

А.Д. Семёнов, М.А. Колбашов, Р.И. Харламов, Ю.А. Ведяскин
(Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России;
e-mail: sad8_3@mail.ru)

ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ ПРИ ДОБАВЛЕНИИ В НЕГО ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ

Показано влияние ингибитора коррозии на пенообразующую способность пенообразователя в процессе хранения в ёмкостях из стали марки Ст3 по показателю устойчивости образующейся пены.

Ключевые слова: пенообразователь, коррозия.

A.D. Semenov, M.A. Kolbashov, R.E. Kharlamov, U.A. Vedjaskin **ABOUT CHANGING OF FOAMING AGENT CHARACTERISTICS AT ADDITION OF CORROSION INHIBITOR INTO IT**

The influence of corrosion inhibitor on the foaming ability of the foaming agent during its storage in steel tanks by the stability index of the resulting foam.

Key words: foaming, corrosion.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 14 апреля 2016 г.

Введение

На протяжении всей истории совершенствования пенообразователей их физико-химические свойства изменялись в сторону снижения эксплуатационных затрат – обеспечения большего срока сохраняемости за счёт уменьшения коррозионной активности, увеличения стабильности при хранении, снижения температуры замерзания, уменьшения рабочей концентрации и т.д. [1].

В работе [2] показано, что наилучшая сохранность пенообразователей обеспечивается при их хранении в ёмкостях из нержавеющей стали или полимерных материалов, в том числе в стальных ёмкостях с внутренним полимерным покрытием. В этих условиях срок хранения пенообразователей должен составлять не менее 10 лет. Допускается хранение пенообразователей (кроме фторсодержащих) в ёмкостях из углеродистой стали (марка Ст3). Однако в результате коррозии металла качество пенообразователя ухудшается, что снижает сроки его хранения.

Производство ёмкостей из нержавеющей стали, полимерных материалов, в том числе стальных ёмкостей с внутренним полимерным покрытием, является дорогостоящим из-за большой стоимости материалов и трудозатратным из-за сложности изготовления, поэтому наибольшее применение в пожарной технике находят ёмкости из углеродистой стали (марки Ст3).

Использование ёмкостей из углеродистой стали осложняется процессом коррозии, протекающим при хранении пенообразователя. В [3] установлено, что сталь подвергается процессу коррозии значительно чаще в слабых щелочных растворах *поверхностно-активных веществ (ПАВ)*.

В зависимости от природы ПАВ, их влияние на коррозию металлов существенно отличается, при этом многие из них являются эффективными ингибиторами коррозии для различных материалов. Это связано с тем, что поверхностной активностью обладают вещества различных классов: анионные, катионные и амфолитные (амфотерные) [3].

Авторы работы [4] проводили исследования влияния различных моющих веществ на коррозию металла. В этих опытах образцы стали холодной прокатки на две недели помещали в 10 %-е растворы моющих средств в дистиллированной воде. Было показано, что в данных условиях наименее активными были неионогенные соединения, катионоактивные ПАВ оказывали наибольшее воздействие на сталь, анионоактивные соединения обладали бóльшим или меньшим корродирующим действием, в зависимости от применённого соединения, без привязки к длине углеводородной цепи.

Неионогенные вещества практически не используются для приготовления пенообразователей, что связано с их низкой пенообразовательностью. Для этих целей в основном применяются анионоактивные ПАВ как углеводородные, так и фторсодержащие, обладающие высокой коррозионной активностью.

Данное обстоятельство вынуждает разработчиков и производителей пенообразователей для пожаротушения вводить в составы растворов ингибиторы коррозии различных классов соединений. Единого подхода к решению проблемы, а тем более универсального ингибитора, не существует, что связано с многообразием ПАВ, применяемых в композициях, а также вводимых эксплуатационных добавок.

В работе [4] было предложено использовать в качестве ингибитора коррозии соединение класса – антипирены, выбранный в ходе экспериментов ингибитор, обеспечивает уменьшение скорости коррозии стали в рабочем растворе в 4 раза. Полученные результаты свидетельствуют о том, что добавки органических соединений класса антипиренов могут быть использованы в качестве антикоррозионных компонентов пенообразующих растворов.

Однако не ясно, как предлагаемый ингибитор коррозии влияет на пенообразующую способность пенообразователя.

