

А. Н. ФЕЩЕНКО, адъюнкт, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4; e-mail: saver32@mail.ru)

С. А. МАКАРОВ, канд. техн. наук, и. о. начальника кафедры общей и специальной химии, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4)

В. П. МОЛЧАНОВ, д-р техн. наук, профессор кафедры общей и специальной химии, Академия ГПС МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4)

А. В. ТРЕТЬЯКОВ, генеральный директор ООО "Эгида ПТВ" (Россия, 127299, г. Москва, ул. Клары Цеткин, 18, корп. 4)

С. С. ВОЕВОДА, д-р техн. наук, профессор, вице-президент Национального союза организаций в области обеспечения пожарной безопасности (НСОПБ) (Россия, 129626, г. Москва, Графский пер., 14, корп. 1)

УДК 614.844.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРАТНОСТИ ПЛЕНКООБРАЗУЮЩЕЙ ПЕНЫ ДЛЯ ПОДСЛОЙНОГО ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

Проведен обзор работ, выявивший существенное влияние кратности пены на эффективность пенного пожаротушения. Установлено, что существующие способы определения кратности пленкообразующей пены для подслоного тушения не учитывают противодействие, создаваемое столбом горючей жидкости. Предложен вариант лабораторной установки и методика определения кратности, соответствующей ее реальному значению во время подслоной подачи в резервуар. Показано, что сущность методики основана на определении соотношения удельной электропроводности рабочего раствора пенообразователя и удельной электропроводности пены.

Ключевые слова: подслоное пожаротушение; кратность пены; тушение пожаров нефтепродуктов; удельная электропроводность пены; испытания высоконапорных пеногенераторов.

DOI: 10.18322/PVB.2017.26.09.65-73

Введение

Пожары нефтепродуктов признано считать одними из самых сложных. Как правило, если не удалось потушить загорание в начальной стадии, то пожар переходит в затяжную стадию и для его ликвидации потребуется большое количество людских и материальных ресурсов. Достаточно часто тушение таких пожаров не имеет успеха. Виной этому могут быть многие причины, одной из которых является отсутствие требуемой кратности воздушно-механической пены. Для систем подслоного пожаротушения контроль кратности пены наиболее актуален, так как отсутствует возможность визуального контроля структуры пены, получаемой с помощью высоконапорных пеногенераторов во время тушения. На кратность пены будут оказывать влияние такие параметры, как качество пенообразователя, жесткость используемой воды, правильное дозирование и работа самих высоконапорных пеногенераторов. Все модели генераторов имеют широкий диапазон напорно-расходных характеристик. В зависимости от

давления расход изменяется в пределах нескольких десятков процентов. Безусловно, в этом случае невозможно обеспечить стабилизацию кратности пены. Как правило, при проведении испытаний высоконапорных пеногенераторов об этом не задумываются, определяется лишь возможность обеспечения кратности пены по нижней границе, соответствующей 4. Исследованием механизма тушения горючих жидкостей пеной, полученной на основе пенообразователей различной природы, занимались многие ученые [1–6].

Еще в 70-х годах [1] классиками пенного пожаротушения была выявлена закономерность, согласно которой на критическую интенсивность тушения пламени нефтепродуктов влияет кратность пены. В одной из работ осуществлялось тушение бензина подачей сверху воздушно-механической пены различной кратности, полученной на основе углеводородного пенообразователя ПО-6. В ходе исследований было установлено, что при увеличении кратности пены значительно снижается критическая интенсивность ее подачи.

И. Ф. Безродный [3], анализируя причины безуспешного тушения пожаров нефтепродуктов воздушно-механической пеной, приходит к выводу, что одной из важных причин является неспособность пеногенерирующего устройства обеспечить и поддерживать на должном уровне требуемую кратность пены.

Влияние кратности фторсодержащей пленкообразующей пены на основные параметры подслоного пожаротушения широко обсуждается и в последнее время [7–9]. Так, Е. Н. Дегаев и Д. А. Корольченко в работе [7] исследуют влияние кратности пены на основные параметры подслоного пожаротушения при изменении кратности от 4 до 16. В ходе экспериментальных исследований была выявлена закономерность, согласно которой при увеличении кратности пены ее огнетушащая эффективность в отдельных случаях увеличивается до двух раз. Сделан вывод о существенном влиянии кратности пены на результаты пожаротушения.

Е. И. Хиль [8] исследовал влияние кратности фторированных пленкообразующих пенообразователей на минимальный удельный расход пенообразующего раствора и оптимальную интенсивность подачи пены в слой горючего. В качестве горючей жидкости использовался н-гептан. Для получения пены низкой кратности применялись следующие пенообразователи: Ansulite AFFF, Hydral AFFF, Shtamex AFFF, Ultraguard AFFF, Light Water FS 201, Multifoam AFFF. Установлено, что при увеличении кратности пены с 4 до 10 оптимальная интенсивность ее подачи снижается в два раза. Предложена также полуэмпирическая формула (1), которая показывает, что снижение минимального удельного расхода пены обратно пропорционально корню квадратному из кратности пены:

$$I_{\text{опт}} = 2,5I_{\text{кр}}, \quad (1)$$

где $I_{\text{опт}}$ — оптимальная интенсивность подачи пены, кг/(м²·с);

$I_{\text{кр}}$ — критическая интенсивность подачи пены, определяемая скоростью термического и контактного разрушения пены при растекании по горячей поверхности жидкости, кг/(м²·с).

