

УДК 614.846

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТКАЗОВ ЗАБОРА И ПОДАЧИ ВОДЫ ИЗ ОТКРЫТЫХ ВОДОИСТОЧНИКОВ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УЗЛОВ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Егоров Григорий Иванович¹, Савин Михаил Александрович²

¹ ООО «ГРЕГОР», г. Челябинск, Россия

² Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, Россия

АННОТАЦИЯ

В статье критически проанализированы все фазы процесса работы пожарного насоса (далее – ПН) от открытого водоисточника в низкотемпературных условиях. В частности, начиная с предварительного заполнения водой полостей всасывающей рукавной линии (далее – ВРЛ) и пожарного насоса и далее в процессе подачи воды в очаг пожара в разрезе конструктивных особенностей пожарной насосно-рукавной системы (далее – ПНРС).

Далее детально объяснена физика процесса отказов ПНРС в данных условиях при пуске воды в напорную линию, особенно при повышенных высотах всасывания.

Из практики противопожарной службы известно, что при длительном перекачивании воды в указанных условиях вследствие наличия фактора разрежения во всасывающем патрубке ПН ледообразование имеет место только лишь на его внутренних стенках. Аналогично констатируется, что при заборе воды из открытого водоисточника в условиях низких температур также из-за разрежения имеет место образование наледи и в вакуумном клапане.

В суровых условиях у резиновых уплотнений узлов и коммуникаций ПН значительно снижается эластичность и, соответственно, их герметизирующая способность, что объективно сводит к минимуму вероятность водозабора ныне существующими вакуумными системами (далее – ВС).

Для нивелирования влияния низких температур экспериментально установлено, что вероятность успешных забора и подачи воды в напорную линию возрастает, если осуществить подпитку всасывающей полости ПН водой из посторонней емкости после отключения ВС в момент открытия напорной задвижки насосной установки.

Данная идея успешно реализована в системе предварительного заполнения ПН, способной обеспечивать не только необходимую подпитку его всасывающей полости при открытии напорной задвижки, но и в своей работе не использующая вакуума со всеми вытекающими неблагоприятными последствиями, указанными выше.

Таким образом, авторами, с применением основных законов физики, гидрогазодинамики и термодинамики, сделан вывод о целесообразности применения в суровых условиях низких температур систем водозаполнения полостей пожарных насосов, основанных не на создании в них вакуума, а напротив – избыточного давления.

Ключевые слова: пожарные насосы, разрежение, системы водозаполнения, вакуумклапан, ледообразование, всасывающий патрубок

INVESTIGATION OF FAILURES OF WATER INTAKE AND SUPPLY FROM OPEN WATER SOURCES IN LOW TEMPERATURE CONDITIONS TO JUSTIFY THE IMPROVEMENT OF COMPONENTS FIRE TRUCKS

Grigory I. Egorov¹, Mikhail A. Savin²

¹ GREGOR LLC, Chelyabinsk, Russian Federation

² Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russian Federation

ABSTRACT

The article critically analyzes all phases of the process of operation of a fire pump (hereinafter PN) from an open water source in low-temperature conditions, and also describes the conditions for pre-filling with water the cavities of the suction hose line) and the fire pump during the water supply to the fire source in the context of the design features of the fire pump and hose system.

The physics of the process of failures of the fire pumping hose system in these conditions is explained in detail when water is launched into the pressure line at higher lifting capacity.

The practice of the fire service shows that with prolonged pumping of water under these conditions, ice formation can only be on the inner walls of the fire pump nozzle in the presence of a dilution factor, also due to dilution, the formation of ice is also detected in the vacuum valve when taking water from an open water source at low temperatures due to dilution

In harsh conditions, the elasticity and sealing ability of the rubber seals of the fire pump assemblies and communications are significantly reduced, which minimizes the likelihood of water intake by modern vacuum systems.

To Neutralize the effect of low temperatures, it has been experimentally proved that the probability of successful intake and supply of water to the pressure line increases if the suction cavity of the fire pump is replenished with water from an outside container after disconnecting the vacuum systems at the time of opening the pressure valve of the pumping unit.

