

Кондакова Я.А., Навроцкий О.Д.*

ОГНЕТУШАЩАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ С МОДИФИЦИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ ПРИ ПОДАЧЕ ПЕНЫ НИЗКОЙ КРАТНОСТИ НА ПОВЕРХНОСТЬ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

Учреждение «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» МЧС Республики Беларусь, г. Минск

**Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты*

Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь», г. Минск

В работе экспериментально в соответствии со стандартизированной методикой определены время тушения и время повторного воспламенения модельного очага пожара пеной низкой кратности при ее подаче на поверхность изопропилового спирта, проведены исследования влияния модифицирующих добавок в составе пенообразователей на их огнетушащие свойства.

Ключевые слова: пенообразователь, пена низкой кратности, водорастворимая горючая жидкость, огнетушащая эффективность, модифицирующие добавки.

Kandakova Y.A., Navrotsky O.D.

FIRE EXTINGUISHING EFFECTIVENESS OF FOAMING AGENTS WITH MODIFYING ADDITIVES WHEN SUPPLYING FOAM OF LOW EXPANSION TO THE SURFACE OF WATER-SOLUBLE FLAMMABLE LIQUIDS

The Establishment "Research Institute of Fire Safety and Emergencies" of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Minsk

** The State Educational Institution "University of Civil Protection of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus", Minsk*

In this work, the time of extinguishing with low-expansion foam applied to the surface of isopropyl alcohol and the time of re-ignition of a model fire are experimentally determined in accordance with a standardized methodology. Studies of the influence of modifying additives in the composition of foaming agent on the fire extinguishing properties are carried out.

Keywords: foaming agent, low expansion foam, water soluble flammable liquid, fire extinguishing efficiency, modifying additives.

Введение

Согласно статистическим данным, в Республике Беларусь ежегодно происходит большое количество техногенных чрезвычайных ситуаций, из которых

большую часть составляют пожары. В настоящее время для ликвидации горения многих видов пожаров широко используются пенообразователи, которые являются одним из наиболее эффективных и удобных огнетушащих веществ.

В Республике Беларусь имеется более 50 крупных предприятий химической промышленности, использующих в технологическом цикле водорастворимые жидкие углеводороды (спирты, кетоны и др.), являющиеся пожароопасными горючими жидкостями.

Для тушения растворимых в воде жидкостей, например, этилового спирта, используют пенообразователи целевого назначения, эффективность которых достигается за счет введения в состав пенообразователя полимерных добавок, которые увеличивают устойчивость пены путем образования толстой полимерной пленкой между пеной и спиртом [1].

Определение огнетушащей эффективности пенообразователей является важным этапом в процессе разработки новых и совершенствования существующих средств пожаротушения. С этой целью были проведены исследования эффективности тушения водорастворимых горючих жидкостей пенообразователями с модифицирующими добавками.

Конструкция испытательной установки и условия проведения испытаний

Методика, позволяющая определить время тушения и время повторного воспламенения модельного очага водорастворимой горючей жидкости (ацетона) пеной низкой кратности при ее подаче на поверхность горючей жидкости, изложена в приложении Е [2].

Испытательная установка включает в себя следующие сборочные единицы, узлы и комплектующие (рисунок 1):

- генератор пены низкой кратности (позиция А);
- противень для горючей жидкости (позиция В);
- экран отбойник для пены (позиция С);
- тигель для определения времени повторного воспламенения (позиция D);
- штатив для крепления пеногенератора (позиция Е);
- устройство для подачи раствора пенообразователя (огнетушитель, насос) (позиция F).

Основные составляющие установки:

1. Генератор воздушно-механической пены низкой кратности производительностью не менее $1,7 \text{ дм}^3 \cdot \text{мин}^{-1}$ при давлении $(0,70 \pm 0,02) \text{ МПа}$.

2. Штатив для крепления пеногенератора и противня, обеспечивающий его устойчивое положение при перепадах рабочего давления.