На основе комплексных исследований огнетушащей эффективности, проведенных с использованием большого количества различных фторированных пленкообразующих пенообразователей, выпускаемых в России и за рубежом, экспериментально доказано, что при подслоном пожаротушении увеличение кратности пены приводит к сокращению времени тушения. При кратности менее 3,5–4 при подслоном способе подачи воздушно-механической пены будет происходить отслоение раствора пенообразователя от пены, стремящейся вверх к поверхности горючей жидкости, поэтому контроль

кратности пены в течение всего времени тушения очень важен [9].

Проведенный анализ работ позволяет говорить о том, что влияние кратности подаваемой на пожаротушение пены весьма существенно.

Лабораторные исследования по тушению нефтепродуктов подслоным способом в большинстве случаев проводят на стандартизированной модельной установке согласно ГОСТ Р 53280.2–2010. Схема данной установки представлена на рис. 1.

Пену получают на электромеханическом устройстве 10 в течение 30 с. Затем определяют кратность, после чего перекадывают ее в емкость 6. Емкость взвешивают на весах, результат записывают в журнал, а емкость закручивают герметичной крышкой. Далее осуществляют подачу сжатого воздуха, выталкивающего из емкости 6 пену, которая по трубопроводу идет в модельный резервуар 1. Пена подается из нижней части емкости. С момента образования и до начала подачи пены проходит значительное время, за которое в процессе синерезиса обезвоживаются верхние слои пены, изменяется объем и, соответственно, кратность пены. За это время может вполне образоваться отсек. Таким образом, кратность пены, которую определяют на устройстве 10 в момент ее получения, и кратность пены, которой про-

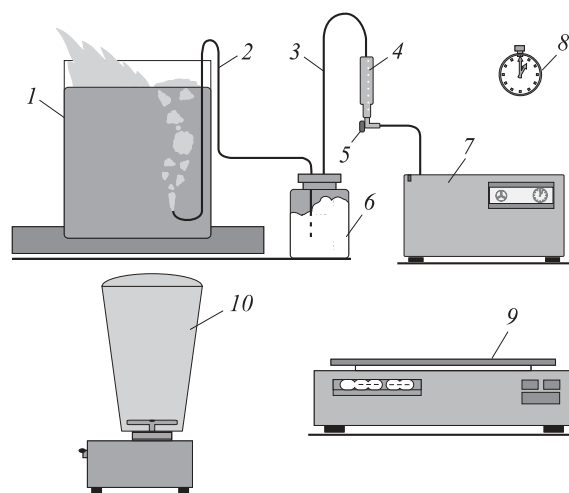


Рис. 1. Схема установки, используемой при проведении лабораторных испытаний по тушению нефтепродуктов подслоным способом: 1 — модель резервуара; 2 — трубопровод для подачи пены в резервуар; 3 — трубопровод для подачи воздуха в емкость с пеной; 4 — измеритель расхода воздуха (ротаметр); 5 — регулирующий клапан; 6 — промежуточная емкость с пеной; 7 — компрессор; 8 — секундомер; 9 — одночашечные весы; 10 — устройство для получения пены

Fig. 1. Installation diagram of the setup which is used in the laboratory during testing for extinguishing petroleum subsurface: 1 — tank model; 2 — pipeline for supplying foam to the tank; 3 — pipeline for supplying air to the vessel with foam; 4 — area flowmeter; 5 — regulating valve; 6 — intermediate tank with foam; 7 — compressor; 8 — stopwatch; 9 — libra; 10 — device for producing foam

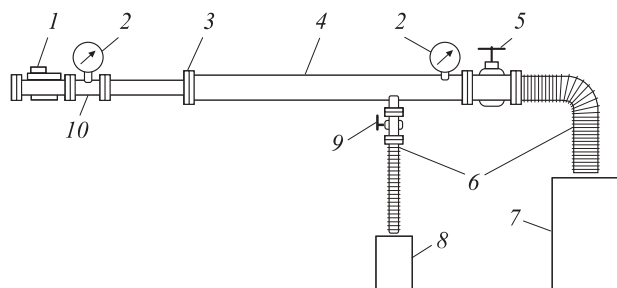


Рис. 2. Схема установки для испытания высоконапорных генераторов [6]: 1 — расходомер; 2 — манометры; 3 — пеногенератор; 4 — основной трубопровод; 5 — задвижка; 6 — эластичные рукава; 7 — емкость 200 л; 8 — емкость 8 л; 9 — шаровой кран; 10 — дополнительный трубопровод

Fig. 2. Diagram of the setup for testing high-pressure generators: 1 — flow fluid meter; 2 — pressure gauges; 3 — foam generator; 4 — main pipeline; 5 — valve; 6 — elastic hose; 7 — capacity 200 l; 8 — capacity 8 l; 9 — ball valve; 10 — additional pipeline

водят тушение, имеют разные значения. В связи с этим не совсем корректно использовать значения кратности, принятые в начале эксперимента, для получения различных зависимостей.

