

УДК 614.842.615

## ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ ПЕНОГЕНЕРИРУЮЩИМИ СИСТЕМАМИ СО СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ

Камлюк А.Н., Навроцкий О.Д., Грачулин А.В.

Проведены натурные испытания пеногенерирующих систем со сжатым воздухом, результаты которых позволяют обосновать метод тушения пожаров с их применением. Сравнительные исследования эффективности тушения условного очага пожара класса А пеной низкой кратности показали, что при подаче компрессионной пены потребовалось в 2 раза меньше огнетушащих веществ, чем при использовании ствола СВП-2. Показана возможность подачи компрессионной пены на 18, 25 и 32 этажи высотных зданий (на высоту до 100 м) и использования пеногенерирующих систем со сжатым воздухом в условиях низких температур без образования ледяных пробок в рукавной линии.

*Ключевые слова:* пеногенерирующая система со сжатым воздухом; тушение пожаров; компрессионная пена; натурные испытания.

(Поступила в редакцию 19 января 2017 г.)

**Введение.** Воздушно-механические пены представляют собой дисперсные системы, состоящие из пузырьков воздуха, окруженных пленками жидкости. Для их получения используют специальные устройства (генераторы) и растворы воды с пенообразователями (ПО) на основе поверхностно-активных веществ. Различают воздушно-механические пены низкой кратности (до 20), средней кратности (20–200) и высокой кратности (более 200) [1]. Воздушно-механические пены широко используются при тушении пожаров класса А (твердые вещества) и класса В (жидкие вещества). К достоинствам пен следует отнести:

- сокращение расхода воды на пожаротушение (наличие воздуха в составе пены увеличивает общий объем огнетушащего вещества);
- возможность тушения пожаров на больших площадях (пена растекается по поверхности горючего материала);
- возможность объемного пожаротушения (для пен средней и высокой кратности);
- повышенная в сравнении с водой смачивающая способность (наличие в составе ПО).

Одним из перспективных способов получения воздушно-механической пены низкой кратности является использование пеногенерирующих систем со сжатым воздухом (ПССВ). Принцип получения пены в ПССВ заключается в принудительном введении воздуха под давлением в раствор пенообразователя с помощью компрессора. Полученную таким образом пену называют компрессионной.

Основными компонентами ПССВ являются центробежный насос, источник воды (цистерна), источник ПО (бак для ПО), воздушный компрессор, система дозирования с прямым впрыском ПО на выходе из центробежного насоса, смесительная камера (может использоваться непосредственно рукавная линия) и устройство контроля за смешением ПО, воды и воздуха в требуемых пропорциях. В отличие от стандартных насосных установок в ПССВ по рукавной линии подается газожидкостная смесь (компрессионная пена).

Результаты проведенных ранее исследований показывают, что ПССВ имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными технологиями пожаротушения: экономичность, многофункциональность, высокая эффективность [2–5]. ПССВ может быть использована для тушения пожаров в высотных зданиях (высотой до 400 м) [6, 7] и тушения пожаров в резервуарах для хранения нефти и нефтепродуктов методом введения компрессионной пены в слой горючей жидкости (подслоное тушение) [8, 9].

В Республике Беларусь на вооружении пожарных подразделений имеется ряд импортных ПССВ, однако они не получили широкого распространения из-за высокой стоимости, отсутствия обоснованных тактико-технических характеристик и методов их применения для тушения пожара.

В связи с вышесказанным необходимо провести натурные испытания ПССВ по определению огнетушащей эффективности с использованием условного очага пожара класса А, возможности подачи компрессионной пены на верхние этажи высотных зданий, а

также использования ПССВ в условиях низких температур. Это позволит обосновать тактико-технические возможности ПССВ и методы применения системы для тушения пожаров, а также сформулировать рекомендации по ее эффективному использованию пожарными подразделениями.

**Определение огнетушащей эффективности ПССВ.** Для определения огнетушащей эффективности ПССВ проведены сравнительные исследования эффективности тушения условного очага пожара класса А компрессионной пеной и воздушно-механической пеной низкой кратности, полученной с использованием ручного воздушно-пенного ствола СВП-2. Для подачи в очаг пожара компрессионной пены использовали перекрывные стволы СПРУ-50/0,7 и прямоточный ствол Elkhart Brass ST-185A с диаметром насадка 13 мм. Для генерирования пены использовали раствор воды и огнетушащего пенообразующего состава ОПС-0.4 в концентрации 1 % при использовании стволов СВП-2 и Elkhart Brass ST-185A, и 0,4 % при использовании ствола СПРУ-50/0,7.

