

СИСТЕМЫ ПЕННОГО ТУШЕНИЯ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ. НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

**А.И. Преснов, кандидат технических наук, доцент;
А.В. Данилевич.
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены современные системы получения и подачи воздушно-механической пены от насосных агрегатов пожарных автомобилей. Показаны их основные преимущества и перспективы применения. Выявлены проблемные вопросы, связанные с их эксплуатацией в России. Проанализирована отечественная технология получения компрессионной пены. Представлены результаты экспериментов по выявлению оптимальной технологии её подачи. Даны рекомендации практическим работникам.

Ключевые слова: электронные системы дозировки и впрыска пенообразователя, компрессионная пена, насосный агрегат, экспериментальный метод, технология подачи

SYSTEMS OF FOAM FIRE EXTINGUISHING OF FIRE TRUCKS. NEW TECHNOLOGIES, PROBLEMATIC ISSUES AND PERSPECTIVES

A.I. Presnov; A.V. Danilevich.
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The modern system of producing and supplying mechanical foam pumps from fire trucks are considered. Their main advantages and application prospects are showing. Revealed problems connected with their operation in Russia are revealed. Native technology for producing compression of the foam are analyzed. The results of experiments to identify the optimal technology of its filing are submitted. Recommendations to practical workers are given.

Keywords: electronic dosing system and a foaming agent injection, compression foam, pump unit, experimental method, technology supply

В последние годы насосные агрегаты отечественных пожарных автомобилей всё чаще оборудуются электронными системами получения водопенного раствора путём непосредственного впрыска под давлением концентрата пенообразователя в напорные патрубки пожарного насоса или рукавные линии.

Принцип работы данных систем следующий: при подаче воды от пожарного насоса расходомер измеряет поток воды и посылает сигнал на цифровой блок управления микропроцессора, который в зависимости от установочных параметров концентрации водного раствора пенообразователя подаёт управляющую команду на выбор режима работы насоса, подающего пенообразователь. В итоге системы обеспечивают постоянное соотношение пенообразователя в потоке воды, независимо от изменений давления и расхода на выходе пожарного насоса. При увеличении или уменьшении напора и расхода воды количество впрыскиваемого пенообразователя автоматически увеличивается или уменьшается.

Системы многофункциональны. Они позволяют:

– устанавливать необходимую процентную концентрацию пенообразователя в пенном растворе;

- получать сведения об общем количестве воды и пенообразователя за период эксплуатации;
- отображать давление впрыска пенообразователя и др.

Основные преимущества электронных систем непосредственного впрыска пенообразователя:

- пожарный насос осуществляет перекачку только водяной среды (без пенообразователя), что положительно влияет на его эксплуатационные показатели;
- возможность одновременной подачи от одного пожарного насоса воды и воздушно-механической пены, что особенно актуально для пожарных автоцистерн тяжёлого класса с мощными насосными установками;
- экономия и увеличение запаса вывозимого пенообразователя при сохранении существующих объемов за счет применения более концентрированных (1 %) пенообразователей;
- повышение качества получаемой воздушно-механической пены за счёт большей точности при электронном контроле расхода пенообразователя, в сравнении с инъекционным способом получения водного раствора пенообразователя.

В России такие системы применяются в основном зарубежного производства: FoamPro (модели 2000, 3000, AccuMax); Hale (FoamLogix модели 2.1, 3.3, 5.0, 6.5, где цифры означают значения номинальной подачи пенообразователя в гал/мин); CTD (модели Triton, Cameleon, Salamandre). На рис. 1 схематично представлена система дозирования и впрыска пенообразователя FoamLogix [1].