This idea has been successfully implemented in the pre-filling system of the fire pump, it is able to provide not only the necessary replenishment of the suction cavity of the pump when opening the pressure valve

In low temperature conditions, it is advisable to use water filling systems for fire pumps based not on creating a vacuum, but on overpressure

Keywords: fire pumps, rarefaction, water filling systems, vacuum valve, ice formation, suction pipe

Введение

Успех тушения пожаров в стране обеспечивается прежде всего применением оперативных средств – пожарных автомобилей (далее – ПА), причем подавляющая часть пожаров ликвидируется с помощью пожарных автоцистерн. При этом также очевидно, что ныне и в обозримом будущем основным огнетушащим веществом по-прежнему останется вода.

На эффективное выполнение парком ПА возложенных функций значительное влияние оказывают климатические условия эксплуатации.

Действительно, из описаний [1] 3,5 тыс. крупных пожаров за 15 прошедших лет были выбраны данные по отказам пожарных автоцистерн и элементов насосно-рукавных систем, произошедших по причине влияния внешних суровых климатических факторов. Статистика показывает, что наиболее значительно негативным воздействиям низких температур подвержены такие элементы ПА исполнения У, как двигатели, цистерны с водой, баки с пенообразователем, отсеки с пожарным оборудованием, рукава, спецагрегаты, водопенные коммуникации. Часто происходят случаи замерзания воды в вакуумных системах насосов ПА.

Таким образом, отечественные пожарные насосы и их ВС к низкотемпературным условиям эксплуатации адаптированы недостаточно.

Парк отечественных ПА оснащен ВС предварительного заполнения их основных центробежных насосов. Низкая надежность данных ВС в условиях низких температур чаще всего связана с отказами, вызванными интенсивным образованием льда в их узлах, как правило, в вакуумных клапанах.

Аналитическая часть

Рассмотрение причин наблюдаемых отказов целесообразно начать с анализа явлений, характерных для ледообра-

зования в условиях пониженного по сравнению с атмосферным давления. Исследование свойств льда свидетельствует о том, что в атмосфере воздуха, имеющего температуру, близкую к 273 К (0 °С), силы сцепления льда возрастают, лишь только температура его превысит минус 6 °С (267 К) [2]. Возрастание силы сцепления при приближении температуры льда к точке плавления объясняется тем, что на поверхности ледяных частиц образуется квазижидкий слой, толщина которого увеличивается с температурой. Вместе с тем становится возможным и замерзание воды, зажатой с двух сторон льдом. Это явление было названо как «восстановление льда» и «перемерзание». Известно, что при повышении давления происходит некоторое уменьшение температуры плавления замерзшей воды и наоборот [2]. Величина эта относительно мала, но при нахождении воды в узком температурном интервале, близком к 0 °С (точка изменения фазового состояния), она сказывается на процессе ледообразования в узлах спецагрегатов, контактирующих с разреженным воздухом. Отрицательное влияние разрежения на процесс ледообразования выражается также и в том, что оно увеличивает силу сцепления между частицами льда [2].

В практике противопожарной службы это наиболее наглядно выявляется при длительном перекачивании воды в условиях низких температур, когда на внутренних стенках всасывающего патрубка ПН образуется слой льда. На напорных патрубках такого нароста льда не наблюдается. При работе центробежного насоса происходит некоторое увеличение температуры воды, поступающей в напорный коллектор его после рабочего колеса. Однако такая существенная разница ледообразования во всасывающей и напорной линиях вызвана также величиной давления в этих двух участках [3, 4].

Объяснение наблюдаемому явлению может быть следующим. Вместе с наименьшим абсолютным давлением и высокой теплоотдачей в окружающую атмосферу через металлические стенки становится возможным значительное проявление сил сцепления между внутренними стенками всасывающего патрубка и частицами льда, присутствующими и образующимися в перекачиваемой воде. Это приводит к притягиванию движущихся в потоке воды частиц льда (шуги) к стенкам патрубка и образованию наледи. Например, известно, что в вакууме только что отшлифованные стеклянные пластинки при наложении одна на другую под неограниченным действием сил сцепления соединяются так прочно, будто они сварены между собой [4].

Ледообразование на внутренних поверхностях всасывающего патрубка прогрессирует еще и потому, что со стенками большей частью контактируют одни и те же части воды без значительного перемешивания с остальными слоями потока, так как на стенке течение жидкости, как правило, ламинарное. Также сдвиговая вязкость воды возрастает не только с понижением температуры, но и в незначительных пределах и с понижением давления.

Все эти явления, наблюдаемые при подаче воды ПН из открытых водоисточников в условиях низких температур, способствуют эффективному образованию льда в их узлах с пониженным давлением.