В настоящее время кратность пены определяют весовым способом. В ГОСТ Р 53290–2009 представлен именно такой способ, с помощью которого испытывают высоконапорные генераторы пены низкой кратности для подслоного пожаротушения. На рис. 2 приведена схема установки для испытания высоконапорных генераторов. Подробное описание данной установки представлено в ГОСТ Р 53290–2009.

Сущность метода измерения кратности пены заключается в следующем. Приготавливают раствор пенообразователя в заданной концентрации. Испытание для определения кратности пены начинают проводить только после создания перед генератором рабочего давления. За счет перекрытия трубопровода с помощью задвижки 5 в пенопроводе создают давление, составляющее 40 % рабочего давления раствора пенообразователя. Давление раствора пенообразователя и пены фиксируются по манометрам 2. После достижения необходимого давления в пенокамере открывается шаровой кран 9 и заполняется емкость объемом $(10,0 \pm 0,1)$ л. Затем путем взвешивания определяют массу пены m (кг). Кратность пены K рассчитывают по формуле

$$K = V_{\text{п}} / V_{\text{р}}, \quad (2)$$

где $V_{\text{п}}$ — объем пены, л;

$V_{\text{р}}$ — объем раствора пенообразователя, численно равный массе пены, л.

Недостатком данного метода является существенное различие значений кратности пены внутри основного трубопровода и кратности пены в емкости. Задвижка 5 для имитации противодействия способствует дополнительному пенообразованию. При отборе пены в емкость происходит ее барботирование

воздухом. В данном способе не учитывается влияние высокого встречного давления, которое при подслоном пожаротушении создается слоем горючей жидкости. При высоте слоя жидкости в резервуаре 12 м оно приблизительно составляет 0,85 атм.

В работе [10] для решения проблемы барботирования воздуха при отборе пены в емкость предлагается применять узел отбора, в котором в выход пробоотборника вводят металлическую трубку. Трубка опущена в емкость до уровня 3 см выше дна. Этот способ частично предотвращает барботирование в момент отбора пены, но не учитывает влияния противодействия. Таким образом, кратность полученной пены будет отличаться от фактической кратности пены, подаваемой в резервуар.

Кроме того, методики не учитывают изменения кратности пены во время подачи и при нестабильном рабочем давлении. В лучшем случае весовой способ подразумевает определение средних значений кратности, в худшем определяется кратность на каком-либо участке рабочего диапазона давлений. Создаваемое при таких испытаниях противодействие является условным, так как пена в результате все равно попадает в мерную емкость, а пенные пузыри “окружает” давление, соответствующее атмосферному (т. е. противодействие столба жидкости отсутствует). В реальных условиях после получения пены на высоконапорном генераторе и при подаче ее в основание резервуара кратность пены будет иной, так как к атмосферному давлению добавляется давление столба горючей жидкости. В связи с этим возникла необходимость определения кратности пены, поступающей в основание резервуара во время подслоной подачи.

Цель данной работы — предложить устройство для измерения кратности пены при подслоном пожаротушении непрерывно, на протяжении всего времени подачи.

Для выполнения цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) выполнить анализ существующих методик определения кратности пены;
- 2) на основе сделанного анализа предложить способ определения кратности пены внутри трубопровода;
- 3) разработать конструкцию экспериментальной установки измерения кратности пены для подслоного пожаротушения.

Основная часть

Идея использования для определения кратности пены электрического сопротивления была выдвинута В. К. Тихомировым. Он предлагал определять среднюю кратность пены, используя устройство, в состав которого входит электрохимическая ячей-

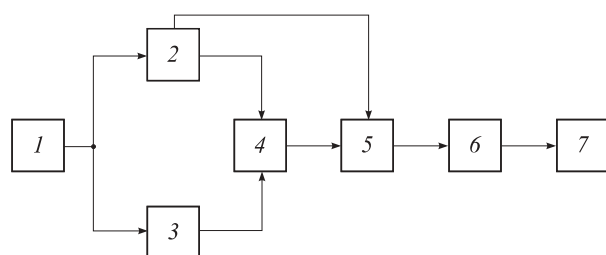


Рис. 3. Устройство для определения кратности: 1 — генератор гармонических колебаний; 2, 3 — датчики электропроводности пены; 4 — блок деления сигналов; 5 — блок коррекции; 6 — блок линейного выпрямителя; 7 — указатель кратности

Fig. 3. Device for the multiplicity determining: 1 — generator of harmonic oscillations; 2, 3 — foam conductivity sensors; 4 — block division signals; 5 — correction unit; 6 — block linear rectifier; 7 — multiplicity pointer

ка, соединенная с измерителем электросопротивления, с помощью которого определяют кратность по следующему расчетному соотношению:

$$K = 0,67\rho_{\text{п}}/\rho_{\text{р}}, \quad (3)$$

где $\rho_{\text{п}}$, $\rho_{\text{р}}$ — удельное электросопротивление соответственно пены и исходного раствора [11].