Для проведения исследований использовали три условных очага пожара класса А, каждый из которых представлял собой штабель, состоящий из автомобильных покрышек 175/65R14 (внешний диаметр 0,58 м, ширина 0,18 м, масса 6,6 кг,) в количестве 15 шт. В центре штабеля располагали три колонны по три покрышки в каждой и дополнительно к ним приставляли по периметру еще 6 штук (рисунок 1). Размеры штабеля: длина – 1,2 м, ширина – 1,2 м, высота – 0,6 м. Общая масса горючего материала составила около 100 кг. На штабель из автомобильных покрышек нанесли 10 л горючей жидкости (смесь из 8 л отработанного моторного масла и 2 л бензина) и подожгли. Время свободного горения – 5 минут. Общий вид условного очага пожара представлен на рисунке 2.

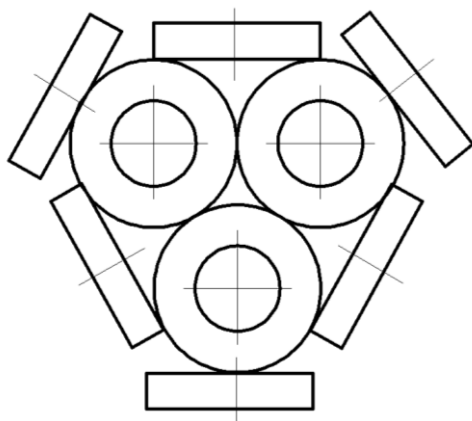


Рисунок 1 – Схема расположения автомобильных покрышек в условном очаге пожара (вид сверху)



Рисунок 2 – Условный очаг пожара класса А

Сравнительный анализ огнетушащей эффективности пены проведен посредством сопоставления значений времени тушения, количества использованных на тушение огнетушащих веществ (воды и ПО) и фиксации повторного воспламенения (таблица 1). Определение указанных параметров осуществлялось при давлении на насосе 0,52 МПа.

**Таблица 1 – Результаты сравнительных исследований эффективности тушения условного очага пожара класса А пеной низкой кратности**

№ п/п	Наименование параметра	Значение параметра		
		ствол СПРУ 50/0,7	ствол Elkhart Brass ST-185A	ствол СВП-2
1	Время тушения, с	23	20	55
2	Время повторного воспламенения, с	Повторное воспламенение не наблюдается	Повторное воспламенение не наблюдается	Повторное воспламенение не наблюдается
3	Количество использованного на тушение ОПС-0.4, л	0,3	0,7	1,5
4	Количество использованной на тушение воды, л	76	70	150

Анализ данных, представленных в таблице 1, показывает, что на тушение условного очага пожара класса А компрессионной пеной потребовалось в 2 раза меньше времени и расходовано в 2 раза меньше воды и в 5 раз меньше ПО, чем при использовании ствола СВП-2. Это позволяет говорить о высокой огнетушащей эффективности ПССВ.

Помимо того, необходимо отметить, что при проведении экспериментальных исследований визуально обнаружили, что поток компрессионной пены при достижении некоторого минимального значения концентрации ПО в растворе воды и ПО при постоянных расходных и геометрических параметрах приобретает пробковую структуру. Это привело к тому, что из ручного пожарного ствола вместо компрессионной пены попеременно осуществлялась подача отдельно раствора воды и ПО и отдельно воздуха. Как следствие, прекращалась подача компрессионной пены от ПССВ, что в условиях тушения пожара недопустимо. Описываемый режим работы ручного пожарного ствола сопровождался ощутимыми рывками, что требовало от ствольщика значительных физических усилий для его удержания. Рывки ручного пожарного ствола являются следствием попеременного изменения реактивной силы струи.