Очевидно, что при заборе воды из открытого водоисточника в условиях низких температур влияние разрежения на образование наледи должно проявляться и в вакуумном клапане.

На практике сложилось не совсем обоснованное убеждение о том, что замерзание остатков воды в узлах и коммуникациях ПН связано только с недостаточным утеплением их отсеков без учета за-

конов термодинамики, что не совсем верно.

В соответствии с законами термодинамики [5] резкое падение давления газа

в том числе и воздуха, в каком-либо замкнутом объеме неизбежно связано со стремительным понижением его температуры, достигающим порой величины 70°C . (Наглядным примером подобного наблюдаемого явления служит дросселирование огнетушащего вещества из углекислотного огнетушителя, сопровождаемое образованием потока снегоподобной массы). При этом самое длительное по времени и наибольшее по величине разрежение наблюдается именно в вакуумклапане в силу того, что поперечные сечения его проходных каналов обладают наименьшей величиной, следовательно, в соответствии с уравнением Бернулли – максимальной скоростью протекающего по ним удаляемого воздуха. Отдельно следует обратить внимание на тот факт, что проходящий через вакуумклапан удаляемый воздух (его наиболее значительная часть) имеет температуру не подогретого насосного отсека, а наружного воздуха, ранее находившегося внутри всасывающих пожарных рукавов. Таким образом, при работе вакуумного насоса внутри вакуумклапана создаются самые неблагоприятные условия по резкому падению температуры. Вследствие того, что металлические детали внутри вакуумклапана имеют небольшие размеры и невысокую термоинерционность, то они легко подвержены резкому охлаждению и обледенению практически независимо от состояния утепления насосного отсека. Именно поэтому включение в работу ВС пожарного автомобиля при низких температурах наружного воздуха часто сопровождается ледообразованиями в вакуумных магистралях.

Следует обратить отдельное внимание на то, что с понижением темпера-

туры наружного воздуха в соответствии с законами термодинамики заметно возрастает число отказов в предварительном заполнении водой полостей ПН примененными вакуумными системами. Данный факт связан не только с интенсивным ледообразованием в узлах с разреженным холодным воздухом, но и с закономерным изменением физических параметров двух основных компонентов, незаменимых «участников» рассматриваемого процесса, а именно воздуха и воды [5].

В связи с этим представляется целесообразным привести анализ изменения физических параметров данных компонентов применительно к практике использования пожарных автомобилей, например, условно приняв близкие к реальным условия эксплуатации:

– в первом варианте: температура окружающего воздуха 20°C (293 K) и 15°C (288 K) – температура воды в открытом водоисточнике;

– во втором варианте: температура наружного воздуха -40°C (233 K) и близкая к 0°C (273 K) температуре воды, забираемая из открытого водоема.

Сравнение численных значений коэффициентов кинематической вязкости воздуха и воды во втором варианте по сравнению с первым позволяют установить, что вязкость воздуха при данном сравнении уменьшается в 1,51 раза (с $15,141 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ до $9,997 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$) при возрастании вязкости воды в 1,57 раза (с $1,140 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ до $1,792 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$) [6]. Таким образом, в первом варианте на место удаляемого работающим вакуумным насосом воздуха под действием разности атмосферного и вакуумметрического давлений относительно быстро с меньшими затратами энергии перемещения может поступить сравнительно маловязкая вода из открытого водоисточника. Напротив, во втором варианте вязкость воды возросла при одновременном сни-

жении вязкости воздуха, получившей вследствие этого большую способность затекать через даже самые незначительные неплотности и которые, при положительных температурах, не оказывают существенного влияния на процесс забора воды, но нередко оказываются определяющими в низкотемпературных условиях.

Немаловажен и тот факт, что в сыровых условиях у резиновых уплотнений узлов и коммуникаций ПН значительно снижается эластичность и они оказываются не способны гарантированно выполнять функции по герметизации, что объективно сводит к минимуму вероятность водозабора ВС.

Рассмотренные ранее теоретические причины недостаточно высокой надежности забора воды из открытых водоисточников в условиях низких температур следует отнести только к предварительному заполнению данной водой полостей всасывающей рукавной линии (далее – ВРЛ) и ПН, что является лишь составным звеном всего процесса ее подачи из водоема в очаг пожара.