3. Круглый противень внутренним диаметром $(565 \pm 5) \text{ мм}$. Высота противня $(150 \pm 5) \text{ мм}$, толщина стенок $(1,2 \pm 0,2) \text{ мм}$. Дно противня – коническое, высота конуса $(30 \pm 5) \text{ мм}$.

4. Экран-отбойник, обеспечивающий 100%-ное попадание образующейся воздушно-механической пены в противень.

5. Цилиндрический тигель для определения времени повторного воспламенения диаметром $(155 \pm 5) \text{ мм}$, высотой $(160 \pm 5) \text{ мм}$, толщиной стенок $(1,2 \pm 0,2) \text{ мм}$ с металлической рукояткой.

6. Герметичная емкость для рабочего раствора пенообразователя объемом (30 ± 1) дм³, изготовленная из коррозионно-стойкого материала или с внутренним антикоррозионным покрытием, выдерживающая внутреннее давление до 1 МПа.

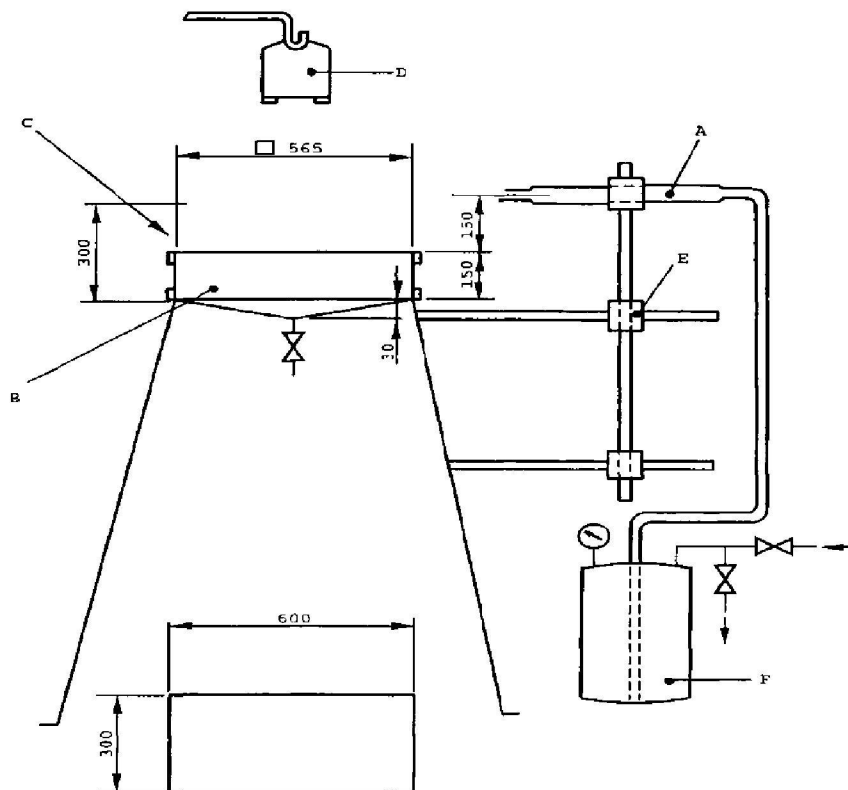


Рисунок 1. – Установка для определения огнетушащей эффективности пены низкой кратности

Сущность метода заключается в определении времени тушения горючей жидкости пеной низкой кратности, подаваемой в модельный очаг площадью $0,25 \text{ м}^2$.

При выполнении измерений и испытаний должны соблюдаться условия, изложенные в таблице 1.

Таблица 1 – Условия выполнения измерений и испытаний

Наименование показателя	Значение показателя
Температура окружающего воздуха, °С	20...25
Температура топлива, °С	15...25
Температура пенообразователя, °С	15...25
Относительная влажность воздуха, %	40...95
Атмосферное давление, кПа	84...100
Скорость ветра, м/с	0...3
Наличие осадков	нет

Розжиг горючей жидкости проводится при помощи факела.

