

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.32>

УДК 614.841.412

СОХРАНЯЕМОСТЬ И РЕГЕНЕРАЦИЯ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ

Навроцкий О.Д., Рябцев В.Н., Иванов И.Ю.

Цель. Исследовать факторы, способствующие снижению сохраняемости растворов пенообразователей общего и целевого назначения для тушения пожаров при их длительном хранении в составе стационарных автоматических установок пожаротушения.

Методы. Проведение лабораторных исследований свойств пенообразователей общего и целевого назначения для тушения пожаров по показателям кратность и устойчивость пены, водородному показателю, а также исследований коррозионной активности растворов пенообразователей с добавлением стабилизирующих составов.

Результаты. Установлены причины, способствующие снижению сохраняемости растворов пенообразователей общего и целевого назначения для тушения пожаров, предложены способы повышения их сроков годности.

Область применения исследований. Представленные результаты исследований могут быть использованы при разработке и производстве новых пенообразователей для тушения пожаров и их хранении в составе стационарных автоматических установок пожаротушения.

Ключевые слова: пенообразователи для тушения пожаров, биоциды, ингибиторы коррозии, коррозионная активность пенообразователя.

(Поступила в редакцию 3 февраля 2020 г.)

Введение

Пенообразователи для тушения пожаров (далее – пенообразователи) представляют собой растворы поверхностно-активных веществ (ПАВ). Для улучшения эксплуатационных свойств в состав пенообразователей входят, как правило, минеральные и органические вещества, повышающие их морозостойкость и растворимость ПАВ в воде [1–3].

Гарантийный срок хранения пенообразователей общего назначения составляет до пяти лет, целевого назначения – порядка 5–10 лет. При этом реальные сроки хранения могут отличаться от заявленных производителем как в большую, так и меньшую сторону.

Значительное количество пожароопасных объектов Республики Беларусь для защиты оборудованы стационарными установками автоматического пожаротушения, где в их составе хранятся рабочие растворы пенообразователя. Следует отметить, что рабочие растворы быстрее, чем концентрированные пенообразователи, утрачивают свои свойства, поэтому производители не гарантируют сохранности свойств пенообразователя при хранении в рабочем растворе.

Основная часть

Причины и механизмы деструкции рабочего раствора пенообразователя. На снижение срока годности рабочих растворов пенообразователя могут оказать влияние различные факторы, в числе которых наибольшее значение имеют:

- качество воды, использованной для приготовления раствора (наличие загрязнений, жесткость);
- температурный диапазон хранения раствора;
- материал, из которого изготовлена емкость для хранения раствора.

При хранении водных растворов пенообразователей срок их годности может сокращаться вследствие биологической и химической деструкции. Для снижения скорости деструкции в состав пенообразователей необходимо добавлять специальные химические компоненты.

Для предотвращения биологической деструкции целесообразно использовать биоциды, предназначенные для ингибирования роста и развития различного рода микроорганизмов, находящихся в рабочем растворе пенообразователя. Срок действия и применяемая концентрация биоцидов зависят от химических составов биоцида и компонентов, входящих в состав пенообразователя, а также условий хранения рабочего раствора огнетушащего вещества. Биоциды, используемые для пенообразователей, должны обладать следующими характеристиками:

- высокая биоцидная активность, состоящая из фунгицидной, бактерицидной и альгицидной;
- малая токсичность;
- совместимость с ПАВ и другими компонентами пенообразователя;
- нелетучесть, стабильность состава, устойчивость к хранению.

Для предотвращения химической деструкции целесообразно использовать добавки специальных химических компонентов, стабилизирующих пенообразователь. К таким компонентам относятся ингибиторы коррозии и буферные растворы для поддержания водородного показателя pH в течение всего срока хранения пенообразователя.

С увеличением жесткости воды пенообразующие и огнетушащие свойства рабочих растворов пенообразователей снижаются. Для сохранения этих свойств необходимо увеличивать концентрацию пенообразователей в растворах.

Вода для приготовления рабочего раствора пенообразователя не должна содержать примесей нефти и нефтепродуктов, а также веществ, способствующих разрушению и нейтрализации ПАВ, входящих в состав пенообразователей (пеногасители, катионные ПАВ и др.).