Во время проведения экспериментальных исследований были определены минимально-допустимые концентрации содержания ПО в растворе воды и ПО для получения компрессионной пены с применением ПССВ: ОПС-0.4 – 0,4 %, Синтек и Барьер-пленкообразующий – 2 %. Приведенные значения показывают, что при превосходящей огнетушащей эффективности ПССВ над традиционными технологиями тушения пеной низкой кратности для подачи компрессионной пены требуется в 2,5 – 3 раза меньшее количество ПО (используют растворы воды и ПО в концентрации: ОПС-0.4 – 1 %, Синтек и Барьер-пленкообразующий – 6 %), что говорит о снижении себестоимости пожаротушения пеной низкой кратности при использовании ПССВ.

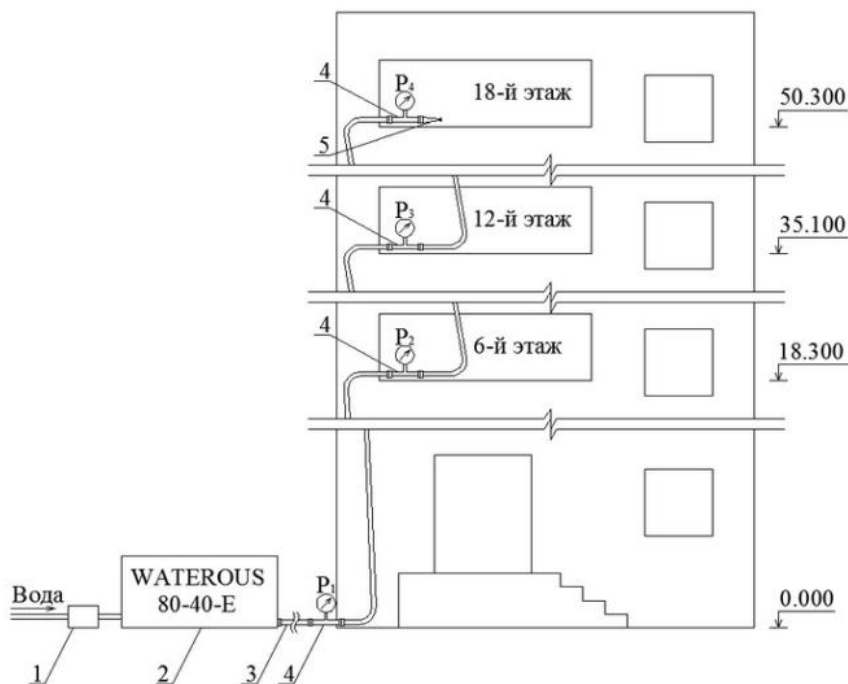


**Рисунок 3 – Натурные испытания подачи компрессионной пены на высоту**  
 а – 18 этаж (50 м), б – 25 этаж (75 м), в – 32 этаж (100 м)

**Определение возможности подачи компрессионной пены на верхние этажи высотных зданий.** Проведены исследования по определению возможности использования ПССВ для тушения пожаров в высотных зданиях. Для этого провели натурные исследования по подаче компрессионной пены на 18, 25 и 32 этажи (рисунок 3).

При подаче компрессионной пены на **18 этаж (высота около 50 м, рисунок 3, а)** в качестве насосной установки использовали автомобиль быстрого реагирования АБР-0,4/130 (4370) с портативной ПССВ Waterous 80-40-Е. Компрессионную пену подавали по рукавным линиям с внутренним диаметром 51 и 66 мм, проложенным вертикально по фасаду здания. На конце рукавных линий использовали перекрывной ручной пожарный ствол Elkhart Brass ST-185А. Для фиксации значения давления в рукавной линии между рукавами и перед ручным стволом установили 4 рукавные вставки с манометрами МП 160 МЧ – 1,0 МПа (рисунок 4).

Длина одного пожарного напорного рукава около 20 м, а высота этажа 2,8 м. С учетом этих размеров при прокладке вертикальной рукавной линии один рукав соответствовал шести этажам здания. Рукавные вставки с манометрами расположили на уровне земли, 6, 12 и 18 этажах таким образом, что высотные отметки их расположения были равны 0, 18,3, 35,1 и 50,3 м соответственно (рисунок 4). Таким образом, длина каждого рукава превышала расстояние по вертикали между близкими рукавными вставками, что выразилось в провисании (изгибе) каждого рукава. В результате длина вертикальной рукавной линии по значению не соответствовала высотным отметкам расположения рукавных вставок с манометрами (таблицы 2, 3).