Определение времени тушения и времени повторного воспламенения модельного очага изопропилового спирта пеной низкой кратности при подаче на поверхность горючей жидкости

Пенообразователь по [3] является пенообразователем общего назначения и для тушения водорастворимых горючих жидкостей не применяется. Однако в составе указанного пенообразователя применяются фторированные добавки, которые защищают пену от разрушения при ее контакте с водорастворимой горючей жидкости. Таким образом, при добавлении в состав по [3] модифицирующих добавок (полимеры, полисахариды и др.) ожидается образование устойчивой пленки на границе раздела фаз «горючее – пена», в результате чего пена становится устойчивой к действию спирта длительное время.

Вместе с тем для сравнительного анализа и более объективной оценки эффективности тушения водорастворимых горючих жидкостей пенообразователями с модифицирующими добавками проведены испытания уже существующих на рынке спиртостойких пенообразователей.

Все испытания проводились в соответствии с условиями, указанными в таблице 1. Для проведения исследований использовались образцы пенообразователей, описание которых приведено в таблице 2.

В серии испытаний в качестве горючего использовался изопропиловый спирт ТУ ВУ 100138463-002.2007 (изопропиловый спирт – растворимая в воде горючая жидкость, для тушения которой требуется специальный спиртостойкий пенообразователь).

Таблица 2. – Описание исследуемых образцов пенообразователей

Опытный образец	Наименование образца	Примечание
Образец № 1	Промышленный пенообразователь типа AFFF/AR	Применяется для тушения водорастворимых горючих жидкостей (спирты, кетоны и др.)
Образец № 2	Состав по патенту [3]	Применяется для тушения водонерастворимых горючих жидкостей (бензин, дизтопливо и др.)
Образец № 3	Состав по патенту [3] с добавлением 0,916 % ксантановой камеди (косметической)*	
Образец № 4	Состав по патенту [3] с добавлением 0,681 % ксантановой камеди (пищевого сорта)*	
* растворимые в пенообразователе полимерные вещества в соответствии с положениями [4]		

Результаты определения времени тушения и времени повторного воспламенения модельного очага пожара опытными образцами пенообразователей при тушении изопропилового спирта приведены в таблице 3. Контроль площади горения модельного очага пожара после повторного воспламенения осуществлялся визуально и с помощью видеофиксации.

Таблица 3 – Результаты определения огнетушащей способности исследуемых образцов

Опытный образец	Расход раствора пенообразователя, $\text{дм}^3/\text{мин}$	Время тушения, с	Время повторного воспламенения, с	Время распространения пламени на площади после повторного воспламенения, с	
				На 50 % площади	На 100 % площади
Образец № 1	1,74	34	738	760	774
Образец № 1	2,52	28	168	247	271
Образец № 2	1,74	Разрушение пены при контакте с горючим			
Образец № 3	1,74	80	187	209	240
Образец № 4	1,74	108	124	166	188

На основании результатов испытаний, приведенных в таблице 3, видно, что при тушении изопропилового спирта (водорастворимой горючей жидкости) образец № 1 обладает хорошей огнетушащей эффективностью. При этом пена, полученная из образца № 2, полностью разрушается при контакте с горючей жидкостью (изопропиловым спиртом).

Для повышения устойчивости образца № 2 к действию спирта использовали добавки водорастворимого полимера: ксантановая камедь косметическая и ксантановая камедь пищевого сорта. Указанные полимеры хорошо растворимы в воде и нерастворимы в спирте.