Данный метод при увеличении кратности не учитывает изменения коэффициента пропорциональности.

А. Ф. Шароварниковым и Е. В. Кокоревым было предложено устройство для изучения пен высокой

кратности [12]. На рис. 3 изображена схема установки, которая работает следующим образом. Датчики 2 и 3 погружаются в раствор, и в этот момент на блоке 4 появляется сигнал, пропорциональный электросопротивлению исходного раствора. Далее этот сигнал поступает в блок коррекции 5, где совершается калибровка раствора по электросопротивлению исходного раствора. После того как проведена калибровка устройства, датчики 2 и 3 опускают в пену. Электросопротивление пены зависит от проводимости раствора в пенных пленках и от поверхностной проводимости, которая в свою очередь обусловлена наличием двойного электрического слоя в пене.

Кратность пены определяется по уравнению

$$K = (\rho_{\text{п}}/\rho_{\text{р}})\beta, \quad (4)$$

где β — коэффициент, пропорциональный величине сопротивления раствора;

$$\beta = 0,22 + 0,087\rho_{\text{р}}. \quad (5)$$

Формула (4) учитывает коэффициент пропорциональности, который изменяется при измерении средней и высокой кратности пены.

Материалы и методы исследования

Нами предлагается устройство, позволяющее в режиме реального времени контролировать крат-

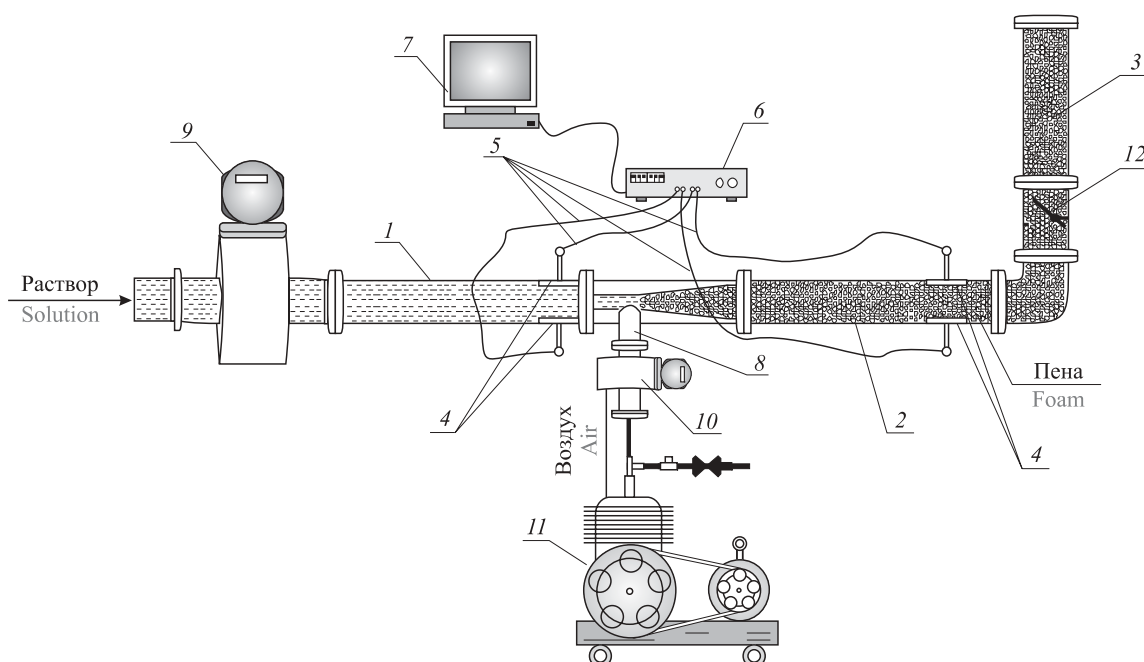


Рис. 4. Схема экспериментальной установки для определения кратности в режиме реального времени: 1, 2 — труба из диэлектрического материала; 3 — труба с горючей жидкостью; 4 — металлические пластины; 5 — электроды; 6 — измеритель удельной электропроводности; 7 — компьютер; 8 — воздушный патрубок; 9 — расходомер по раствору; 10 — расходомер по воздуху; 11 — компрессор; 12 — обратный клапан

Fig. 4. Installation diagram of the experimental setup for determining the multiplicity of the foam in real time: 1, 2 — pipe of dielectric material; 3 — pipe with flammable liquid; 4 — metal plates; 5 — electrodes; 6 — meter conductivity; 7 — computer; 8 — air pipe; 9 — flow fluid meter (for the solution); 10 — area flowmeter for air; 11 — compressor; 12 — check valve

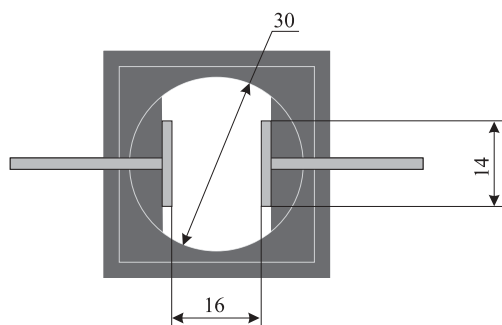


Рис. 5. Ячейка для определения удельной электропроводности

Fig. 5. The cell to determine of the specific resistance

ность пены внутри трубопровода при подслоном пожаротушении. В основе лежит известное свойство изменения электрического сопротивления пены в зависимости от ее кратности [11]. На рис. 4 представлена схема установки.