- 1 – электромагнитный расходомер; 2 – пеногенерирующая система со сжатым воздухом;  
3 – рукавная линия; 4 – рукавная вставка с манометром; 5 – ручной пожарный ствол

**Рисунок 4 – Схема экспериментальной установки при подаче компрессионной пены на 18 этаж**

Воду к ПССВ подавали по рукавной линии от пожарного гидранта, расположенного в 100 м от места установки пожарного автомобиля. Объемный расход воды регулировали задвижкой выпускного патрубка ПССВ и определяли электромагнитным расходомером, а ПО – принимали в соответствии с положением регулятора дозирующей системы. Для получения компрессионной пены использовали ПО ОПС-0.4 в концентрации 0,4 %. Объемный расход воздуха принимали постоянным в соответствии с техническими характеристиками ПССВ марки Waterous 80-40-Е. Результаты натурных исследований приведены в таблицах 2 и 3.

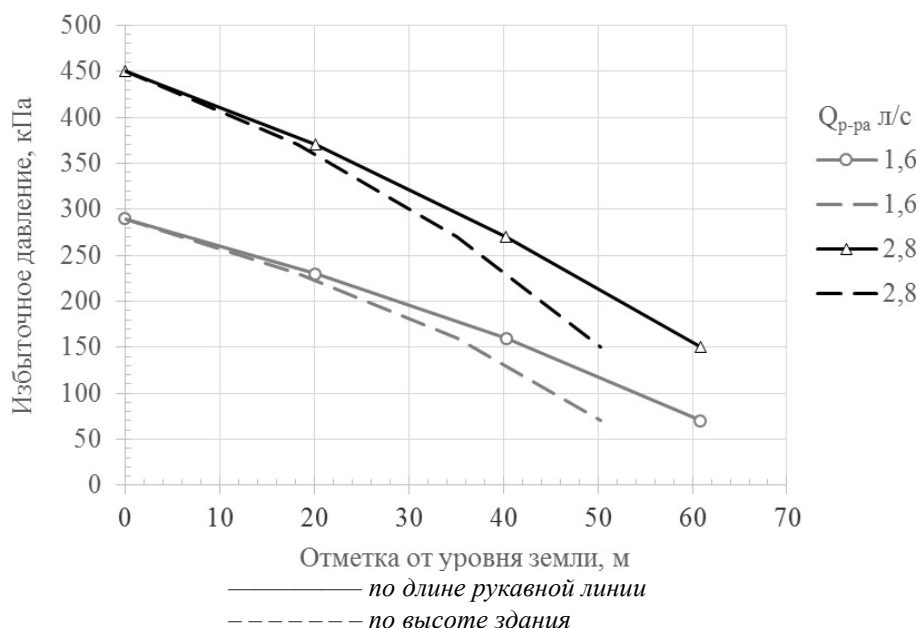
**Таблица 2 – Результаты натуральных исследований подачи компрессионной пены на 18 этаж по рукавной линии с внутренним диаметром 51 мм**

Наименование параметров		Значение параметров			
Размещение рукавных вставок с манометрами	этаж / расстояние от уровня земли, м	0 / 0	6 / 18,3	12 / 35,1	18 / 50,3
	длина вертикальной рукавной линии, м	0	20,4	40,35	60,25
Показания манометров, кПа	при объемном расходе раствора воды и ПО 1,5 л/с	390	320	240	110
	при объемном расходе раствора воды и ПО 1,9 л/с	360	290	200	80

**Таблица 3 – Результаты натуральных исследований подачи компрессионной пены на 18 этаж по рукавной линии с внутренним диаметром 66 мм**

Наименование параметров		Значение параметров			
Размещение рукавных вставок с манометрами	этаж / расстояние от уровня земли, м	0 / 0	6 / 18,3	12 / 35,1	18 / 50,3
	длина вертикальной рукавной линии, м	0	20,15	40,29	60,87
Показания манометров, кПа	при объемном расходе раствора воды и ПО 1,5 л/с	290	230	160	70
	при объемном расходе раствора воды и ПО 1,9 л/с	450	370	270	150

Данные таблиц 2 и 3 позволили показать характер изменения давления в рукавной линии, проложенной вертикально, при движении по ней компрессионной пены (рисунок 5).