В качестве объекта исследования авторами был выбран пенообразователь ПО-6ТС-М с применением этиленгликолевых антифризов производства ОАО "Ивхимпром", г. Иваново.

Целью работы было изучение влияния ингибитора коррозии на пенообразующую способность пенообразователя по показателю устойчивости образующейся пены.

Методика эксперимента

Пенообразователь ПО-6ТС-М производится по ТУ № 2481-188-05744685-2002 и применяется для нужд пожаротушения. Он представляет собой раствор на основе этиленгликоля с добавлением фторсодержащих соединений. Исследования проводились в рабочем растворе пенообразователя, полученного путём разбавления концентрата пенообразователя ПО-6ТС-М дистиллированной водой в соотношении 1:17 (1 часть пенообразователя, 17 частей воды). Приготовленный раствор пенообразователя хранился в металлических бочках, изготовленных из углеродистой стали (марки Ст3) объёмом 100 л в течение 30 дней.

В качестве ингибирующей добавки было выбрано соединение группы антипиренов. Определение кратности и показателя устойчивости пены низкой и средней кратности проводили согласно [5].

Устойчивость пены определяли путём измерения массы отсека, вытекающего из пены, а затем по полученным данным определяли скорость разрушения пены α (г/с) по формуле:

$$\alpha = \frac{dm}{dt} = \frac{m_0 - m}{m_0} \cdot \frac{1}{\Delta t}, \quad (1)$$

где m_0 – масса собранной пены средней кратности, г;

m – масса отсека, г;

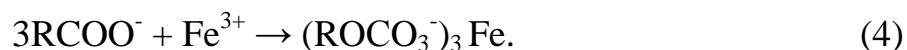
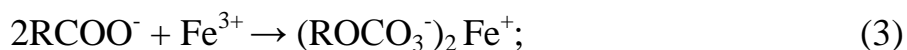
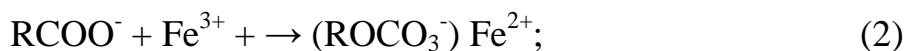
Δt – время изменения, с.

Затем производили сбор отсека, вытекающего из пены за промежутки времени $\Delta t = 20$ с, после чего определяли массу.

Определение устойчивости пены

В [5] показано, что основу синтетических пенообразователей составляют углеводородные анионные ПАВ. Наиболее часто используется в составах натриевая соль карбоновой кислоты, диссоциирующая в водном растворе на поверхностно-активный анион и неактивный катион (реакция 1). Такие соединения обладают высокой пенообразующей способностью и обеспечивают получение средне- и высокократных пен.

Установлено, что при протекании коррозионного процесса стали марки Ст3, в растворе пенообразователя происходит образование ионов трёхвалентного железа Fe^{3+} . В процессе хранения пенообразователя механизм анодного растворения железа сопровождается образованием комплексных соединений железа с карбоновой кислотой по схемами:



Таким образом, образование комплексов железа сопровождается укрупнением мицелл соединений железа и карбоновой кислоты, что характеризуется разрушением водородных связей в растворе пенообразователя и приводит к увеличению молекулярной массы этих молекул. Разрушение водородных связей влияет на физико-химические свойства пенообразующего раствора, что приводит к уменьшению его пенообразующей способности, а образование мицелл приводит к снижению устойчивости, кратности и огнетушащей способности образующейся пены.

Данные эксперимента по определению устойчивости пены, получаемой из исследуемых растворов пенообразователя сроком хранения 30 дней, представлены на рис. 1.