Установка состоит из двух труб 1 и 2, выполненных из диэлектрического материала, двух парных пластин 4 из нержавеющей стали, установленных внутри труб. Пластины площадью 25 см² каждая расположены друг напротив друга. Тыльные стороны пластин (расположенные возле трубы) покрыты диэлектрическим материалом. К каждой из пластин подключены электроды 5, которые соединены с измерителем электрического сопротивления 6. Данные выводятся на регистратор 7. На входе первой трубы установлен расходомер по раствору 9, на входе второй трубы — воздушный патрубок 8, в котором расположен расходомер по воздуху 10. Воздух подается компрессором 11 принудительно, что позволяет регулировать его количество. Объем подаваемого раствора пенообразователя контролируется водяным расходомером. В трубе за генератором 3 установлен обратный клапан 12.

Для корректной работы установки ее необходимо предварительно настроить. Для этого используют калиброванную ячейку, схема которой представлена на рис. 5. С помощью ячейки определяют удельную электропроводность раствора пенообразователя. Для этого применяют мост с частотой не менее 1000 Гц. В качестве моста используется прибор Е7-8, способный в автоматическом режиме разделять активную и реактивную составляющие. В качестве калибровочной жидкости применяется водный раствор KCl. Соль в заданной концентрации растворяется в дистиллированной воде и помещается в ячейку. Удельную электропроводность раствора хлорида калия KCl в данной концентрации определяют по таблицам справочника химика [13].

Табличные значения удельной электропроводности сравнивают с полученными значениями ее в ячейке. Находят коэффициент ячейки для различных значений сопротивлений раствора (отношение

истинного значения электропроводности к полученному в эксперименте). Математическая зависимость изменения коэффициента ячейки A (м⁻¹) выглядит следующим образом:

$$A = -0,0021R + 32,4, \quad (6)$$

где R — сопротивление между электродами, Ом.

Результаты и их обсуждение

На рис. 6 представлены фактические значения зависимости коэффициента ячейки от сопротивления водного раствора хлорида калия между электродами.

В ячейку заливают рабочий раствор пенообразователя заданной концентрации, которая варьируется от 0,5 до 10 % масс. Затем определяют удельную электропроводность рабочего раствора пенообразователя и строят градуировочную кривую № 1 соответствия сопротивления между электродами ячейки с раствором пенообразователя в заданной концентрации и фактической удельной электропроводности этого раствора. Градуировочная зависимость для раствора фторированного пенообразователя приведена на рис. 7.

После этого используют установку, представленную на рис. 4. При этом в трубе 3 отсутствует жидкость — в системе нет противодавления. В трубу 1 подают раствор пенообразователя заданной концентрации и проводят измерения электрического сопротивления раствора различной концентрации. Затем рассчитывают его удельное сопротивление. После этого, зная удельную электропроводность данного раствора, определяют коэффициент ячейки для участка установки в трубе 1.

Так как участок установки 1 и участок установки 2 (см. рис. 4) конструктивно выполнены одинаково, коэффициенты ячеек для этих участков будут

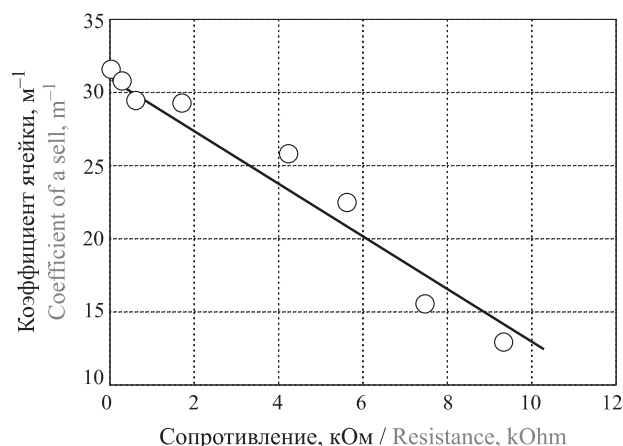


Рис. 6. Зависимость коэффициента ячейки от сопротивления водного раствора хлорида калия между электродами

Fig. 6. The dependence of a cell coefficient on resistance between electrodes of an aqueous solution of potassium chloride

