50, в системе $(NH_4)_2CO_3+Al_2(SO_4)_3$ (15%) не оказывает существенного влияния на устойчивость пены.

Сопоставление результатов настоящей работы с данными представленными в [3] позволяют заключить, что, в присутствии пенообразователей специального назначения, кратность образовавшейся пены меньше, а стойкость больше, чем при использовании пенообразователей общего назначения.

Выводы. Для расширения возможностей пенного пожаротушения предложено использовать бинарные составы с внешним пенообразованием. Для этих целей можно использовать пенообразующие системы $(NH_4)_2CO_3+Al_2(SO_4)_3$ (15%) и $Al_2(SO_4)_3+NaHCO_3$ (8,8%), содержащих пенообразователи Морпен и Tridol 6-10 C AFFF. Система $(NH_4)_2CO_3+Al_2(SO_4)_3$ (15%) в присутствии пенообразователя Морпен показала более высокую стойкость пены, чем система $Al_2(SO_4)_3+NaHCO_3$ (8,8%).

ЛИТЕРАТУРА

1. Шараварников А.С. Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов. / А.С. Шараварников, В.П. Молчанов, С.С. Воевода, С.А. Шараварников – М.:Калан, 2002.– 448 с

2. Киреев А.А. Пути повышения эффективности пенного пожаротушения / А.А. Киреев, А.Н. Коленов // Проблемы пожарной безопасности. – Харьков: УГЗУ 2008.– Вып.24.– С.50-53.

3. Киреев А.А. Исследование пенообразования в пенообразующих системах. / Киреев А.А., Коленов А.Н. // Проблемы пожарной безопасности. Харьков: УГЗУ – 2009.– Вып.25.– С.59-64.

4. Айвазов Б.В. Практикум по химии поверхностных явлений и адсорбции. М.: Высш. школа, 1973.– 208 с.
nuczu.edu.ua

О.М. Коленов, О.О. Киреев

Дослідження піноутворення в піноутворюючих системах з використанням піноутворювачів спеціального призначення.

Досліджено піноутворення в присутності піноутворювачів спеціального призначення Tridol 6-10 С АFFF і Морпен, в піноутворюючих системах $\text{NaHCO}_3 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ та $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Експериментально досліджено вплив складу піноутворюючої системи на кратність і стійкість пін.

Ключові слова: піна, піноутворення, піноутворювач, кратність піни, стійкість піни, експериментальне дослідження.

O.M. Kolenov, O.O. Kireev

Investigation of foam in foaming systems with using the blowing agents for special purposes.

Investigated the foam blowing agent in the presence of special-purpose Tridol 6-10 С АFFF and Maurepas, a foaming systems $\text{NaHCO}_3 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ and $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Experiment investigated the effect of the composition of the foaming system on the multiplicity and stability of the resulting foams.

Keywords: foam, foam, foam, Foam, foam resistance, an experimental study.