

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2019.3-3.283>

УДК 614.844

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СРЕДСТВА ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ УСТАНОВОК ПОДАЧИ ОГNETУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Василевич Д.В., Лахвич В.В., Миканович Д.С.

*Цель.* Анализ конструкции и выявление возможных путей повышения эффективности использования установок подачи огнетушащих веществ высокого давления.

*Методы.* Теоретические исследования средств тушения пожаров с применением установок высокого давления.

*Результаты.* Разработаны рекомендации по расширению функционала установок подачи огнетушащих веществ высокого давления, стоящих на вооружении МЧС Республики Беларусь, возможностью подачи огнетушащих средств в закрытые помещения через строительные конструкции.

*Область применения исследований.* Результаты исследований могут быть использованы пожарными аварийно-спасательными подразделениями в области ликвидации чрезвычайных ситуаций.

*Ключевые слова:* установка для подачи воды под высоким давлением, абразивный материал, резка водой строительных конструкций.

(Поступила в редакцию 14 февраля 2019 г.)

**Введение.** С давних пор и до настоящего времени пожары представляют огромную опасность для жизни и здоровья людей. Согласно статистике, только за 2018 год в Республике Беларусь произошло 6097 пожаров, на которых погибли 513 человек, из них 9 детей. В результате пожаров также было уничтожено 1169 и повреждено 4892 здания.

Одной из главных задач МЧС является спасение людей и материальных ценностей в случае возникновения пожара. Поэтому вопрос разработки и применения перспективных средств и методов тушения пожаров остается актуальным.

Ущерб от пожара напрямую зависит от времени его свободного развития и оперативности тушения, что в значительной мере определяется временем ввода первого ствола и эффективностью применения огнетушащих средств.

Из приведенных статистических данных<sup>1</sup> (рис. 1) следует, что основным огнетушащим средством по-прежнему остается вода, по причине ее доступности и дешевизны. При этом следует подчеркнуть существенные расходы: обычные системы непрерывного тушения используют подачу большого количества воды в течение продолжительного времени (при этом подавляющая часть, до 90 %, расходуется неэффективно, а вред от излишне пролитой воды может быть сопоставим с материальным ущербом от самого пожара).

Известно, что эффективность применения воды возрастает при ее подаче в очаг пожара в тонкораспыленном виде за счет более высокого охлаждающего эффекта мелких капель жидкости [1–4]. Установки высокого давления позволяют подавать мелкодисперсную воду и использовать огнетушащее вещество максимально эффективно (до 75 %), а возможность подачи воды с внешней стороны здания в очаг пожара существенно увеличивает оперативность подачи первого ствола.

Также стоит отметить, что, согласно статистическим данным, 78 % всех пожаров происходит в жилом фонде. Стремясь сохранить свое имущество, люди устанавливают металлические входные двери, которые представляют существенную преграду для пожарных.

<sup>1</sup> Сведения о чрезвычайных ситуациях, происшедших в Республике Беларусь за 12 месяцев 2018 года // Обзорная информация. Министерство по чрезвычайным ситуациям. – Минск: Науч.-иссл. ин-т пожарной безопасности и проблем чрезв. ситуаций, 2019. – 12 с.

Основные способы вскрытия таких дверей связаны с использованием аварийно-спасательного инструмента, при этом для проведения данного вида работ необходимо затратить значительное количество времени.