**Рисунок 5 – Изменение давления в рукавной линии с внутренним диаметром 66 мм при подаче компрессионной пены**

Для оценки значений удельных потерь давления по длине рукавной линии и высоте здания приняли, что зависимости, приведенные на рисунке 5, являются линейными. Тогда значения удельных потерь давления определили как отношение разницы показаний манометров, установленных на входе в рукавную линию и перед ручным пожарным стволом, к значениям длины вертикальной рукавной линии и высотной отметки верхней рукавной вставки с манометром (таблица 4).

Указанные в таблице 4 результаты соответствуют данным зарубежных исследователей [10, 11], которые показали, что при кратности пены 8,45 потери давления составляют 49 кПа на каждые 10 м высоты (4,9 кПа/м) при высоте подъема пены до 250 м и давлении на насосе в 1,23 МПа. Таким образом, экспериментально показана возможность подачи

компрессионной пены на 18 этаж при избыточном давлении на входе в рукавную линию 290 – 450 кПа, что позволяет предположить возможность ее подачи на вышележащие этажи при избыточном давлении 800 – 1000 кПа.

Таблица 4 – Удельные потери давления по длине рукавной линии и высоте здания

Наименование параметров	Значение параметров			
	0,051		0,066	
Диаметр рукавной линии, м				
Объемный расход раствора воды и ПО, л/с	1,5	1,9	1,6	2,8
Удельные потери давления по длине рукавной линии, кПа/м	4,6	4,6	3,6	4,9
Удельные потери давления по высоте здания, кПа/м	5,6	5,6	4,4	6,0

При подаче компрессионной пены на **25 этаж (высота около 75 м, рисунок 3, б)** в качестве насосной установки использовали пожарный автомобиль АЦ 1167/4 марки IVECO с ПССВ MiniCAFS 2.1a производства GODIVA. Компрессионную пену подавали по рукавной линии, проложенной вертикально по фасаду здания. На конце рукавной линии использовали перекрывной ручной пожарный ствол Protek. Для фиксации значения давления в рукавной линии перед ручным стволом установили рукавную вставку с манометром МП 160 МЧ – 1.0 МПа, а давление на входе в рукавную линию определяли по показаниям измерительных приборов на приборной доске насосной установки. Для получения компрессионной пены использовали ПО Синтек в концентрации 2 %. Смешивание воды, пенообразователя и воздуха осуществлялось в автоматическом режиме непосредственно в ПССВ. Оператор ПССВ выставлял значения приборов управления для подачи мокрой компрессионной пены (с кратностью 5 – 10), затем – для сухой компрессионной пены (с кратностью 10 – 20). Отметим, что деление компрессионной пены на мокрую и сухую – условное, определяется только значением ее кратности [2 – 4].

Рукавная линия состояла из одного рукава с внутренним диаметром 77 мм, четырех рукавов с внутренним диаметром 51 мм и трехходового разветвления. При подаче мокрой компрессионной пены избыточное давление на насосе было 800 кПа, а перед ручным пожарным стволом составило 300 кПа. При подаче сухой компрессионной пены при том же избыточном давлении на насосе избыточное давление перед стволом составило 500 кПа. Учитывая высоту подачи компрессионной пены (75 м), падение давления в рукавной линии по высоте здания при подаче мокрой компрессионной пены составило 6,7 кПа/м, а при подаче сухой компрессионной пены – 4 кПа/м.

Натурные исследования по подаче компрессионной пены на **32 этаж (высота около 100 м, рисунок 3, в)** проводили по аналогии с исследованиями по подаче компрессионной пены на 25 этаж. Рукавная линия состояла из одного напорного пожарного рукава с внутренним диаметром 66 мм от АЦ до трехходового разветвления и шести рукавов с внутренним диаметром 51 мм, причем первый из них был проложен от трехходового разветвления до второго этажа, а остальные – вертикально по наружному фасаду здания по одному на каждые шесть этажей.