Важным компонентом пенообразователей являются ингибиторы коррозии, благодаря которым снижается воздействие на емкости для хранения и, как следствие, загрязнение огнетушащего вещества продуктами коррозии. Ингибиторы коррозии подразделяются:

- по механизму своего действия – на катодные, анодные и смешанные;
- по химической природе – на неорганические, органические;
- по водородному показателю раствора – для кислой, щелочной и нейтральной среды.

Используемые в составах пенообразователей ингибиторы коррозии должны обладать следующими характеристиками:

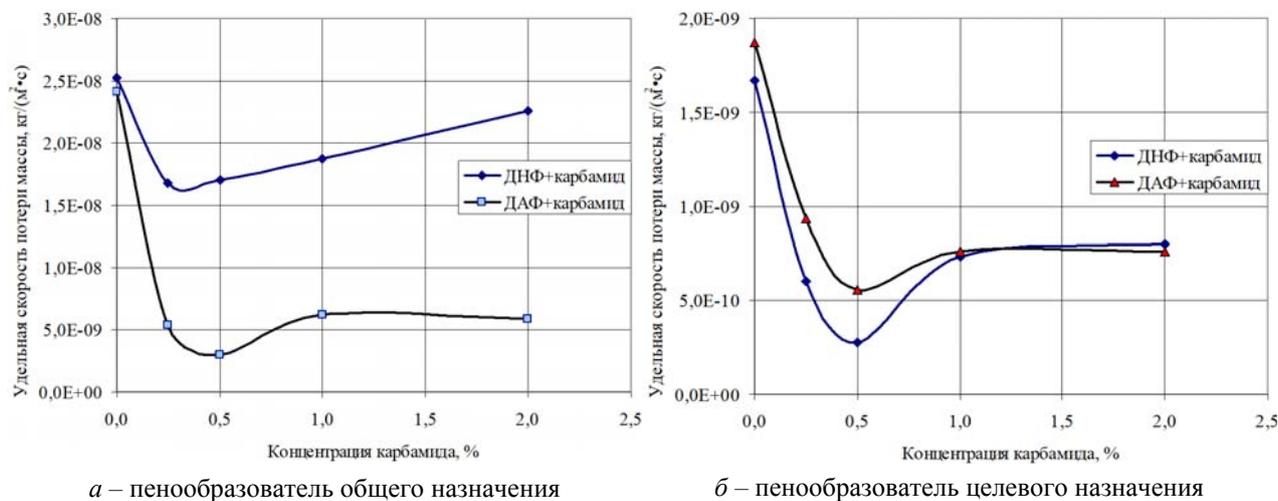
- высокий ингибиторный эффект;
- низкая токсичность;
- невысокая стоимость;
- совместимость с компонентами пенообразователя;
- нелетучесть, стабильность состава, устойчивость к хранению.

Кроме того, в ряде случаев установлено, что некоторые пенообразователи фактически непригодны для хранения в виде рабочих растворов, поскольку эти растворы утрачивают свои свойства в течение нескольких недель после приготовления. Это может быть связано с использованием при производстве пенообразователей ПАВ недостаточной степени очистки, а также быстрым гидролизом ПАВ.

Полученные ранее результаты исследований [4] по изучению влияния добавок карбамида к рабочим растворам пенообразователей общего и целевого назначения, содержащим в составе диаммонийфосфат (динатрийфосфат), на удельную скорость потери массы стальных пластин показали, что наблюдается синергетический эффект действия добавок, и коррозионная активность раствора пенообразователя общего назначения снижается в 8 раз, а целевого назначения – в 6 раз. На рисунке 1 представлены результаты проведенных исследований.

Таким образом, проведенные исследования по изучению факторов, способствующих снижению сохраняемости пенообразователей при хранении их в системах автоматического пожаротушения, показали, что основной причиной ухудшения их качества при длительном хранении является химическая деструкция вследствие гидролиза и взаимодействия с материалом емкостей для хранения. Установлено, что для снижения коррозионной активности

рабочих растворов пенообразователей общего и целевого назначения целесообразно использовать добавки ДАФ (ДНФ) и карбамида. Использование добавок ДАФ (ДНФ) и карбамида позволит снизить коррозионную активность и повысить сохраняемость растворов пенообразователей в системах автоматического пожаротушения.