При тушении изопропилового спирта пена, полученная из образцов № 3 и 4, незначительно разрушается при контакте с горючей жидкостью. Согласно полученным результатам (таблица 3) можно сделать вывод, что указанные образцы обладают хорошей огнетушащей эффективностью при тушении изопропилового спирта. При введении в пенообразователь ксантановой камеди из пены при контакте ее со спиртом на границе раздела «пена-спирт» образуется нерастворимая в спирте полимерная пленка. Образующаяся пленка предохраняет пену от разрушения.

Таким образом, использование в составе пенообразователя по [3] полимерных добавок (образцы № 3 и 4) приводит к устойчивости пены, полученной из пенообразователя, к действию спиртов.

Также стоит отметить, что при горении горючего в тигле наблюдалось разрушение пены возле стенок тигля (рисунок 2) под воздействием высокой температуры, образованной при нагревании стенок тигля. В месте, где пена разру-

шилась, наблюдался скорый переход пламени из тигля на поверхность горючего в противне (рисунок 3).



Рисунок 2 – Разрушение пены от высокотемпературного воздействия при горении тигля в модельном очаге пожара



Рисунок 3 – Воспламенение горючего в модельном очаге пожара

Заключение

В работе проведены испытания по определению времени тушения и времени повторного воспламенения модельного очага изопропилового спирта пеной низкой кратности, полученной из пенообразователей с модифицированными добавками, при ее подаче на поверхность горючей жидкости. По результа-

там, полученным при проведении испытаний, установлено, что добавленные в состав пенообразователя по [3] полимерные (модифицирующие) добавки: ксантановая камедь косметическая и ксантановая камедь пищевого сорта повысили устойчивость пенообразователя к действию изопропилового спирта (водорастворимой горючей жидкости). Концентрация полимерных добавок была выбрана с учетом положений [4].

На основании полученных результатов испытаний определено, что следует провести вторую серию испытаний, которая будет направлена на снижение концентрации в составе пенообразователя по [3] фторированных добавок, которые являются дорогостоящими, и определение эффективной концентрации полимерных (модифицирующих) добавок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Терехнев, В.В. Пожарная тактика. Основы тушения пожаров: учеб. пособие / В.В. Терехнев, А.В. Подгрушный. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 322 с.

2. Вещества огнетушащие. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования. Методы испытаний: СТБ 2459-2016. – Взамен СТБ ГОСТ Р 50588-99; введ. 12.08.2016. – Минск, Госстандарт, 2016. – 42 с.

3. Пенообразователь для тушения пожаров: пат. 17905 Респ. Беларусь / О.Д. Навроцкий, В.К. Емельянов. – Оpubл. 28.02.2014.

4. Кондакова, Я.А. Пенообразователь для тушения водорастворимых горючих жидкостей / Я.А. Кондакова, О.Д. Навроцкий, И.Ю. Иванов // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2022. – Т. 6, № 2. – С. 211–218.

REFERENCES

1. Terebnev, V.V. Pozharnaya taktika. Osnovy tusheniya pozharov: ucheb. posobiye / V.V. Terebnev, A.V. Podgrushnyy – M.: Akademiya GPS MCHS Rossii, 2012. – 322 p. (rus)

2. Veshchestva ognetushashchiye. Penobrazovateli dlya tusheniya pozharov. Obshchiye tekhnicheskiye trebovaniya. Metody ispytaniy: STB 2459-2016. – Vza-men STB GOST R 50588-99; vved. 12.08.2016. – Minsk, Gosstandart, 2016. – 42 p. (rus)

3. Penobrazovatel' dlya tusheniya pozharov pat. 17905 Resp. Belarus' / O.D. Navrotskiy, V.K. Yemel'yanov. – Opubl. 28.02.2014. (rus)

4. Kondakova, YA.A. Penobrazovatel' dlya tusheniya vodorastvorimyykh goryuchikh zhidkostey / YA.A. Kondakova, O.D. Navrotskiy, I.YU. Ivanov // Vestnik Universiteta grazhdanskoy zashchity MCHS Belarusi. – 2022. – T. 6, № 2. – P. 211–218 (rus)