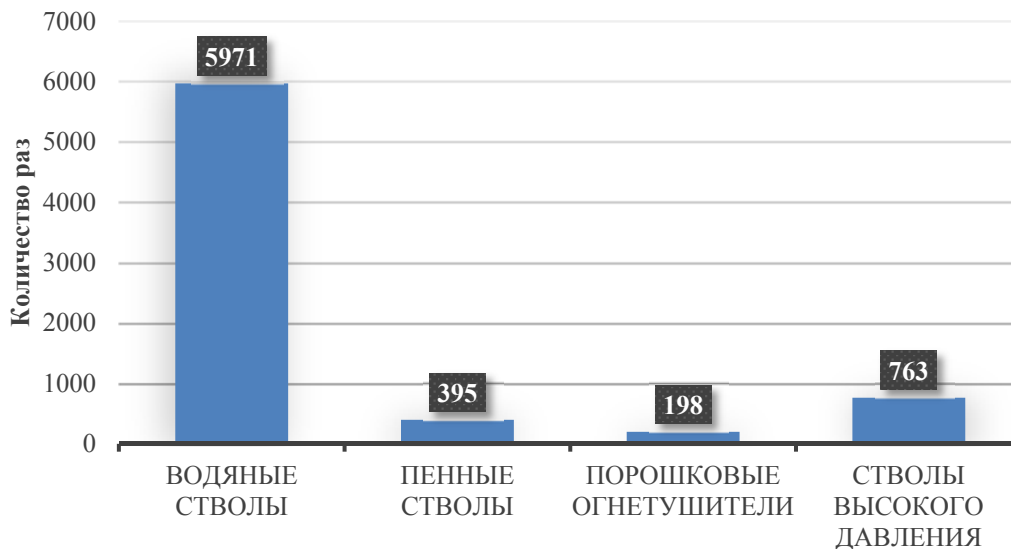


Рисунок 1. – Технические средства пожаротушения, применяемые в Республике Беларусь в 2018 году

При благоприятных условиях огонь быстро распространяется, и за короткий промежуток времени пламенем может быть охвачено все помещение. Традиционное тушение со стандартным снаряжением требует прямого доступа к очагу пожара. Пожарные должны вскрыть оконный или дверной проем, чтобы приступить к тушению. Вскрытие дверей может обеспечить приток воздуха, насыщенного кислородом, и, соответственно, усилить пламенное горение, что только усугубит ситуацию. Нередко для спасения людей или тушения необходимо заходить внутрь горящего здания, что обуславливает угрозу для спасателей не только в виде первичных факторов пожара, но и вторичных, таких как обрушение или взрыв, поскольку невозможно с полной уверенностью знать, что хранится в здании либо когда оно обрушится.

На основании вышеизложенного вопрос подачи огнетушащих веществ для снижения температуры в максимально короткие сроки и обеспечения высокого уровня безопасности пожарных является весьма актуальным.

**Основная часть.** В настоящее время в области пожаротушения широкое применение получили установки подачи воды высокого давления. Как правило, такими установками комплектуются пожарные автомобили быстрого реагирования. Установки можно использовать в различных чрезвычайных ситуациях, таких как тушение автомобильного транспорта; пожаров в многоэтажных зданиях; промышленных и жилых помещений.

Особый интерес представляет установка подачи воды высокого давления Cobra, разработанная шведской компанией Cold Cut Systems и предназначенная для тушения пожаров. Данная установка имеет преимущество из-за ее способности подавать огнетушащее вещество снаружи горящего помещения. Это достигается путем проделывания отверстия диаметром около 3 мм в любой строительной конструкции с помощью потока огнетушащего вещества под высоким давлением, смешанного с абразивом<sup>2</sup> (рис. 2).

После того, как в строительной конструкции образовалось отверстие, через него в течение нескольких секунд подается мелкодисперсная вода, чего достаточно, чтобы температура в помещении начала существенно снижаться. Это позволяет пожарным зайти внутрь

<sup>2</sup> About coldcut™ cobra [Электронный ресурс] / Cold Cut Systems. – Режим доступа: <http://www.coldcutsystems.com/about-coldcut-cobra>. – Дата доступа: 23.11.2018.

помещения и произвести дотушивание очагов горения, максимально обезопасив себя от воздействия высоких температур и возможных последствий от развившегося пожара. При этом следует отметить, что быстрое снижение температуры положительным образом будет влиять на людей, которые могут находиться в помещении. Немаловажно и то, что быстрое снижение температуры происходит без введения большого количества кислорода, это уменьшает вероятность возникновения вспышки, или обратной тяги, или взрыва пиролизированного материала.