а – пенообразователь общего назначения

б – пенообразователь целевого назначения

Рисунок 1. – Коррозионная активность рабочего раствора пенообразователей с добавками 1 % ДНФ (ДАФ) и 0,25–2 % раствора карбамида

Однако применение добавок ДАФ (ДНФ) и карбамида к раствору пенообразователя не всегда кажется экономически нецелесообразным, поскольку их стоимость сравнима со стоимостью нового пенообразователя для приготовления рабочего раствора. Следует учесть, что эти добавки позволяют в несколько раз увеличить срок годности пенообразователя и получить экономический эффект в долгосрочной перспективе.

Проверка качества пенообразователя. В соответствии с Инструкцией¹ при хранении пенообразователей и их рабочих растворов по истечении гарантийного срока хранения проводится проверка на соответствие их качества требованиям технических нормативных правовых актов (ТНПА). При необходимости проверка качества пенообразователей может проводиться и в период гарантийного срока пенообразователей. При использовании пенообразователей в автоматических системах пожаротушения пенообразователь из транспортной заводской емкости переливается в емкость системы пожаротушения (в виде концентрата или рабочего раствора), при этом существует вероятность загрязнения пенообразователя (например, смешение с остатками старого пенообразователя). В связи с этим проверка качества пенообразователя или его рабочего раствора, используемого в составе стационарных автоматических установок пожаротушения, проводится с периодичностью не реже 1 раза в 12 месяцев. Испытания пенообразователей должны проводиться в испытательных центрах (лабораториях), аккредитованных в Национальной системе аккредитации Республики Беларусь.

Утилизация и регенерация пенообразователей, утративших свои свойства. Если по результатам испытаний пенообразователя установлено, что его качество не соответствует требованиям ТНПА, существуют следующие пути решения проблемы:

- утилизация и закупка нового пенообразователя;
- регенерация пенообразователя.

¹ Об утверждении Инструкции о порядке применения пенообразователей для тушения пожаров и признании утратившим силу постановления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 11 января 2005 г. № 2 [Электронный ресурс]: постановление Мин-ва по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 24 июня 2009 г., № 32 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2009. – 8/21347.

Под **утилизацией** понимается изменение целевого назначения или уничтожение вещества по причине невозможности или нецелесообразности его дальнейшего применения по основному назначению с обеспечением возможности вторичного использования таких изделий.

Пенообразователи общего назначения могут быть использованы в качестве растворов смачивателей при тушении твердых гидрофобных (водоотталкивающих) горючих материалов (торф, хлопок, вата, ткань, бумага, древесина). При использовании пенообразователей в качестве смачивателей готовятся рабочие растворы с концентрацией, указанной в технических условиях. Интенсивность подачи растворов смачивателей для тушения большинства твердых материалов составляет $0,05-0,1 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$. Пенообразователи возможно применять в качестве водных растворов технического моющего (обезжиривающего) средства при очистке загрязненных поверхностей. Авторами [5; 6] предложен способ получения эффективных теплоизоляционных материалов и изделий на основе глинистого сырья Республики Беларусь и пенообразователя для тушения пожаров с истекшим сроком годности. Проведенные исследования показали целесообразность применения утратившего свои свойства пенообразователя «Барьер-пленкообразующий» для получения ячеистых теплоизоляционных керамических материалов, что позволяет решить проблему утилизации пенообразователей для пожаротушения с истекшим сроком годности.

Вопрос уничтожения пенообразователей для тушения пожаров в Республике Беларусь в настоящее время не решен. По сведениям авторов, в Республике Беларусь нет предприятий, осуществляющих уничтожение пенообразователей для тушения пожаров.

Регенерация пенообразователей для тушения пожаров позволяет обеспечить восстановление свойств пенообразователей. Это позволяет существенно сократить расходы предприятия на приобретение нового пенообразователя, а также решить проблему утилизации пенообразователя с истекшим сроком годности.