При этом отдельно наблюдается значительная доля отказов при пуске воды в напорную линию при повышенных высотах всасывания в рассматриваемых условиях низких температур. Экспериментами установлено [3], что после заполнения полостей ВРЛ и ПН последний выводится на рабочий режим, и на высотах всасывания 4–7 м при открывании напорной задвижки достаточно часто происходит выброс минимального количества воды, содержащей частички льда, с последующим срывом потока. В аналогичных летних условиях доля подобных отказов пуска воды в напорную линию значительно меньше.

В момент открывания напорной задвижки в ПН жидкость движется неравномерно, поэтому возникают инерционные силы, оказывающие влияние на вели-

чину давления в его зоне всасывания. Для пожарного насоса ПН-40УВ расчетным путем установлено, что, например, при высоте всасывания 6 м и времени открывания напорной задвижки 1 с (что не является редкостью для напорных задвижек клапанного типа без жесткой связи с ограничивающим ее сектор перемещения штоком) инерционные потери напора в зоне его всасывания составляют 2 м [3]. Таким образом, суммарная высота всасывания (6 м + 2 м) равна 8 м, а это приводит к работе насосной установки в зоне кавитации, сопровождающейся отказами в работе.

В условиях низких температур неблагоприятное положение еще более усугубляется вследствие ранее описанных изменений физических параметров основных компонентов: дополнительно увеличившейся вязкости воды, приводящей к возрастанию затрат энергии на перемещение последней и уменьшившейся вязкости воздуха, получившего дополнительную возможность заполнить освобождающиеся объемы вместо воды, увеличившей свою вязкость.

Вместе с тем в ходе выполнения экспериментов было установлено: вероятность успешных забора и подачи воды в напорную линию возрастала при подпитке всасывающей полости ПН водой из посторонней емкости после отключения ВС в момент открытия напорной задвижки насосной установки. Следует отметить, что различное по величине время открытия вышеуказанной задвижки не приводило к появлению отказов. Однако применяющиеся ВС предварительного заполнения не могут обеспечить подпитку водой всасывающей полости ПН в момент открывания напорной задвижки.

При этом известна система предварительного заполнения ПН, способная обеспечивать не только необходимую подпитку его всасывающей полости при

открытии напорной задвижки, но и в своей работе не использующая вакуума со всеми вытекающими неблагоприятными последствиями, указанными выше.

Данная система имеет обозначение СЭМПА-001 (система электрическая многофункциональная пожарного автомобиля модели 001), работает от бортовой электросети автомобиля (при безопасном для жизни человека напряжении, что очень важно в экстремальных условиях пожаротушения во влажной среде), предназначена для надежного (без создания вакуума) предварительного заполнения полостей ПН и ВРЛ, автоматического отключения и включения в нужный момент для устранения сбоев в работе основного ПН. При этом в радиусе до 70 м от места подключения на автомобиле она способна выполнять функции уборки излишне пролитой воды или другой жидкости (вместо гидроэлеватора, но по более упрощенной схеме и качественней), водообеспечения из источников с малой глубиной, заполнения емкостей и перераспределения различных жидкостей (воды, пенообразователя и т. п.) для целей пожаротушения. Может обеспечиваться поплавком для сбора разлитых нефтепродуктов с водного зеркала.

Указанная система, в отличие от вакуумной, не вызывает порчи всасывающих рукавов из-за отслоения их внутреннего слоя резины под действием значительного разрежения и позволяет обеспечивать подачу воды даже при негерметичности полостей ПН и ВРЛ, что полностью исключено при использовании ВС.

Также СЭМПА, в отличие от ВС и гидроэлеватора, легко управляется в экстремальной обстановке даже новичком, проста в обслуживании.

Упрощенно СЭМПА-001 можно охарактеризовать как герметичный погружной электронасос с устройствами подключения к ВРЛ и электропитанию, работающий от бортовой электросети ПА,

с узлом автоматики, электрозащиты и дополнительными комплектующими (узел автоматического выпуска воздуха, кабельная катушка с устройствами подклю-

чения, поплавков и т. п.). Технические характеристики СЭМПА-001 отражены в таблице.