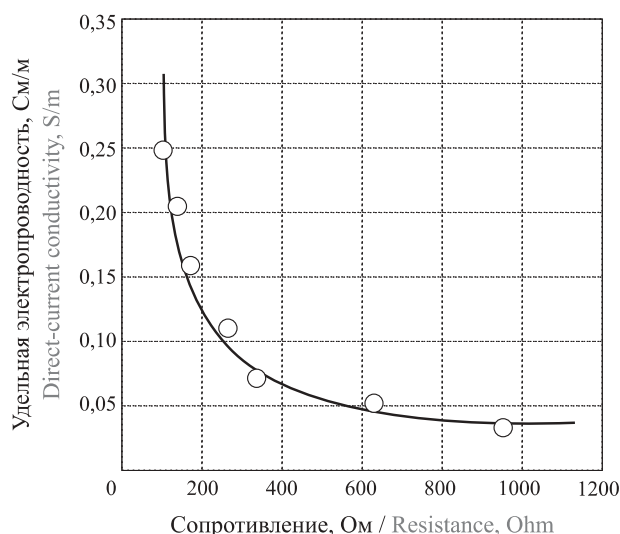


Рис. 7. Градуировочная кривая № 1 соответствия сопротивления между электродами ячейки с раствором фторированного пенообразователя и фактической удельной электропроводности этого раствора

Fig. 7. The calibration curve No. 1 of the matching resistance between the electrodes of a cell with working solution of the fluorinated film-forming foamer and the actual resistivity of this solution

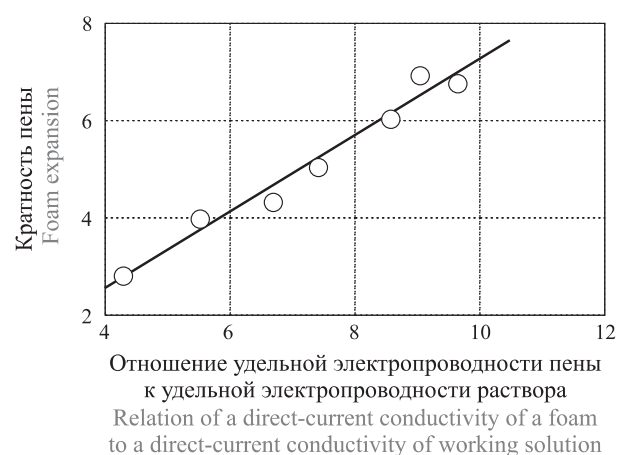


Рис. 8. Градуировочная кривая № 2 соответствия отношения удельной электропроводности раствора фторированного пенообразователя к пене и кратности

Fig. 8. The calibration curve No. 2 of the matching relationship of the specific conductivity of a solution of fluorinated foaming agent to foam and expansion

различаться в пределах погрешности измерений. Для определения удельной электропроводности пены, получаемой на участке трубы 2, можно будет воспользоваться математической зависимостью (3). Находим электросопротивление образовавшейся пены между электродами и ее кратность в трубе 2. Кратность рассчитывается как отношение объема пены к объему раствора пенообразователя. Значения объемов устанавливают по показателям расходомеров 9 и 10 (см. рис. 4). Определяют удельную электропроводность пены, используя коэффициенты ячейки, полученные при помощи уравнения (6). Строится градуировочная кривая № 2, иллюстрирующая изменение кратности пены от отношения удельной электропроводности пены к удельной электропроводности рабочего раствора (рис. 8).

Из графика рис. 8 видно, что кратность пены от соотношения удельных электропроводностей пены и раствора имеет линейную зависимость [11]. Математическое выражение имеет следующий вид:

$$K = 0,62(\rho_n / \rho_p). \quad (7)$$

Далее трубу 3 наполняют жидкостью и подают раствор в трубу 1. При этом нет необходимости присутствия в установке таких приборов, как расходомеры по воздуху, расходомер по раствору, компрессор для принудительной подачи воздуха. Определяют удельную электропроводность образовавшейся пены и по уравнению (7) рассчитывают ее кратность. Таким образом, полученное значение кратности учитывает влияние противодавления.

Закключение

Использование предложенного способа определения кратности пены при подслоном пожаротушении позволит:

- 1) улучшить точность измерения кратности внутри трубопровода;
- 2) контролировать кратность получаемой пены на протяжении всего времени подачи;
- 3) оценить влияние противодавления столба жидкости на параметры подслоного пенного пожаротушения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Котов А. А., Петров И. И., Реут В. Ч. Применение высокократной пены при тушении пожаров. — М. : Стройиздат, 1972. — 113 с.
2. Bikerman J. J. Foams. — New York : Springer, 1973. DOI: 10.1007/978-3-642-86734-7.
3. Безродный И. Ф. Забытые имена — забытые знания... или “Почему не тушит пена?..” // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. — 2011. — Т. 20, № 12. — С. 49–55.
4. Шароварников А. Ф., Молчанов В. П., Воевода С. С., Шароварников С. А. Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов. — М. : Калан, 2002. — 448 с.
5. Sharovarnikov A. F., Punchik G. I. Experimental determination of the strength of foams with high foam densities // Colloid Journal. — 1982. — Vol. 44, No. 1. — P. 180–182.