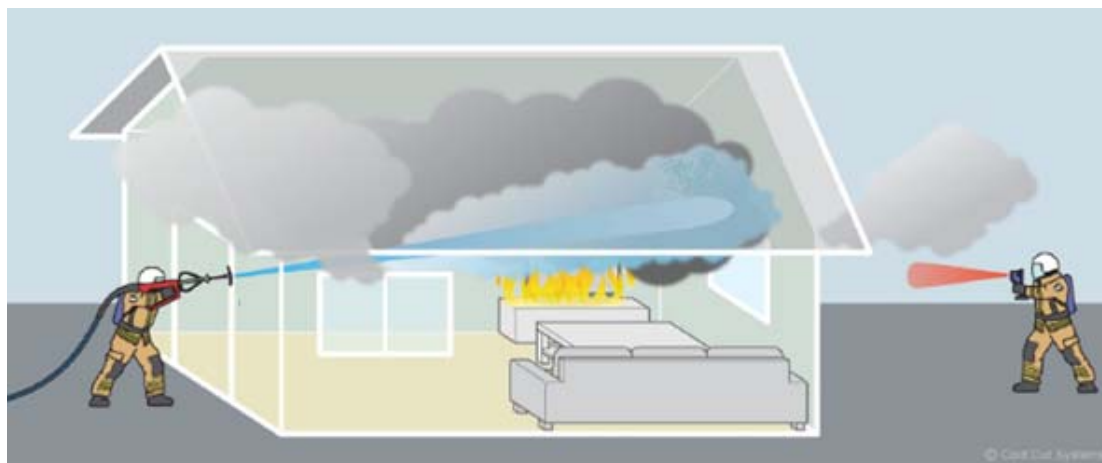


Рисунок 2. – Тушение через строительную конструкцию

Собра состоит из насоса высокого давления, привода насоса, емкости для воды и пенообразователя, емкости для абразивного материала, шланга и ствола высокого давления. Технические характеристики представлены в таблице 1<sup>3</sup>.

Система пожаротушения с гидроабразивной резкой Собра по сравнению с другими средствами сочетает в себе высокую эффективность и безопасность для проводящих работы по тушению пожара, а также наносит меньший вред окружающей среде. В настоящее время эксплуатируется более 900 систем пожаротушения с гидроабразивной резкой Собра, установленных как на пожарных автомобилях быстрого реагирования, так и на пожарных машинах различного класса (автоцистернах, лестницах, коленчатых подъемниках) более чем в 30 странах мира (Швеция, Великобритания, Норвегия, Дания, Нидерланды, Германия, КНР и др.).

Основными преимуществами системы пожаротушения Собра, по словам производителей, являются<sup>4</sup>:

- снижение влияния опасных факторов на участников тушения пожара, поскольку тушение ведется с безопасной позиции;
- экономия времени, которое достигается за счет быстрого развертывания системы пожаротушения Собра (1–2 мин) и ее действия на ранней стадии распространения огня – охлаждения и снижения активности горючих газов;
- система пожаротушения Собра обеспечивает скорость подачи воды 60 л/мин под высоким давлением, и при этом большая часть использованной воды испаряется при контакте с горючими газами или горячими поверхностями;
- улучшение досягаемости очагов горения в закрытых пространствах с ограниченным доступом, таких как двойные полы, стены и кровельные конструкции, чердаки, вентиляционные каналы и др.;

<sup>3</sup> Установка пожаротушения с гидроабразивной резкой «Кобра» и ее ТТХ [Электронный ресурс] / Пожарная безопасность: сайт пожарных и спасателей МЧС России. – Режим доступа: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/ustanovkoj-pozharotusheniya-s-gidroabrazivnoy-rezkoj-kobra-tth/>. – Дата доступа: 25.11.2018.

<sup>4</sup> О системе пожаротушения «Кобра» [Электронный ресурс] / Уч.-консульт. центр аварийно-спас. формирования. – Режим доступа: [https://uk-cert.ru/news/o\\_sisteme\\_pozharotusheniya\\_kobra/](https://uk-cert.ru/news/o_sisteme_pozharotusheniya_kobra/). – Дата доступа: 12.06.2019.

– с системой может работать один человек, но обычно расчет состоит из двух: оператора, работающего с копьём, и помощника, который следит за горящим помещением и ситуацией с помощью тепловизора (рис. 2);

– система проста в использовании и имеет небольшой вес, что позволяет установить ее на небольшую автомашину. Тонкая рукавная линия может достигать до 300 м в длину.