Как правило, пенообразователи выходят из строя по причине снижения кратности и устойчивости пены, а также выхода значений водородного показателя за пределы, установленные в ТНПА. Регенерация пенообразователей осуществляется путем добавления дополнительных порций пенообразователя, удовлетворяющего требованиям ТНПА, или других химических компонентов, обеспечивающих восстановление свойств пенообразователя до требуемых ТНПА значений. Университет гражданской защиты МЧС Беларусь проводит исследования возможности регенерации пенообразователей с разработкой заключения по способам регенерации.

Заключение

В результате проведенных исследований по изучению факторов, способствующих снижению сохраняемости растворов пенообразователей общего и целевого назначения при длительном хранении в стационарных системах пожаротушения, установлено, что основной причиной снижения их качества является химическая деструкция вследствие гидролиза и взаимодействия с материалами емкостей для хранения (коррозии). Увеличить срок годности пенообразователей можно путем введения стабилизирующих добавок (соли фосфорной кислоты, карбамид). Биологическая деструкция пенообразователей в настоящее время не является определяющим фактором, т. к. значительно снижена наличием в их составе биоцидов в необходимом количестве.

Еще один путь повышения сохраняемости растворов пенообразователей при хранении их в стационарных системах пожаротушения – использование в составе пенообразователей специальных ПАВ, устойчивых к гидролизу. Данная задача является актуальной и будет решаться в ближайшее время при осуществлении научно-исследовательской деятельности в Университете гражданской защиты МЧС Беларуси.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плетнев, М.Ю. Современные пенообразующие составы: свойства, области применения и методы испытаний / М.Ю. Плетнев, Б.Е. Чистяков, И.Г. Власенко // М.: НИИТЭХИМ, 1984. – 45 с.
2. Шароварников, А.Ф. Противопожарные пены. Состав, свойства, применение / А.Ф. Шароварников. – М.: Знак, 2000. – 445 с.
3. Казаков, М.В. Применение поверхностно-активных веществ для тушения пожаров / М.В. Казаков. – М.: Стройиздат, 1977. – 81 с.
4. Навроцкий, О.Д. Исследования по повышению сохраняемости водных рабочих растворов пенообразователей / О.Д. Навроцкий, Ю.В. Заневская, В.К. Емельянов // Науковий вісник Українського науково-дослідного інституту пожежної безпеки. – 2011. – № 1 (23). – С. 56–62.
5. Белугин, Д.С. Утилизация пенообразователя для тушения пожаров с истекшим сроком годности в производстве теплоизоляционных керамических материалов / Д.С. Белугин // Наука – шаг в будущее: XI студ. науч.-практ. конф. факультета «Технология органических веществ», Минск, 5–6 дек. 2017 г.: тез. докл. / Белорусский государственный технологический университет. – Минск: БГТУ, 2017. – С. 11.
6. Попов, Р.Ю. Теплоизоляционные керамические материалы на основе белорусского каолинового сырья и утилизируемого пенообразователя / Р.Ю. Попов [и др.] // Труды БГТУ. Серия 2. Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – 2017. – № 1 (193). – С. 75–80.

Сохраняемость и регенерация пенообразователей для тушения пожаров

Persistence and regeneration of foaming agents for fire extinguishing

Навроцкий Олег Дмитриевич

кандидат технических наук

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Беларуси», кафедра автоматических систем безопасности, доцент кафедры

Адрес: ул. Машиностроителей, 25, 220118, г. Минск, Беларусь

e-mail: onav@tut.by

ORCID: 0000-0002-4137-2519

Oleg D. Navrotskiy

PhD in Technical Sciences

State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Chair of Automatic System Security, Associate Professor

Address: ul. Mashinostroiteley, 25, 220118, Minsk, Belarus

e-mail: onav@tut.by

ORCID: 0000-0002-4137-2519

Рябцев Виталий Николаевич

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Беларуси», кафедра автоматических систем безопасности, старший преподаватель

Адрес: ул. Машиностроителей, 25, 220118, г. Минск, Беларусь

e-mail: v.reabtsev@gmail.com

ORCID: 0000-0002-2830-591X

Vitaliy N. Ryabtsev

State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Chair of Automatic System Security, Senior Lecturer

