

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТУШЕНИЯ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСПЫЛЕННЫХ СТРУЙ

### THE EFFICIENCY OF EXTINGUISHING FLAMMABLE LIQUIDS WITH THE USE OF JETS SPUTTERED

*Бараковских С.А., кандидат технических наук,  
Карама Е.А., кандидат педагогических наук,  
Карпузинов А.А., Дьяков М.В., Тикина И.В., Ставриниди С.Ю.,  
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

*Barakovskiyh S.A., Karama E.A., Karapuzikov A.A.,  
Dyakov M.V., Tikina I.V., Stavrinidi S.U.,  
The Ural Institute of State Firefighting Service of Ministry  
of Russian Federation for Civil Defense, Yekaterinburg*

Успешное тушение пожаров горючих жидкостей достигается путем правильно подобранного огнетушащего вещества и способа его подачи в очаг возгорания. На сегодняшний день самым востребованным способом борьбы с пламенем при тушении горючих жидкостей является пена низкой и средней кратности. Эффективность тушения пеной заключается в поддержании на поверхности горючей жидкости плотного слоя пены, ввиду ее быстрого разрушения при контакте с горючей жидкостью, для успешного прекращения процесса горения. Это является причиной привлечения большего количества сил и средств, для проведения пенной атаки. Вода же является наиболее широко применяемым средством тушения пожаров, связанных с горением различных веществ и материалов. При отсутствии возможности организации пенного пожаротушения при тушении горючих жидкостей допускается применение распыленной воды.

Для определения наибольшей эффективности процесса пожаротушения распыленной водой в статье описан ряд экспериментов по тушению пожара от стволов различной модификации. Анализ полученных данных свидетельствует, что наиболее оптимальным средством тушения горючих жидкостей является использование в качестве огнетушащего вещества воды в виде распыленной струи, подаваемой с помощью пожарного ручного комбинированного ствола РСК-50.

*Ключевые слова:* горючая жидкость, распыленная струя, огнетушащее средство, эффективность тушения.

Successful extinguishing of fires of combustible liquids is achieved by properly selected extinguishing agent and the method of its supply to the source of ignition. To date, the most popular way to combat flame in extinguishing combustible liquids is low and medium expansion foam. The effectiveness of the extinguishing foam is to maintain on the surface of the combustible liquid dense layer of foam in view of its rapid destruction upon contact with the combustible liquid for a successful termination of the combustion process. This entails the involvement of a large number of forces and means for carrying out foam attacks. Water is the most widely used means of extinguishing fires associated with the burning of various substances and materials. In the absence of the possibility of organizing a fire fighting foam for extinguishing combustible liquids permitted the use of sprayed water. To determine the maximum

efficiency of the process of fire extinguishing with sprayed water in the work carried out a number of experiments to extinguish the fire from the trunks of various modifications. The analysis of the obtained data shows that the most optimal means of extinguishing combustible liquid is the use of water as a fire extinguishing agent in the form of a sprayed jet supplied by a fire manual combined trunk RSK-50.

*Keywords:* combustible liquid, spray jet, fire extinguishing agent, extinguishing efficiency

Отличительной особенностью горючих и легковоспламеняющихся жидкостей (далее – ГЖ, ЛВЖ) является их способность гореть самостоятельно. В свою очередь эффективность процесса пожаротушения оценивается показателем эффективности тушения – величиной, характеризующей качество работы комплекса «огнетушащее вещество – способ подачи».

Шароварников А.Ф. в своих трудах описывает механизм прекращения горения горючих жидкостей тонкораспыленной струей воды, за счет понижения температуры в зоне горения [1].

В таблице 1 приведен обзор огнетушащих веществ с учетом способа подачи в очаг горения и возможности применения при тушении ГЖ.

Таблица 1  
Обзор огнетушащих веществ

№ п/п	Вид огнетушащего вещества	Способ подачи	Возможность применения	Недостатки
1	Огнетушащие средства химического торможения	Специальные приборы подачи	Тушение нефтепродукта (ЛВЖ, ГЖ)	Тушение малых объемов. Токсичность
2	Газоводяные струи	Автомобили газоводяного тушения (АГВТ)	Тушение струйного факела нефтепродукта (ЛВЖ, ГЖ)	Ограниченное применение внутри здания. Нельзя тушить розлив
3	Вода компактные струи	Ручные и лафетные стволы	Применение для смыва ГЖ, охлаждение оборудования, тушение факела при истечении	Увеличение площади пожара
	распыленные струи	Ручные и лафетные стволы	Тушение пролива нефтепродукта, охлаждение, экранирование	Испарение при малом расходе
4	Воздушно-механическая пена	Пеногенераторы	Тушение нефтепродукта (ЛВЖ, ГЖ)	Разрушение в результате теплового воздействия факела пламени и от контактного взаимодействия с горючей жидкостью
5	Разбавляющие огнетушащие вещества	Ручные и лафетные стволы	Тушение нефтепродукта (ЛВЖ, ГЖ)	Малая площадь тушения пролива нефтепродукта
6	Газовое и аэро-	С использованием	Тушение нефте-	Тушение в ограни-

	зольное тушение	АУПТ	продукта (ЛВЖ, ГЖ), твердые горючие вещества	ценных объемах
7	Порошковые составы	С использованием автомобилей порошкового тушения	Тушение нефтепродукта (ЛВЖ, ГЖ), твердые горючие вещества	Невозможно одновременное тушение и защита оборудования (взаимодействие с водой)

Из проведенного обзора огнетушащих веществ можно сделать вывод, что наиболее доступным и эффективным при тушении ГЖ являются распыленная вода и воздушно-механическая пена низкой и средней кратности ввиду их доступности и низкой себестоимости.