Существует значительная разница в тактическом использовании метода пожаротушения с применением системы Sobra и традиционных методов, особенно при возгорании в закрытом помещении. Чем меньше отверстие, через которое подается вода, и выше степень распыленности, тем более эффективно падает температура внутри помещения. Вода, преобразуясь в водяной пар, эффективно охлаждает и нейтрализует горючие газы, снижая общую температуру пожара, концентрацию дыма и, соответственно, увеличивая видимость. Опыт применения метода пожаротушения с помощью установки Sobra показывает, что это также эффективный инструмент борьбы с хорошо вентилируемыми пожарами.

**Таблица 1. – Технические характеристики установки Sobra**

№	Наименование, ед. измерения	Технические характеристики
1	Длина шланга (стандартная комплектация), м	80
2	Диаметр шланга, мм	13
3	Рабочее давление системы, bar	300
4	Максимальная загрузка контейнера абразивом, кг	40
5	Расход абразива, кг/мин	2,5
6	Расход воды, л/мин	50
7	Безопасное расстояние струи, м	10–15
8	Длина струи, м	35–42
9	Скорость струи, м/с	200
10	Мощность двигателя E300/H300, кВт	30
11	Вес копия, кг	5,6
12	Вес установки E300/H300, кг	750/450

В России аналогом Sobra стала установка «Гюрза» (рис. 3), обладающая схожими техническими характеристиками<sup>5</sup>.

В США компания Pyrolance разработала установку, действующую по тому же принципу, что и Sobra (рис. 4)<sup>6</sup>. Технические характеристики установки представлены в таблице 2.



**Рисунок 3. – Демонстрация работы установки «Гюрза»**



**Рисунок 4. – Подача огнетушащих веществ через стену установкой Pyrolance**

<sup>5</sup> Установка «Гюрза» приняла участие в пожарно-тактических учениях [Электронный ресурс] / «Каланча» – системные решения противопожарной защиты. – Режим доступа: <http://www.kalancha.ru/news/ustanovka-gyurza-prinyala-uchastie-v-pozharno-takticheskikh-ucheniayah>. – Дата доступа: 23.11.2018.

<sup>6</sup> Система тушения Pyrolance [Электронный ресурс] / PyroUHP – Faster. Safer. Effective Fire Suppression Systems. – Режим доступа: [http://pyrolance.com/?page\\_id=73](http://pyrolance.com/?page_id=73). – Дата доступа: 23.11.2018.

**Таблица 2. – Технические характеристики установки Pyrolance**

№	Наименование	Технические характеристики
1	Длина шланга (стандартная комплектация), м	45
2	Диаметр шланга, мм	19
3	Рабочее давление системы, bar	100
4	Емкость контейнера с абразивом, л	9
5	Расход воды, л/мин	40
6	Скорость струи, м/с	200
7	Мощность двигателя E300/H300, кВт	25

Проанализировав технические характеристики установок Cobra и Pyrolance, следует отметить, что основное отличие заключается в рабочем давлении системы (300 и 100 bar соответственно). Стоит подчеркнуть и то, что время, затрачиваемое на прорезание различных материалов как установкой Pyrolance, так и Cobra, существенно не отличается (табл. 3).

**Таблица 3. – Время прорезания основных материалов**

№	Наименование материала	Время прорезания установкой Pyrolance, с	Время прорезания установкой Cobra, с
1	Композитный материал (6 мм)	5	–
2	Алюминий (6 мм)	10	–
3	Стена в два кирпича	30	–
4	Бетон (200 мм)	110	100
5	Сталь (19 мм)	55	60

В органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь широкое применение получила размещаемая на пожарных аварийно-спасательных автомобилях установка высокого давления Limens. Данная установка состоит из двигателя внутреннего сгорания, насоса высокого давления, бака для воды, бака для пенообразователя, шланга высокого давления, ствола для подачи огнетушащих веществ. Основные технические характеристики Limens представлены в таблице 4.

По общему устройству и техническим характеристикам Limens схожа с установкой Pyrolance. Кардинальное отличие Limens заключается в отсутствии возможности добавки абразивного материала в поток воды и, как следствие, в отсутствии возможности производить резку строительных материалов для подачи огнетушащих веществ снаружи горящего помещения.

