

УДК 614.843

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА МЕТОДОМ УВЕЛИЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПЕНЫ

IMPROVEMENT OF FIRE EXTINGUISHING EFFICIENCY BY USING THE
METHOD OF FOAM STABILITY INCREASE

**Ф. Ш. Хафизов, И. Р. Насибуллин, И. Ф. Хафизов, Е. А. Смирнова,
О. Д. Халикова, Р. Р. Каримов, А. В. Краснов**

F. Sh. Khafizov, I. R. Nasibullin, I. F. Khafizov, E. A. Smirnova, O. D. Khalikova,
R. R. Karimov, A. V. Krasnov

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа

*Ключевые слова: огнетушащая эффективность пены; пенообразователь; устойчивость пены;
время полного разрушения пены; кратность, пожарная безопасность*

*Kew words: fire extinguishing efficiency of foam; foaming agent; foam stability; while for the complete
destruction of foam; multiplicity; fire safety*

Несмотря на прогресс, достигнутый в обеспечении пожарной безопасности в нефтегазовой отрасли, пожары, связанные с нефтепереработкой, остаются одной из основных наиболее опасных проблем.

Пожары являются одной из главных причин возникновения чрезвычайных ситуаций, которые влекут за собой огромные по своим масштабам экологические, экономические и имущественные потери, а зачастую и гибель людей [1].

Для более полного исследования проблемы рассмотрим статистику аварий за последние пять лет на объектах нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности (рис. 1, 2).



Рис. 1. Количество зарегистрированных аварий на объектах нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности за 2010–2014 гг.

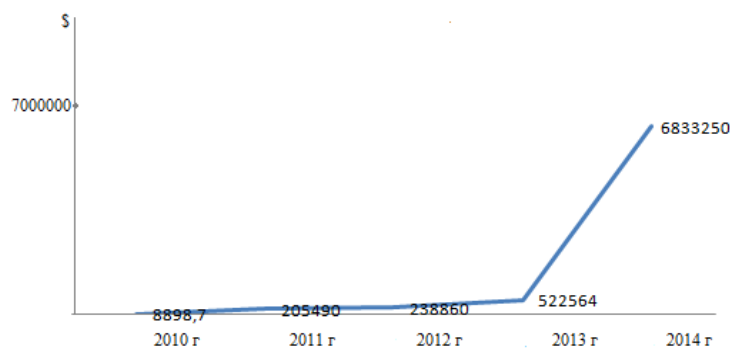


Рис. 2. Экономический ущерб, причиненный авариями за 2010–2014 гг.

Как видно из приведенной статистики, пожары на объектах нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности несут как материальный, так и моральный ущерб, связанный с несоблюдением требований пожарной безопасности на объектах нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. Это способствует необходимости развития более новых технологий тушения пожаров.

В настоящее время в сфере пожарной безопасности происходят значительные изменения на научно-техническом, нормативном и производственном уровнях. Для повышения эффективности борьбы с пожарами активно разрабатываются и внедряются новые виды оборудования, специальные приборы и огнетушащие составы, отвечающие требованиям Федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [2, 3, 4].

Огнетушащая эффективность пены определяется комплексом физико-химических показателей. В зависимости от назначения пены ее важнейшими свойствами могут являться изолирующая способность, термическая устойчивость, вязкость, предельное сдвиговое напряжение и т. д. [5].

Достижение этих свойств обеспечивается путем разработки состава пенообразующего раствора и способа получения пены.

Наиболее важной структурной характеристикой пены является её кратность, под которой понимают отношение объема пены к объёму ее жидкой фазы. Воздушно-механическая пена подразделяется на низкократную (кратность до 20); средnekратную (20–100); высокократную (выше 100) [6].

Отдельный интерес представляет химический состав пенообразователя, позволяющий придать пенообразователю необходимые свойства, например устойчивость.

Устойчивость пены — это ее способность сохранять параметры исходной структуры [7].

Устойчивость объема пены характеризуется временем разрушения 25 % от исходного объема.

Устойчивость к обезвоживанию (к синерезису) характеризуется временем выделения из пены 50 % жидкости. Структурная устойчивость характеризуется временем изменения среднего диаметра пузырьков на 25 % от исходной величины. Контактная устойчивость на поверхности полярных горючих жидкостей характеризуется временем полного разрушения пены. Термическая устойчивость характеризуется временем разрушения всего объема пены под действием теплового потока от факела пламени. Устойчивость изолирующего действия характеризуется временем, в течение которого слой пены препятствует воспламенению жидкости открытым источником пламени [8].