Address: ul. Mashinostroiteley, 25, 220118, Minsk, Belarus

e-mail: v.reabtsev@gmail.com

ORCID: 0000-0002-2830-591X

Иванов Игорь Юрьевич

Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Беларуси», кафедра автоматических систем безопасности, преподаватель

Адрес: ул. Машиностроителей, 25, 220118, г. Минск, Беларусь

e-mail: igor.ivanovwork8@gmail.com

Igor Yu. Ivanov

State Educational Establishment «University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Chair of Automatic System Security, Lecturer

Address: ul. Mashinostroiteley, 25, 220118, Minsk, Belarus

e-mail: igor.ivanovwork8@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2020.4-1.32>

PERSISTENCE AND REGENERATION OF FOAMING AGENTS FOR FIRE EXTINGUISHING

Navrotsky O.D., Reabtsev V.N., Ivanov I.Yu.

Purpose. Research of factors contributing to the decrease of persistence of foaming agent solutions for fire extinguishing during their long-term storage as part of fire extinguishing automatic systems.

Methods. Laboratory research of the rate and resistant foam properties and the hydrogen index of foaming agents for fire extinguishing, as well as research of the corrosion activity of the foaming agent solutions with the addition of stabilizing ingredients.

Findings. The reasons for reducing the persistence of foaming agent solutions for fire extinguishing are established, methods for increasing their retention period are proposed.

Application field of research. The research results can be used in the development and production of new foaming agents for fire extinguishing and their storage in fire extinguishing automatic systems.

Keywords: foaming agents for fire extinguishing, biocides, corrosion inhibitors, foaming agent corrosive activity.

(The date of submitting: February 3, 2020)

REFERENCES

1. Pletnev M.Yu., Chistyakov B.E., Vlasenko I.G. *Sovremennye penoobrazuyushchie sostavy: svoystva, oblasti primeneniya i metody ispytaniy* [Modern foaming compositions: properties, applications and test methods]. Moscow: NIITEKhim, 1984. 45 p. (rus)
2. Sharovarnikov A.F. *Protivopozharnye peny. Sostav, svoystva, primeneniye* [Firefighting foam. Composition, properties, application]. Moscow: Znak, 2000. 445 p. (rus)
3. Kazakov M.V. *Primeneniye poverkhnostno-aktivnykh veshchestv dlya tusheniya pozharov* [The use of surfactants to extinguish fires]. – Moscow: Stroyizdat, 1977. 81 p. (rus)
4. Navrotsky O.D., Zanevskaya Yu.V., Emel'yanov V.K. *Issledovaniya po povysheniyu sokhranyayemosti vodnykh rabochikh rastvorov penoobrazovatelye* [Research of methods for increasing retention period of foaming agents]. *Naukoviy visnik Ukrain's'kogo naukovo-doslidnogo institutu pozhezhnoi bezpeki*, 2011. No. 1 (23). Pp. 56–62. (rus)
5. Belugin D.S. *Utilizatsiya penoobrazovatelya dlya tusheniya pozharov s istekshim srokom godnosti v proizvodstve teploizolyatsionnykh keramicheskikh materialov* [Recycling methods of expired foaming agent for fire extinguishing in the production of heat-insulating ceramic materials]. *Proc. XI student scientific-practical conf. of the faculty of organic substances technology «Nauka – shag v budushchee»*. Minsk: Belarusian State Technological University, 2017. Pp. 11. (rus)
6. Popov R.Yu., Dyatlova E.M., Bogdan E.O., Klimosh Yu.A., Sergievich O.A., Navrotsky O.D. *Teploizolyatsionnye keramicheskie materialy na osnove belorusskogo kaolinovogo syr'ya i utiliziruemogo penoobrazovatelya* [Heat-insulating ceramic materials based on Belarusian kaolin raw materials and recyclable foaming agent]. *Proceedings of BSTU. Series 2: Chemical technologies. Biotechnology. Geoecology*, 2017. No. 1 (193). Pp. 75–80. (rus). URI: <https://elib.belstu.by/handle/123456789/20478>.