Достаточно большое количество компаний, в том числе Kärcher, Bosch, Stihl, производят установки для подачи воды под высоким давлением<sup>7</sup>. В комплект к данным установкам входит и система для проведения абразивной обработки поверхности материалов. Основная часть этой системы представляет собой насадок, выполненный в виде струйного насоса. Данный насадок крепится на конце корпуса ствола высокого давления (рис. 5).

**Таблица 4. – Технические характеристики установки Limens**

№	Наименование	Технические характеристики
1	Длина шланга (стандартная комплектация)	60 м
2	Рабочее давление системы	150 bar
3	Расход воды	30 л/мин

При прохождении воды через ствол и непосредственно насадок в последнем создается разряжение, из-за чего происходит забор абразивного материала. Однако струя, формируемая на выходе, является не точечной, поскольку она предназначена для обработки поверхности, а не для ее прорезания (пирсинга), что необходимо учесть при модификации Limens.

<sup>7</sup> Комплект для струйной абразивной очистки [Электронный ресурс] / Официальный сайт Kärcher в России. – Режим доступа: <https://www.karcher.ru/ru/aksesuary/komplekt-dlja-struinoi-abrazivnoi-ochistki-26387920.html> – Дата доступа: 25.04.2019.



а – абразивная обработка поверхности



б – общий вид пескоструйного насадка

Рисунок 5. – Применение мойки высокого давления для обработки поверхности материала

**Заключение.** Анализ технических характеристик систем Cobra и Pyrolance, а также установок Kärcher и Bosch позволяет утверждать, что расширение функционала стоящей на вооружении МЧС установки Limens возможностью подачи огнетушащих средств в закрытые помещения через строительные конструкции обеспечит эффективную ликвидацию пожаров и безопасность самих пожарных. Поэтому необходимо провести исследования о возможности применения абразивных насадков в установке высокого давления Limens, что позволит разработать систему, позволяющую производить добавление абразивного материала в поток воды, способный прорезать строительные конструкции за минимально короткое время.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Богданова, В.В. Эффективность применения установок импульсного пожаротушения в зависимости от природы огнетушащего средства / В.В. Богданова, В.В. Лахвич, А.В. Врублевский // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2008. – № 2. – С. 61–64.
2. Лахвич, В.В. Исследование факторов, оказывающих влияние на эффективность тушения синтетическими жидкостными составами в установках с ограниченным запасом огнетушащих средств / В.В. Лахвич // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2010. – № 1 (27). – С. 89–98.
3. Былинкин, В.А. Повышение огнетушащей эффективности модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой / В.А. Былинкин, Л.И. Белоусов, А.В. Первых // Снижение риска гибели людей при пожарах: материалы XVIII науч.-практ. конф., Москва, 28–29 октября 2003 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т противопожар. обороны; редкол.: Е. Ю. Сушкина (отв. ред.) [и др.]. – М.: Изд-во ВНИИПО, 2003. – Ч. 2. – С. 50–53.
4. Тарахно, А.В. Физико-химические основы использования воды в пожарном деле / А.В. Тарахно, А.Я. Шаршанов. – Харьков: Акад. гражд. защиты Украины, 2004. – 252 с.

**Перспективные средства тушения пожаров  
с применением установок подачи огнетушащих веществ высокого давления  
Promising means of fire extinguishing agents using high-pressure installations**

***Василевич Дмитрий Владимирович***

Государственное учреждение образования  
«Университет гражданской защиты МЧС  
Беларуси», кафедра пожарной  
аварийно-спасательной техники,  
старший преподаватель

Адрес: 220118, Беларусь, г. Минск,  
ул. Машиностроителей, 25  
e-mail: dzmitry112vasilevich@gmail.com

***Dmitry V. Vasilevich***

State Educational Establishment «University  
of Civil Protection of the Ministry for Emergency  
Situations of the Republic of Belarus», Chair of Fire  
Rescue Equipment, Senior Lecturer

Address: 220118, Belarus, Minsk,  
ul. Mashinostroiteley, 25  
e-mail: dzmitry112vasilevich@gmail.com