Таблица
Технические характеристики СЭМПА-001
Table
Technical characteristics of SEMPA-001

№	Название параметра Parameter name	Величина Magnitude
1.	Напряжение питания постоянного тока DC supply voltage	24 В (12 В) 24 V (12V)
2.	Потребляемая мощность (полностью обеспечивается работой штатного генератора без разрядки аккумуляторных батарей): – кратковременная; – продолжительно допускаемая Power consumption (fully provided by the operation of the standard generator without discharging the batteries): – short-term; – long-term permissible	до 1,0 кВт до 0,5 кВт. from 1,0 кВт to 0,5 кВт.
3.	Вес: – в сборе, с дополнительным кабелем 60 м в на катушке; – в том числе переносного электронасоса с электрокабелем длиной 10 м и тросиком для опускания в водоем Weight: – assembled, with an additional 60 meter cable on a reel; – including a portable electric pump with a 10 m long electric cable and a rope for lowering into a reservoir	до 35 кг до 6 кг to 35 kg to 6 kg
4.	Подача электронасоса: – при кратковременной работе; – при продолжительной работе Electric pump supply: – for short-term work; – during prolonged work	до 300 л/мин до 120 л/мин up to 300 l/min up to 120 l/min
5.	Напор электронасоса: – при кратковременной работе; – при продолжительной работе Electric pump pressure: – for short-term work; – during prolonged work	до 15 м вод. ст. до 2 м вод.ст. up to 15 m of water Art. up to 2 m above sea level
6.	Время заполнения полостей пожарного насоса и всасывающей рукавной линии диаметром 125 мм длиной 8 м	

	<p>при высоте расположения оси насоса 7,5 м над уровнем жидкости в водоеме</p> <p>Time to fill the cavities of a fire pump and a suction hose line with a diameter of 125 mm and a length of 8 m at a height of the pump axis of 7.5 m above the liquid level in the reservoir</p>	<p>до 30 с.</p> <p>up to 30 s</p>
--	--	-----------------------------------

СЭМПА-001 изобретена в Советском Союзе [6], в настоящее время защищена российскими охраняемыми документами интеллектуальной собственности [7, 8], прошла все стадии необходимых межведомственных испытаний в МЧС, сертифицирована в Академии ГПС МЧС России [9], рекомендована к применению ФГУП ВНИИПО МЧС России [11] и Академией ГПС МЧС России, в том числе известными учеными в области пожарной техники М. Д. Безбородько, В. П. Назаровым [10, 12].

Заключение

В настоящей публикации подведены итоги теоретических и экспериментальных исследований эффективности применения в современных пожарных центробежных насосах систем вакуумного типа для предварительного заполнения их полостей и полостей всасывающих рукавов при работе из открытых водоисточников в низкотемпературных условиях.

1. Опираясь на известные положения фундаментальной науки и труды разных авторов, получены объяснения известных в практике пожарной охраны явлений отказов элементов вакуумных систем. Так, эффектом Джоуля-Томсона, а также небольшими размерами и невысокой термоинерционностью объясняется резкое охлаждение и обледенение вакуумклапа-

на и соединительных трубопроводов практически независимо от степени теплоизоляции насосного отсека.

2. Констатировано, что решающий вклад в процесс ускоренного ледообразования во всасывающей патрубке насоса вносит основной фактор – разряжение и его величина в сочетании с практически ламинарным характером течения элементарных струек воды вблизи его стенки.

3. Получила экспериментальное подтверждение эффективность способа гарантированного забора воды из открытых водоисточников в условиях низких температур подпиткой водой из посторонней емкости синхронизированного с моментом открытия напорной задвижки спецгрегата.

4. Подробно освещены конструктивные особенности и технология применения СЭМПА-001, свободной от указанного ключевого недостатка ныне применяемых систем предварительного заполнения – разряжения.

Пожарные автомобили, работающие продолжительное время года в условиях низких температур, целесообразно комплектовать системами предварительного заполнения полостей их насосов, не использующими вакуум, а напротив – избыточное давление.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Алешков М. В. От концепции создания до разработки основного пожарного автомобиля северного исполнения // Пожарная безопасность. 2012. № 3. С. 131–135.
2. Маэно Н. Наука о льде / пер. с яп. М. : Мир, 1988. 231 с.
3. Совершенствование узлов пожарных насосов / Егоров Г. И. [и др.]. Челябинск : Приоритет, 1997. 73 с.