6. Korolchenko D. A., Sharovarnikov A. F. Heat balance of extinguishing process of flammable liquid by sprayed water // *Advanced Materials Research*. — 2014. — Vol. 1070-1072. — P. 1794–1798. DOI: 10.4028/www.scientific.net/amr.1070-1072.1794.
7. Дегаев Е. Н., Корольченко Д. А., Шароварников А. Ф. Влияние кратности пен на основные параметры процесса тушения углеводородов // *Материалы 4-й Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов “Проблемы техносферной безопасности–2015”*. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. — С. 24–28.
8. Хиль Е. И., Воевода С. С., Шароварников А. Ф., Макарова И. П. Экспериментальное определение минимального удельного расхода и оптимальной интенсивности подачи пенообразователя при тушении пламени нефтепродуктов // *Пожарная безопасность*. — 2015. — № 4. — С. 76–81.
9. Хиль Е. И., Макарова И. П., Шароварников А. Ф. Влияние кратности пены на эффективность тушения пламени нефтепродуктов подачей пены в основание резервуара // *Управление качеством в нефтегазовом комплексе*. — 2016. — № 1. — С. 48–50.
10. Корольченко Д. А., Шароварников А. Ф. Факторы, снижающие огнетушащую эффективность подслоной системы при тушении пламени нефтепродуктов // *Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety*. — 2016. — Т. 25, № 4. — С. 56–67. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.04.56-67.
11. Тихомиров В. К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. — 2-е изд., перераб. — М.: Химия, 1983. — 264 с.
12. А. с. 911288 СССР. Устройство для определения кратности пен. МПК G01N 27/02 / Шароварников А. Ф., Кокорев Е. В.; заявитель и патентообладатель Всесоюзный научно-исследовательский институт противопожарной обороны. — № 2813644/18-25; заявл. 03.09.79; опубл. 07.03.82, Бюл. № 9.
13. Справочник химика. Т. 3. Химическое равновесие и кинетика. Свойства растворов. Электродные процессы / Под ред. Б. П. Никольского. — 2-е изд. — М.–Л.: Химия, 1965. — 1008 с.

Материал поступил в редакцию 10 августа 2017 г.

Для цитирования: Фещенко А. Н., Макаров С. А., Молчанов В. П., Третьяков А. В., Воевода С. С. Определение кратности пленкообразующей пены для подслоного тушения пожаров горючих жидкостей // *Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety*. — 2017. — Т. 26, № 9. — С. 65–73. DOI: 10.18322/PVB.2017.26.09.65-73.

English

DETERMINATION OF FREQUENCY RATE OF FILM FORMING FOAM FOR SUBLAYER SUPPRESSION OF THE FIRES OF COMBUSTIBLE LIQUIDS

FESHCHENKO A. N., Postgraduate Student of General and Special Chemistry Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation; e-mail: saver32@mail.ru)

MAKAROV S. A., Candidate of Technical Sciences, Care-Taker of the Head of General and Special Chemistry Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation)

MOLCHANOV V. P., Doctor of Technical Sciences, Professor of General and Special Chemistry Department, State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation)

TRETYAKOV A. V., General Director ООО “Egida PTV” (Klary Tsetkin St., 18, build. 4, Moscow, 127299, Russian Federation)

VOEVODA S. S., Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice President, The National Union of Organizations of Ensuring the Fire Safety (Grafskiy Lane, 14, build. 1, Moscow, 129626, Russian Federation)

ABSTRACT

This work contains the review of the literature about influence of frequency rate of foam on effectiveness of fire extinguishing. It is known that the frequency rate of foam significantly influences key parameters of fire extinguishing. Foam generators do not allow to maintain up-to-the-mark frequency rate of foam with changing pressure. As a result the frequency rate changes during time of its giving,

and for its monitoring when carrying out tests it requires the device which is capable to measure frequency rate in real time.

Some ways of determination of frequency rate of foam in laboratory, and in the conditions of carrying out actual tests are analysed. In the main way is weighted one. Its weak spot consists in inaccuracy of determination of values of frequency rate of foam. At suppression with ready foam in laboratory a key indicator is its stability. During actual tests with application of high-head foam generators the essential error arises because of air barbotage. Earlier methods of determination of frequency rate on a direct-current conductivity of foam were used. However, despite accuracy of these methods, they did not find application in the standardized techniques. Common weak spot of the existing ways of determination of frequency rate of foam is that they do not consider a counter pressure in system which arises at sublayer fire extinguishing.

The purpose of this work — to offer the device, which is able to measured of frequency rate of foam at sublayer fire extinguishing uninterrupted, throughout all time of giving.

There were two steps of researches. At the first stage the calibration cell was used. The dependence of coefficient of a cell on resistance between electrodes is established, using an aqueous solution of chloride of a potassium with the known direct-current conductivity was fixed. Then the specific resistance of working solution of the fluorinated film-forming foamer was defined.

At the second stage a set-up which allowed to reveal dependence of frequency rate of foam on the size of the relation of a direct-current conductivity of foam to a direct-current conductivity of working solution was piked up.

As a result of the conducted researches the mathematical dependence allowing to determine values of frequency rate of foam by the relation of a direct-current conductivity of foam to a direct-current conductivity of working solution was offered. The constant of proportionality for determination of low frequency rate of foam is established. The technique allowing to define frequency rate of the given foam at sublayer fire extinguishing is offered, throughout all time of giving taking into account a counterpressure at the exit of a high-head foam generator.