***Ляхвич Вячеслав Вячеславович***

кандидат технических наук, доцент

Государственное учреждение образования  
«Университет гражданской защиты МЧС  
Беларуси», кафедра пожарной аварийно-  
спасательной техники, начальник кафедры

Адрес: 220118, Беларусь, г. Минск,  
ул. Машиностроителей, 25  
e-mail: slavaspec@rambler.ru

***Vyacheslav V. Lakhvich***

PhD in Technical Sciences, Associate Professor

State Educational Establishment «University  
of Civil Protection of the Ministry for Emergency  
Situations of the Republic of Belarus», Chair of Fire  
Rescue Equipment, Head of Chair

Address: 220118, Belarus, Minsk,  
ul. Mashinostroiteley, 25  
e-mail: slavaspec@rambler.ru

***Миканович Дмитрий Станиславович***

Государственное учреждение образования  
«Университет гражданской защиты МЧС  
Беларуси», кафедра пожарной аварийно-  
спасательной техники, старший  
преподаватель

Адрес: 220118, Беларусь, г. Минск,  
ул. Машиностроителей, 25  
e-mail: dmikanovich@list.ru

***Dmitry S. Mikanovich***

State Educational Establishment «University  
of Civil Protection of the Ministry for Emergency  
Situations of the Republic of Belarus», Chair of Fire  
Rescue Equipment, Senior Lecturer

Address: 220118, Belarus, Minsk,  
ul. Mashinostroiteley, 25  
e-mail: dmikanovich@list.ru

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2019.3-3.283>

## PROMISING MEANS OF FIRE EXTINGUISHING AGENTS USING HIGH-PRESSURE INSTALLATIONS

Vasilevich D.V., Lakhvich V.V., Mikanovich D.S.

*Purpose.* Analysis of the design and identification of possible ways to improve the efficiency of the use of high-pressure fire extinguishing substances.

*Methods.* Theoretical studies of fire extinguishing agents using high-pressure installations.

*Finding.* Recommendations were developed for expanding the functionality of high-pressure fire extinguishing substances being in service at the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Belarus, with the possibility of supplying fire extinguishing agents to enclosed spaces through building structures.

*Application field of research.* The research results can be used by fire rescue units in the field of emergency response.

*Keywords:* installation for water supply under high pressure, abrasive material, water cutting of building structures.

(The date of submitting: February 14, 2019)

### REFERENCES

1. Bogdanova V.V. Effektivnost' primeneniya ustanovok impul'snogo pozharotusheniya v zavisimosti ot prirody ognetchashchego sredstva [The effectiveness of the use of pulse fire extinguishing installations, depending on the nature of the extinguishing agent]. *Vestnik Komandno-inzhenerenogo instituta MChS Respubliki Belarus'*, 2008. No. 2. Pp. 61–64. (rus)
2. Lakhvich V.V. Issledovanie faktorov, okazyvayushchikh vliyaniye na effektivnost' tusheniya sinteticheskimi zhidkostnymi sostavami v ustanovkakh s ogranichennym zapasom ognetchashchikh sredstv [Investigation of factors affecting the effectiveness of extinguishing by synthetic liquid compositions in installations with a limited supply of fire extinguishing agents]. *Chrezvychaynye situatsii: preduprezhdenie i likvidatsiya*, 2010. No. 1. Pp. 89–98. (rus)
3. Bylinkin V.A. Povyshenie ognetchashchey effektivnosti modul'nykh ustanovok pozharotusheniya tonkoraspylennoy vodoy [Improving the fire extinguishing efficiency of modular fire extinguishing systems with water mist]. *Proc. XVIII Intern. scientific-practical conf. «Snizhenie riska gibeli lyudey pri pozharakh»*, Moscow, October 28–29, 2003. Part 2. Moscow: FGBU VNIPO of EMERCOM of Russia, 2003. Pp. 50–53. (rus)
4. Tarakhno A.V. *Fiziko-khimicheskie osnovy ispol'zovaniya vody v pozharom dele* [Physico-chemical basics of water use in fire fighting]. Kharkiv: Academy of Civil Protection of Ukraine, 2004. 252 p. (rus)