С этой целью в химическом составе пенообразователя помимо высокомолекулярных спиртов, аминов, амидов, образующих с пенообразователем водородные связи, приводящие к стабилизации пены, может быть использован инертный газ, который увеличит устойчивость пены.

В статье приводятся экспериментальные данные, позволяющие разобраться в устойчивости пены при добавлении инертного газа. Исходя из опытов, можно сделать вывод об устойчивости. Для проведения испытаний применялась установка, приведенная на рис. 3.

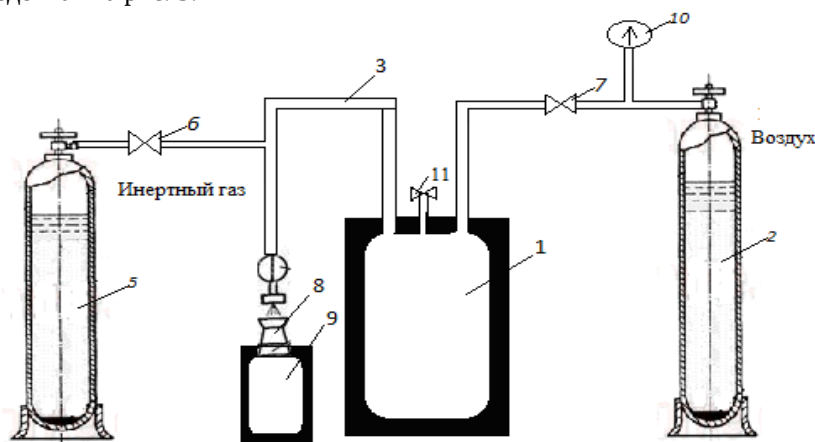


Рис. 3. Установка для получения пены: 1 — емкость; 2 — баллон с сжатым воздухом; 3, 4 — трубопровод; 5 — баллон с инертным газом; 6, 7, 11 — генератор пены; 8 — пеногенератор 9 — емкость для сбора пены; 10 — манометр

Исследования по повышению устойчивости пены проводились смешиванием пенообразователя с инертным газом, при помощи установки (рис. 3).

Методика проведения лабораторных исследований на установке для получения пены следует далее.

На установке открывают кран 11 и заполняют пенообразователем емкость 1. После заполнения емкости 1 закрывают кран 11. Затем открывают кран 7 и под давлением подают воздух, пена по трубопроводу 3 поступает в пеногенератор 8, на выходе получается пена средней кратности.

Для определения устойчивости пены измеряют время разрушения пены между рисками от 25 до 75 % ее высоты, сделанными на емкости 9 и фиксируют время до полного разрушения пены [8, 9]. Результаты проведенных исследований приведены в таблице и на рис. 4.

Результаты исследований по повышению устойчивости пены

Опыт	Мероприятия для повышения устойчивости пены	Время t полного разрушения пены, мин
1	Пена средней кратности	59
2	Пена с добавлением инертного газа	98
3	Пена с добавлением инертного газа и полимера	76
4	Пена с добавлением полимера	98

Данные таблицы, свидетельствуют о том, что интенсивность разрушения пены зависит не только от времени, но и от химического состава пенообразователя.

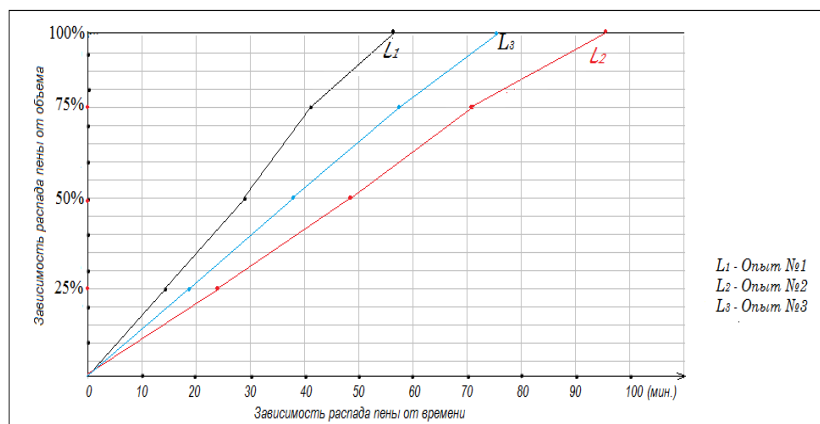


Рис. 4. Разрушение пены в зависимости от времени

Таким образом, исследованиями установлено, что использование в качестве стабилизирующей добавки углекислого газа значительно увеличивает время полного разрушения пены.