При подаче мокрой компрессионной пены избыточное давление на насосе было 800 – 1000 кПа, при этом пена подымалась по рукавной линии только до уровня 26 этажа. В результате дальнейшей подачи компрессионной пены из насосной установки рукавная линия заполнялась раствором воды и ПО, а воздух подымался вверх по рукавной линии и выходил через открытый ручной пожарный ствол. Это приводило к заполнению рукава раствором воды и ПО, возникновению противодействия столба жидкости и, как следствие, переходу автоматики ПССВ в аварийный режим, в результате чего скидывались обороты двигателя и прекращалась подача компрессионной пены. Помимо того, в ряде попыток рукавная линия не выдерживала веса находящегося в ней раствора воды и ПО и происходил обрыв пожарного рукава в месте крепления соединительной головки. Таким образом, при проведении натурных исследований не удалось подать мокрую компрессионную пену выше 26 этажа.

При подаче сухой компрессионной пены избыточное давление на насосе было 750 кПа, а перед ручным пожарным стволом составило 110 кПа. Удельные потери давления в рукавной линии по высоте здания составили 6,4 кПа/м, что согласуется с результатами предыдущих исследований и показывает возможность подачи сухой компрессионной пены на 32 этаж (высота около 100 м).

Важно отметить, что при подаче компрессионной пены на 18, 25 и 32 этажи высотных зданий перекрытие ручного пожарного ствола на время более минуты приводило к об-

разованию в вертикальной рукавной линии воздушной пробки. При последующем открытии ствола первоначально из него истекал воздух, что не позволило мгновенно возобновить подачу компрессионной пены, а потребовало порядка  $1 \div 2$  мин.

Анализируя результаты проведенных натурных испытаний по подаче компрессионной пены на 18, 25 и 32 этажи высотных зданий, можно сделать вывод, что эффективнее подавать сухую компрессионную пену, движение которой характеризуется меньшими потерями давления по длине рукавной линии, что позволяет подавать ее выше, чем мокрую.

**Определение возможности применения ПССВ в условиях низких температур.** Проведены исследования по использованию ПССВ при отрицательной температуре окружающей среды –  $-20^{\circ}\text{C}$  (рисунок 6). Для подачи компрессионной пены использовали портативную ПССВ Waterous 80-40-Е. Рукавная линия состояла из двух пожарных напорных рукавов с внутренним диаметром 38 мм, а на ее конце был установлен перекрывной пожарный ствол Elkhart Brass ST-185А. Рукавную линию проложили по поверхности земли и подали компрессионную пену. Далее перекрыли ручной пожарный ствол и задвижку выпускного патрубка ПССВ, обеспечив тем самым герметичность рукавной линии. При таких условиях компрессионная пена находилась на протяжении 2 часов.



Рисунок 6 – Исследования поведения компрессионной пены при низких температурах

По результатам исследований компрессионная пена в рукавной линии промерзла по диаметру рукава на глубину  $7 \div 10$  мм. При этом по периметру рукава образовался хрупкий пористый слой из замерзшей компрессионной пены, а в сердцевине рукава она не замерзла и осталась в жидкой фазе. Это можно объяснить тем, что замерзший слой компрессионной пены в меру своей структуры обладает теплоизолирующим эффектом, в результате чего значительно увеличивается время на дальнейшее промерзание компрессионной пены вглубь рукава.

Для восстановления работоспособности рукавной линии, в меру хрупкости замерзшего слоя компрессионной пены, достаточно возобновить ее подачу. Замерзший слой компрессионной пены с течением некоторого времени разрушается и выходит из рукавной линии через открытый ручной пожарный ствол. Для более оперативного восстановления работоспособности промерзшей рукавной линии необходимо предварительно деформировать структуру замерзшей компрессионной пены путем протаптывания рукавов.

Таким образом, показана возможность применения ПССВ в условиях низких температур (до  $-20^{\circ}\text{C}$ ), при этом компрессионная пена в рукавной линии промерзает, но не создает ледяных пробок и не наносит повреждений пожарным рукавам.