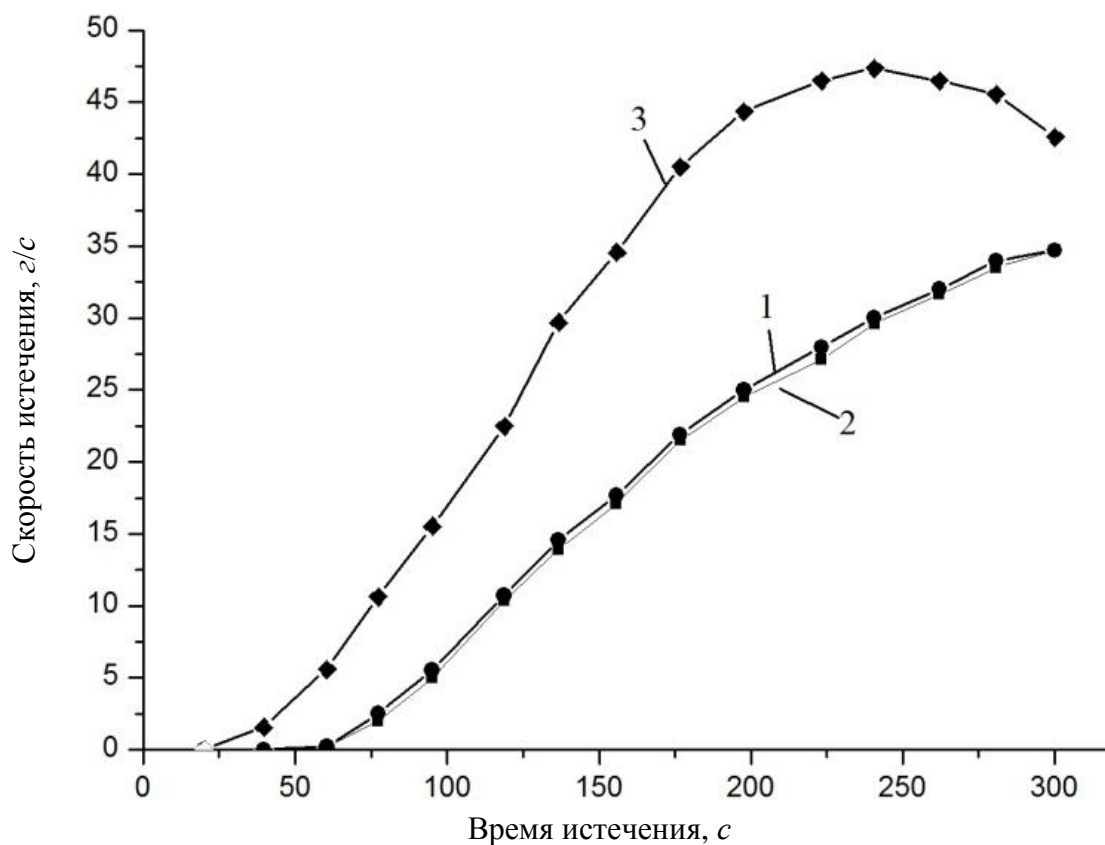


Рис. 1. Устойчивость пены, полученной из рабочего раствора пенообразователя ПО-6ТС-М, после хранения:

- 1 – исходный раствор пенообразователя (свежеприготовленный);
- 2 – раствор пенообразователя с ингибитором коррозии;
- 3 – раствор пенообразователя без ингибитора коррозии

Анализ экспериментальных данных (рис. 1) показывает, что скорость истечения водного отсека из полученной пены изменяется. Наибольшая скорость истечения отсека из пены наблюдается из образца № 3 (кривая 3, рис. 1), полученного при хранении пенообразователя в металлической ёмкости из углеродистой стали (марки Ст3) без добавления ингибитора коррозии, что связано с образованием сложных комплексных соединений железа с анионной частью растворенного ПАВ, которые описываются схемами 2, 3.

Добавление ингибитора при хранении пенообразователя существенного влияния на свойства приготовленного раствора не оказывает, о чем свидетельствуют данные представленные на рис. 1 (кривая 1, 2).

Таким образом, использование ингибитора коррозии при хранении пенообразователя в металлических ёмкостях, изготовленных из стали марки Ст3, не оказывает существенного влияния на свойства пенообразующего раствора.

Литература

1. *Weinga Riner M.* Die Schaummittel und ihre LoschefTecte // Brenn-punkt, 1977. V. 29. № 2. Рр. 22-23. 219/3-1;
2. *ГОСТ Р 50588-2012.* Пенообразователи для тушения пожаров.
3. *Порядок* применения пенообразователей для тушения пожаров. Рекомендации / Копылов С.Н. и др. ВНИИПО МЧС России и ГУ УОП МЧС России, 2007.
4. *Костяев А.А., Балмасов А.В., Инасаридзе Л.Н.* Влияние ингибиторов на коррозию углеродистой стали в растворах пенообразователя // Российский химический журнал. 2014. Т. LVIII. № 2. С. 15-20.
5. *Шароварников А.Ф.* Противопожарные пены. Состав, свойства, применение. М.: Знак, 2000.