4. Зимон А. Д. Адгезия жидкости и смачивание. М. : Химия, 1974. 413 с.
5. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент : справочник / под ред. Григорьева В. А. и Зорина В. М. М. : Энергоатомиздат, 1988. 560 с.
6. Патент № 1618427 СССР, А 62 С 25/00. Система заполнения водой пожарного насоса и всасывающей рукавной линии пожарного автомобиля : № 324035 : заявл. 30.03.1987 : опубл. 07.01.1991 / Егоров Г. И., Ильясов Р. М., Титов Н. В. // Google Patents : патенты. URL: <https://patents.google.com/patent/SU1618427A1/ru?q=1618427> (дата обращения: 03.09.2024).
7. Патент № 24641 Российская Федерация, А 62 С 25/00. Вспомогательная система пожарного автомобиля : № 1618427 : заявл. 22.04.2002 : опубл. 20.08.2002 / Егоров Г. И. // Google Patents : патенты. URL: <https://patents.google.com/patent/RU24641U1/ru?q=24641> (дата обращения: 03.09.2024).
8. Патент № 176590 Российская Федерация, А62С25/00. Вспомогательное устройство для пожарного автомобиля : № 1618427 : заявл. 31.05.2017 : опубл. 23.01.2018 / Егоров Г. И. // Google Patents : патенты. URL: <https://patents.google.com/patent/RU176590U1/ru> (дата обращения: 03.09.2024).
9. Сертификат пожарной безопасности ССПБ.RU.OP 014.C.00732. Система электрическая многофункциональная для пожарных (спасательных) автомобилей СЭМПА-001 по ТУ 4854-001-21606184-04.
10. Заключение по результатам экспертизы целесообразности размещения многофункциональной системы МС-01 на пожарных автомобилях. М. : АГПС МЧС России, 2002.
11. Письмо ФГУ ВНИИПО МЧС России № 43/2.1/1809 от 14.06.2007.
12. ГРЕГОР : сайт. URL: www.gregor74.ru (дата обращения: 06.09.2024).

REFERENCES

1. Aleshkov M.V. From the concept of creation to the development of the main firefighter truck of northern design. // Fire safety. 2012. - No. 3. P. 131... 135.
2. Maeno N. The science of ice: Trans. from Japanese M.: Mir, 1988. 231 p.
3. Egorov G.I., Izergin V.L., Vedernikov G.V., Balandin A.N. Improving nodes fire pumps. Chelyabinsk: Priority LLC, 1997. 73 p.
4. Zimon A.D. Liquid adhesion and wetting. M.: Chemistry, 1974. 413 p.
5. Theoretical foundations of heat engineering. Thermotechnical experiment: Handbook/ Ed. Grigorieva V.A. and Zorina V.M. M.: Energoatomizdat, 1988.560 p.
6. USSR Author's Certificate No. 1618427. Firefighting water filling system pump and suction hose line of a fire truck. / Egorov G.I., Ilyasov R.M., Titov N.V.
7. Russian Federation Certificate No. 24641. Auxiliary system of a fire truck. / Egorov G.I.
8. RF Patent No. 176590. Auxiliary device for a fire truck / Egorov G.I.
9. Fire safety certificate SSPB.RU.OP 014.S.00732. System electricmulti functional for fire (rescue) vehicles SEMPА-001 according to TU 4854-001-21606184-04.
10. Conclusion based on the results of the examination of the feasibility of placement multifunctional system MS-01 on fire trucks. M.: ASFS EMERCOM Russia, 2002.
11. Letter of the Federal State Institution VNIPO of EMERCOM of Russia No. 43/2.1/1809 dated June 14, 2007.
12. Website of GREGOR LLC: www.gregor74.ru

Информация об авторах

Егоров Григорий Иванович, кандидат технических наук, инженер пожарной безопасности, директор ООО «ГРЕГОР», 454112, Российская Федерация, г. Челябинск, пр. Победы, д. 296-15; e-mail: egorovgrig17@mail.ru

Савин Михаил Александрович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры пожарной, аварийно-

Information about the authors

Grigory I. Egorov, Cand. Sci. (Engineering), fire safety engineer, Director of GREGOR LLC (296-15, Pobedy Ave., Chelyabinsk 454112, Russian Federation), e-mail: egorovgrig17@mail.ru

Mikhail A. Savin, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Fire, Rescue

спасательной техники и специальных технических средств Уральского института ГПС МЧС России (620062, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 22), e-mail: m.savin50@mail.ru

Equipment and Special Technical Equipment of Ural Institute of State Fire Service of the Ministry of EMERCOM of Russia (22, Mira St., Yekaterinburg 620062, Russian Federation),
e-mail: m.savin50@mail.ru