При тушении пеной необходимо поддерживать на поверхности ГЖ плотный слой пены ввиду ее быстрого разрушения при контакте с ГЖ. Это влечет за собой привлечение большого количества сил и средств для проведения пенной атаки.

Вода же является наиболее широко применяемым средством тушения пожаров, связанных с горением различных веществ и материалов. Достоинствами воды являются ее дешевизна и доступность, относительно высокая удельная теплоемкость, высокая скрытая теплота испарения, химическая инертность по отношению к большинству веществ и материалов.

В табл. 2 приведены огнетушащие средства на основе воды [2].

*Таблица 2*  
*Огнетушащие средства на основе воды*

Название огнетушащего вещества	Полное название огнетушащего средства	Область применения
Вода-компактные струи	Вода-компактные струи	Тушение твердых горючих веществ и материалов для создания водяных завес и охлаждения объектов, находящихся вблизи очага пожара
Распыленная вода	Распыленная вода, размер капель более 100 мкм	Тушение твердых горючих веществ и материалов, тяжелых нефтепродуктов
Тонкораспыленная вода	Тонкораспыленная вода, размер капель менее 100 мкм	Тушение твердых горючих веществ и материалов, горючих жидкостей
Вода со смачивателями	Вода в виде компактной струи, распыленная или тонкораспыленная	Тушение твердых пористых плохо смачивающихся материалов

Из данных таблицы 2 следует, что в настоящее время при тушении пожаров используются два способа подачи воды – в виде компактных и распыленных струй. Компактная струя из пожарного ствола представляет собой сплошной поток во-

ды, имеющий высокую скорость. Эти струи имеют большой запас энергии и обладают определенной ударной силой, позволяющей срывать пламя. При этом большая масса воды воздействует на малую площадь. В этом достоинство и од-

новременно недостаток компактных струй. Большой запас энергии позволяет подавать воду на большие расстояния, а сравнительно малая площадь воздействия снижает коэффициент использования.

Распыленная струя – это поток воды, состоящий из отдельных капель. Такие струи обладают небольшой энергией и дальностью полета. Однако единица массы распыленной воды орошает большую площадь, чем такое же количество компактной. Кроме того, распыленная струя может активно воздействовать непосредственно на зону горения.

Требования руководства по тушению ГЖ [3], рекомендации, изложенные в справочнике руководителя тушения пожара [4], содержат информацию о том, что тушение ГЖ следует производить распыленной струей воды, с интенсивностью подачи  $0,2 \text{ л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ .

Безусловно, наиболее эффективным огнетушащим веществом при тушении ГЖ является пена, но ввиду особенностей ее подачи и стоимости альтернативой по-прежнему остается применение распыленной воды.

Для определения эффективности процесса пожаротушения распыленной водой проведен ряд экспериментов по тушению пожара от стволов различной модификации:

- Ствол пожарный ручной комбинированный РСК-50.
- Ствол пожарный ручной универсальный комбинированный с переменным расходом ИТС-50-8.
- Ствол пожарный лафетный ЛС-П20У.

Эффективность процесса пожаротушения оценивалась показателем эффективности тушения – величиной, характеризующей качество работы комплекса «огнетушащее вещество – способ подачи».

Для проведения экспериментальной части исследования использовался модельный очаг пожара, представляющий собой противень, изготовленный из листовой стали диаметром 3 м с высотой бортов 20 см.

В качестве горючей жидкости применялся мазут топочный М-100, 1,50% малозольный,  $25 \text{ }^\circ\text{C}$

Для имитации разлива мазута производилось заполнение модельного очага по всей площади мазутом в количестве 50 л.

Модельный очаг пожара (металлический противень) был установлен на металлическую конструкцию высотой 60 см от уровня поверхности земли. Для нагрева мазута по всей площади под металлический противень устанавливались очаги в количестве пяти штук.

Расчет показателя эффективности тушения производился с использованием значений фактической интенсивности подачи и удельным расходом воды. Расчеты производились по формулам (1)-(3).

Фактическая интенсивность подачи воды  $[\text{л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})]$ :

$$J = \frac{q}{S_{\text{п}}}, \quad (1)$$

где  $q$  – расход ствола  $[\text{л}/\text{с}]$ ;  $S_{\text{п}}$  – площадь пожара  $[\text{м}^2]$ .