**Заключение.** Проведены натурные испытания ПССВ, результаты которых позволяют обосновать метод тушения пожаров ПССВ. Сравнительные исследования эффективности тушения условного очага пожара класса А пеной низкой кратности показали, что при подаче компрессионной пены потребовалось в 2 раза меньше огнетушащих веществ, чем при использовании ствола СВП-2. Показана возможность подачи сухой компрессионной пены на высоту до 100 м и использования ПССВ в условиях низких температур без образования ледяных пробок в рукавной линии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баратов, А.Н. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. изд.: в 2 книгах; кн. 1 / А. Н. Баратов [и др.]. – М.: Химия, 1990. – 496 с.
2. Навроцкий, О.Д. Исследование параметров пены, подаваемой с помощью пеногенерирующих систем со сжатым воздухом / О.Д. Навроцкий [и др.] // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация – 2011. – № 2 (30). – С. 125-132.
3. Навроцкий, О.Д. Пеногенерирующие системы со сжатым воздухом – средство пенного пожаротушения нового поколения / О.Д. Навроцкий [и др.] // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь – 2012. – № 1 (15). – С. 22-31.
4. Taylor, R.G. Technical Report 98: Compressed Air Foam Systems in Limited Staffing Conditions / R. G. Taylor – Morristown Fire Bureau – Morristown, New Jersey – 1998. – Pp. 75-112.
5. Бурдин, А.М. Установки пожаротушения с использованием компрессионной пены. Технологические особенности и преимущества / Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы XXVII Междунар. науч.-практ. Конф., посвященной 25-летию МЧС России. В 3 ч. Ч. 2. – М.: ВНИИПО, 2015. – С. 274 – 286.
6. Махахей, П.С. Возможность использования пеногенерирующих систем со сжатым воздухом для тушения пожаров в зданиях повышенной этажности и высотных зданиях / П.С. Махахей [и др.] // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: Сборник тезисов докладов VI междунар. науч.-практ. конф., Минск, 8–9 июня. 2011 г.: в 2 т. / М-во чрезв. ситуаций Респ. Беларусь; редкол.: А. Ю. Лупей [и др.] – Минск, 2011. – Т. 2 – С. 45-48.
7. Record height with sky CAFS. [Electronic resource]. // Rosenbauer. – Mode of access: <http://rosenbauer.t3.world-direct.at/en/landing-pages-newsletter/2010-08-newsletter-rbi/record-height-with-sky-cafs>. – Date of access: 05.01.2015.
8. Малашенко, С.М. Устройство врезки в продуктопровод для подачи воздушно-механической огнетушащей пены в горящий резервуар / С.М. Малашенко // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2012. – № 2 (32). – С. 148-156.
9. Корольченко, Д.А. Анализ огнетушащей эффективности пен низкой кратности, полученных из фторсодержащих и углеводородных пенообразователей / Д.А. Корольченко // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2012. – № 2 (32). – С. 148-156.
10. McLaughlin, W.L. Properties of compressed air foam. Executive leadership // McLaughlin W.L. San Juan County Fire District #3, Friday Harbour, Washington, 2001.
11. Grady, C. How high can you pump wildland firefighting foam? / Grady C., Lafferty R // Foam applications for wildland and urban fire management. – V.1. – Issue 1.



## FIRE EXTINGUISHING BY COMPRESSED AIR FOAM SYSTEMS

**Andrei Kamluk**, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor  
The state educational establishment «University of Civil Protection of the Ministry  
for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Minsk, Belarus

**Aleg Nawrocki**, Candidate of Technical Sciences  
The Establishment «Research Institute of Fire Safety and Emergencies» of the Ministry  
for Emergency Situations of the Republic of Belarus, Minsk, Belarus

**Aliaksandr Grachulin**

The state educational establishment «University of Civil Protection of the Ministry  
for Emergency Situations of the Republic of Belarus», Minsk, Belarus

*Purpose.* The research is devoted to the substantiation of tactical and technical characteristics and application methods of the use of compressed air foam systems to extinguish fires.

*Methods.* The field tests of compressed air foam systems to determine the fire extinguishing efficiency of conditional seat of Class A fires, the possibility of supply of compressed foam on the upper floors of high-rise buildings, as well as the use of compressed air foam systems at low temperatures.

*Findings.* Extinguishing of conditional seat of Class A fires by compression foam required 2 times less time and extinguishing substances than while using the nozzle SVP-2.

The permissible minimum concentration of foaming agents in water solution for compressed foam in compressed air foam systems has been defined: OPS 0.4 – 0,4%, Sintek and film-forming Bar'er – 2%.