Keywords: sublayer fire extinguishing; frequency rate of foam; fire extinguishing of oil products; direct-current conductivity of foam; test of high-head foam generators.

REFERENCES

1. Kotov A. A., Petrov I. I., Reutt V. Ch. *Primeneniye vysokokratnoy peny pri tushenii pozharov* [The use of high multiplicity foam to extinguish fires]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1972. 113 p. (in Russian).
2. Bikerman J. J. *Foams*. New York, Springer, 1973. DOI: 10.1007/978-3-642-86734-7.
3. Bezrodnyi I. F. Forgotten names — the forgotten knowledge or... “Why do not extinguish the foam?..”. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2011, vol. 20, no. 12, pp. 49–55 (in Russian).
4. Sharovarnikov A. F., Molchanov V. P., Voevoda S. S., Sharovarnikov S. A. *Tusheniye pozharov nefiti i nefteproduktov* [Fire extinguishing of oil and oil products]. Moscow, Kalan Publ., 2002. 448 p. (in Russian).
5. Sharovarnikov A. F., Punchik G. I. Experimental determination of the strength of foams with high foam densities. *Colloid Journal*, 1982, vol. 44, no. 1, pp. 180–182.
6. Korolchenko D. A., Sharovarnikov A. F. Heat balance of extinguishing process of flammable liquid by sprayed water. *Advanced Materials Research*, 2014, vol. 1070-1072, pp. 1794–1798. DOI: 10.4028/www.scientific.net/amr.1070-1072.1794.
7. Degaev E. N., Korolchenko D. A., Sharovarnikov A. F. Influence of multiplicity foams on the basic parameters quenching processes hydrocarbons. In: *Materialy 4-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov “Problemy tekhnosfernoy bezopasnosti–2015”* [Proceedings of the 4th International scientific and practical conference of young scientists and specialists “Technospheric Safety Problems–2015”]. Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russian Publ., 2015, pp. 24–28 (in Russian).
8. Hil’ E. I., Voevoda S. S., Sharovarnikov A. F., Makarova I. P. Experimental determination of minimum discharge intensity and optimum rate of foaming agent input during suppression of oil products flame. *Pozharnaya bezopasnost / Fire Safety*, 2015, no. 4, pp. 76–81 (in Russian).
9. Khil E. I., Makarova I. P., Sharovarnikov A. F. The influence of the multiplicity of foam on the efficiency of extinguishing the flames of oil products supply foam to the base of the tank. *Upravleniye kachestvom v neftegazovom komplekse / Quality Management in Oil and Gas Industry*, 2016, no. 1, pp 48–50 (in Russian).

10. Korolchenko D. A., Sharovarnikov A. F. Factors which reduce fire extinguishing efficiency of sublayer system during suppression of the flame of oil products. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2016, vol. 25, no. 4, pp. 56–67 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2016.25.04.56-67.
11. Tikhomirov V. K. *Peny. Teoriya i praktika ikh polucheniya i razrusheniya*. 2-ye izd. [Foam. Theory and practice of their production and destruction. 2nd ed.]. Moscow, Khimiya Publ., 1983. 264 p. (in Russian).
12. Sharovarnikov A. F., Kokorev E. V. *A device for determining the multiplicity of foams*. Inventor's Certificate no. 911288 SSSR, publ. date 07.03.82 (in Russian).
13. Nikolskiy B. P. (ed.). *Spravochnik khimika. T. 3. Khimicheskoye ravnovesiye i kinetika. Svoystva rastvorov. Elektrodnyye protsessy*. 2-ye izd. [Reference book of chemist. Vol. 3. Chemical equilibrium and kinetics. Properties of solutions. Electrode processes. 2nd ed.]. Moscow, Leningrad, Khimiya Publ., 1965. 1008 p. (in Russian).

For citation: Feshchenko A. N., Makarov S. A., Molchanov V. P., Tretyakov A. V., Voevoda S. S. Determination of frequency rate of film forming foam for sublayer suppression of the fires of combustible liquids. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2017, vol. 26, no. 9, pp. 65–73 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2017.26.09.65-73.



ООО «Издательство «ПОЖНАУКА»

предлагает Вашему вниманию

Учебное пособие



Холщевников В. В.
Корольченко Д. А.
Парфёненко А. П.

ЭВАКУАЦИЯ ЗРИТЕЛЕЙ ИЗ СПОРТИВНО-ЗРЕЛИЩНЫХ СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВНУТРЕННЕГО ТРАНСПОРТА

М. : Изд-во «ПОЖНАУКА», 2016. — 88 с.

Впервые в практике архитектурно-строительного преподавания рассмотрена методология учета важнейшего функционального процесса — движения людских потоков с использованием эскалаторов и лифтовых установок при различных режимах эксплуатации зданий, включая чрезвычайную ситуацию пожара, на примере реального объекта с большим количеством находящихся в нем людей.

Для заказа книги пишите нам по адресу:

121352, г. Москва, а/я 43,

или звоните по телефону

8 (495) 228-09-03.

Вы можете также оформить заказ через электронную почту:

mail@firepress.ru.