Удельный расход воды за всё время тушения  $[\text{л}/\text{м}^2]$ :

$$q_{\text{уд}} = J \tau_{\text{т}}, \quad (2)$$

где  $J$  – фактическая интенсивность подачи  $[\text{л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})]$ ;  $\tau_{\text{т}}$  – время тушения  $[\text{с}]$ .

Показатель эффективности тушения  $[\text{м}^2/\text{л} \cdot \text{с}]$ :

$$P_{\text{э.т.}} = \frac{1}{J \tau_{\text{т}}^2}, \quad (3)$$

для стволов различной модификации.

В таблице 3 указаны расчетные значения для стволов различной модификации

Таблица 3  
Характеристические значения стволов различной модификации

Характеристики	РСК-50	ИТС-50-8	ЛС-П20У
Площадь пожара, м <sup>2</sup>	7,2		
Расход ствола, л/с	2,0	3,7	20,0
Фактическая интенсивность подачи, л/(м <sup>2</sup> · с)	0,277	0,513	2,777
Время тушения, с	18,17	23,67	11,67
Удельный расход воды, л/м <sup>2</sup>	5,03	12,16	32,40
Показатель эффективности тушения, м <sup>2</sup> /л · с	0,010	0,0034	0,0026

На рисунке приведена зависимость эффективности тушения водой от расхода для стволов различной модификации.

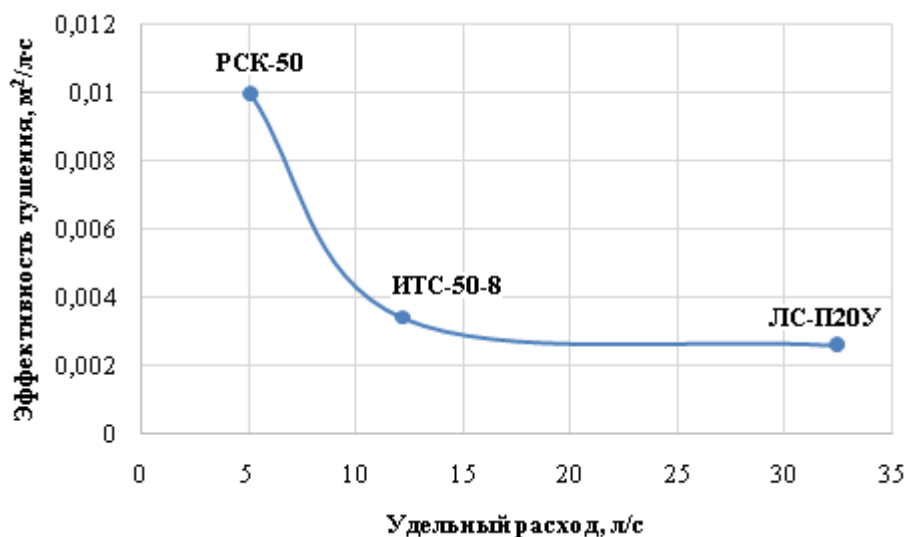


Рисунок. Зависимость эффективности тушения водой от расхода для стволов различной модификации

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что в соответствии с определением показателя эффективности тушения, при смоделированной площади пожара 7,2 м<sup>2</sup>, наиболее оптимальным является тушение распылённой струей от пожарного ручного комбиниро-

ванного ствола РСК-50, в связи с тем, что при меньшем удельном расходе огнетушащего вещества, эффективность тушения является максимальной в отличие от приборов подачи огнетушащих веществ ИТС-50-8 и ЛС-П20У.

#### Литература

1. Шароварников А.Ф., Корольченко Д.А. Тушение горючих жидкостей распыленной водой // Пожаровзрывобезопасность. 2013. Т. 22. № 11. С. 70-74.
2. Корольченко А. Я., Корольченко Д. А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочник в 2 ч. М., 2004. Ч. I. 713 с.
3. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. М.: ГУГПС-ВНИИПО-МИПБ, 1999. 48 с.
4. Иванников В.П., Клюс П.П. Справочник руководителя тушения пожара. М.: Стройиздат, 1987. 288 с.

**References**

1. SHarovarnikov A.F., Korol'chenko D.A. Tushenie goryuchih zhidkostej raspylennoj vodoj // Pozharovzryvobezopasnost'.2013.T.22. №11.S. 70-74.
2. Korol'chenko A. YA., Korol'chenko D. A. Pozharovzryvoopasnost' veshchestv i materialov i sredstva ih tusheniya: spravochnik: v 2 ch. — 2-e izd., pererab.i dop. M.: Pozhnauka. 2004. CH. I. 713 s.
3. Rukovodstvo po tusheniyu nefi i nefteproduktov v rezervuarah i rezervuarnyh parkah. M.: GUGPS-VNIPO-MIPB, 1999.48 s.
4. Ivannikov V. P., Klyus P.P. Spravochnik rukovoditelya tusheniya pozhara.- M.: Strojizdat, 1987. 288 s.