The possibility of supplying compressed foam to 18, 25 and 32 floors of high-rise buildings is shown. The pressure drop along the length of hose line when applying dry compression foam were lower than when applying wet compression foam. Besides, the possibility of using compressed air foam systems at low temperatures is determined, whereby compressed foam in hose line freezes, but does not create ice plugs and does not cause damage to a fire hose.

*Application field of research.* The research results can be used in fire and rescue departments for firefighting by compressed air foam system.

*Conclusions.* The results of the field test of the compressed air foam system show the effectiveness of extinguishing Class A fires, the possibility of supplying compressed foam to a height of 100 m, as well as its use at low temperatures.

*Keywords:* compressed air foam system; fire extinguishing; compressed air foam; field tests.

(The date of submitting: January 19, 2016)

## REFERENCES

1. Baratov A.N. *Pozharovzryvoopasnost' veshchestv i materialov i sredstva ikh tusheniya* [Fire and explosion hazard substances and materials and their means of extinguishing]: Ref. ed.: 2 books; Vol. 1. M.: Khimiya, 1990. 496 p. (rus)
2. Navrotsky O.D. Issledovanie parametrov peny, podavaemoy s pomoshch'yu penogeneriruyushchikh sistem so szhatym vozdukhom [Research foam parameters supplied by compressed air foam systems]. *Chrezvychaynye situatsii: preduprezhdenie i likvidatsiya*. 2011. No. 2 (30). Pp. 125-132. (rus)
3. Nawrotsky O.D. Penogeneriruyushchie sistemy so szhatym vozdukhom – sredstvo pennogo pozharotusheniya novogo pokoleniya [Compressed air foam systems – tool a new generation of foam extinguishing]. *Vestnik Komandno-inzhenernogo instituta MChS Respubliki Belarus'*. 2012. No. 1 (15). Pp. 22-31. (rus)
4. Taylor R.G. Technical Report 98: Compressed Air Foam Systems in Limited Staffing Conditions. *Morristown Fire Bureau*. Morristown, New Jersey. 1998. Pp. 75-112. (eng)
5. Burdin A.M. Ustanovki pozharotusheniya s ispol'zovaniem kompressionnoy peny. Tekhnologicheskie osobennosti i preimushchestva [Extinguishing installations with compression foam. Technological features and advantages] *Proc. XXVII Intern. scientific-practical. Conf., Dedicated to the 25th anniversary of the Russian Emergencies Ministry «Actual fire safety problems: materials»*. In 3 parts. Part 2. M.: VNIPO, 2015. Pp. 274-286. (rus)
6. Makhakhey P.S. Vozmozhnost' ispol'zovaniya penogeneriruyushchikh sistem so szhatym vozdukhom dlya tusheniya pozharov v zdaniyakh povyshennoy etazhnosti i vysotnykh zdaniyakh [The possibility of using compressed air foam systems to extinguish fires in high-rise buildings] *Proc. VI Intern. scientific-practical. Conf. «Emergency situations: prevention and elimination»* In 2 parts. M-vo chrezv. situatsiy Resp. Belarus. Minsk, 2011. Part 2. Pp. 45-48. (rus)

7. Record height with sky CAFS. Rosenbauer, available at: <http://rosenbauer.t3.world-direct.at/en/landing-pages-newsletter/2010-08-newsletter-rbi/record-height-with-sky-cafs> (accessed: January 05, 2015). (eng)
8. Malashenko S.M. Ustroystvo vrezki v produktoprovod dlya podachi vozdušno-mekhanicheskoy ogetushashchey peny v goryashchiy rezervuar [Device of prick into product pipeline for supplying air-mechanical foam extinguishing on a burning tank]. *Chrezvychaynye situatsii: preduprezhdenie i likvidatsiya*. 2012. No. 2 (32). Pp. 148-156. (rus)
9. Korolchenko D. Analysis of extinguishing efficiency of low expansion foam produced from fluorine containing and hydrocarbonic foam compounds. *Fire and emergencies: prevention, elimination*. 2016. No. 3. Pp. 37-43. (rus)
10. William L., McLaughlin B.S. Properties of compressed air foam. Executive leadership. *San Juan County Fire District No. 3. Friday Harbour*. Washington. 2001. (eng)
11. Grady C., Lafferty R. How high can you pump wildland firefighting foam? *Foam applications for wildland and urban fire management*. Vol. 1. Issue 1. (eng)