Список литературы

1. Усовершенствование методики, определения частоты возникновения пожара для зданий различного класса Функциональной пожарной опасности / И. Ф. Хафизов, А. В. Краснов, Э. Г. Хафизова // Нефтегазовое дело. – 2012. – № 3. – С. 179-182.
2. Проблема применения нормативных документов по пожарной безопасности / И. К. Бакиров, Ф. Ш. Хафизов, Р. М. Султанов // Пожаровзрывобезопасность. – 2014. – № 1. – С. 7-11.
3. Промышленная безопасность и разработка современных технических средств обучения для специалистов нефтегазового комплекса / Ф. Ш. Хафизов, Д. И. Шевченко, А. А. Кудрявцев, А. Р. Арсланов // Пожарная безопасность. – 2011. – № 4. – С. 103-112.
4. Основы построения интегрированных тренингов для специалистов пожарной безопасности / А. А. Шарафутдинов, И. Ф. Хафизов, А. А. Кудрявцев // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2015. – № 2. – С. 120-126.
5. Происхождение, развитие и перспективы пенного пожаротушения на предприятиях топливно-энергетического комплекса / И. Ф. Хафизов, И. А. Хайретдинов // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2014. – № 2. – С. 309-320.
6. Шароварников А. Ф. Противопожарные пены. Состав, свойства, применение. – М.: Знак, 2000. – 464 с.
7. Влияние пены на время тушения пожаров в емкости при подаче ее в слой горючей жидкости / В. В. Кокорин, Ф. Ш. Хафизов, Н. М. Барбин, Р. С. Сатюков // Пожаровзрывобезопасность. – 2012. – № 10. – С. 81-83.
8. ГОСТ Р 50588-2012 Пенообразователи для тушения пожаров.
9. Влияние природно-климатических условий на взрывопожарную опасность процесса хранения нефти в резервуарных парках / Р. С. Сатюков, Ф. Ш. Хафизов, В. В. Кокорин // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2012. – № 6. – С. 481-494.

Сведения об авторах

Хафизов Фаниль Шамильевич, д. т. н., профессор, заведующий кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, тел. 8(347)2431813, e-mail: pkpb@mail.ru

Насибуллин Ильядар Радикович, магистрант кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, тел. 8(347)2431813, e-mail: pkpb@mail.ru

Хафизов Ильядар Фанильевич, к. т. н., доцент кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, тел. 8(347)2431813, e-mail: pkpb@mail.ru

Смирнова Екатерина Александровна, магистрант кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, тел. 8(347)2431813, e-mail: pkpb@mail.ru

Information about the authors

Hafizov F. Sh., Doctor of Engineering, professor, head of the chair «Fire and industrial safety», Ufa State Petroleum Technological University, phone: 8(347)2431813, e-mail: pkpb@mail.ru

Nasibullin I. R., postgraduate of the chair «Fire and industrial safety», Ufa State Petroleum Technological University, phone: 8(347)2431813, e-mail: pkpb@mail.ru

Hafizov I. F., Candidate of Science in Engineering, associate professor of the chair «Fire and industrial safety», Ufa State Petroleum Technological University, phone: 8(347)2431813, e-mail: pkpb@mail.ru

Smirnova E. A., postgraduate of the chair «Fire and industrial safety», Ufa State Petroleum Technological University, phone: 8(347)2431813, e-mail: pkpb@mail.ru

Халикова Олеся Данисовна, аспирантка кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, тел. 8(347)2431813, e-mail: pkpb@mail.ru

Каримов Расуль Равилович аспирант кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, тел. 8(347)2431813, e-mail: pkpb@mail.ru

Краснов Антон Валерьевич, к. т. н., доцент кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, тел. 8(347)2431813, e-mail: pkpb@mail.ru

Khalikova O. D., postgraduate of the chair «Fire and industrial safety», Ufa State Petroleum Technological University, phone: 8(347)2431813, e-mail: pkpb@mail.ru

Karimov R. R., postgraduate of the chair «Fire and industrial safety», Ufa State Petroleum Technological University, phone: 8(347)2431813, e-mail: pkpb@mail.ru

Krasnov A. V., Candidate of Science in Engineering, associate professor of the chair «Fire and industrial safety», Ufa State Petroleum Technological University, phone: 8(347)2431813, e-mail: pkpb@mail.ru