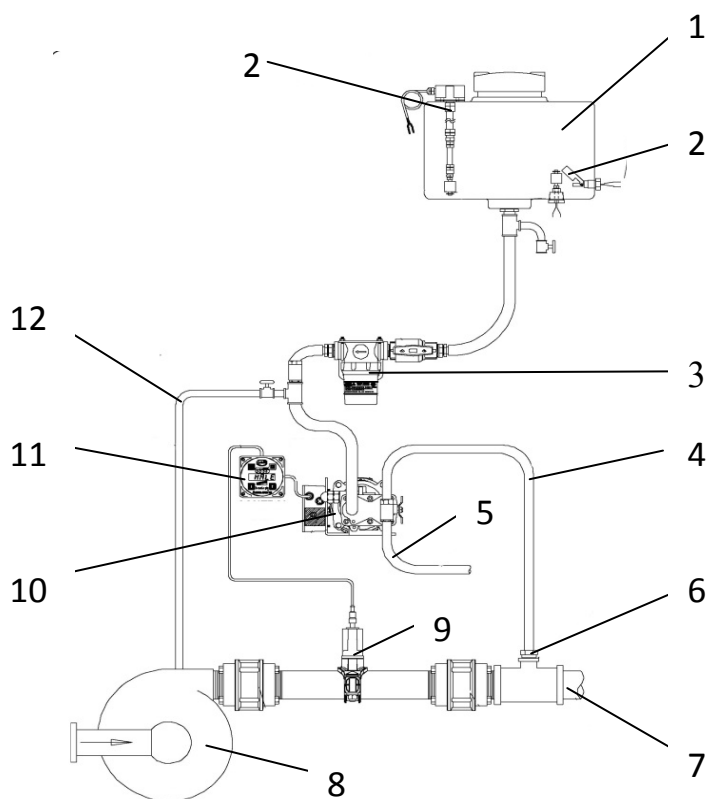


Рис. 1. Схема системы дозирования и впрыска пенообразователя Foam Logix с одним баком для пенообразователя (1 – бак для пенообразователя; 2 – датчик уровня; 3 – фильтр; 4 – трубопровод впрыска пенообразователя; 5 – перепускной трубопровод; 6 – устройство для впрыска пенообразователя с обратным клапаном; 7 – напорный коллектор насоса; 8 – пожарный насос; 9 – датчик расхода воды; 10 – насос подачи пенообразователя с электромотором; 11 – блок управления и контроля; 12 – промывочный трубопровод)

Данные автоматические электронные системы дозирования работают на всех типах пенообразователя в диапазоне расходов пожарного насоса от 0,5 л/с до 300 л/с (в зависимости от типа и модели), комплектуются независимым дозирующим насосом, обеспечивают концентрацию пенообразователя в водном растворе в диапазоне от 0,1 % до 10 % (в зависимости от типа и модели) с точностью $\pm 0,05$ % и осуществляют впрыск пенообразователя в гидравлические (рукавные) линии как нормального (до 2 МПа), так и высокого (4 МПа) давления.

В дальнейшем электронные системы дозировки и впрыска пенообразователя стали базовой частью инновационного способа тушения пожаров – системы подачи компрессионной (пневматической) пены.

Компрессионная пена представляет собой однородную структуру (без остаточной жидкой фазы водного раствора пенообразователя), произведённую в смесительной камере способом принудительного вспенивания сжатым воздухом водного раствора пенообразователя и транспортируемую к месту подачи по трубопроводу и пожарным рукавам, что позволяет более эффективно использовать водный раствор пенообразователя.

Системы подачи компрессионной пены показали высокую эффективность тушения при минимальном расходе огнетушащих средств, а при нормальном давлении возможность осуществлять подачу огнетушащей пены на высоту более 100 м. Физические параметры пены и, соответственно её тушащие свойства изменяются посредством регулирования соотношения ингредиентов. Установки позволяют получать так называемую «мокрую» пену кратностью 3...10 и «сухую» пену кратностью 10...20.

В настоящее время в Америке, Европе и других зарубежных странах распространены системы подачи компрессионной пены CAFS (Compressed Air Foam System) и One Seven. На базе системы дозирования Foam Logix американская компания «Hale» создала систему тушения CAFS [1].

Основные элементы системы CAFS включают в себя ранее рассмотренную систему дозировки и впрыска пенообразователя Foam Logix (или другую), смеситель и компрессор (рис. 2).

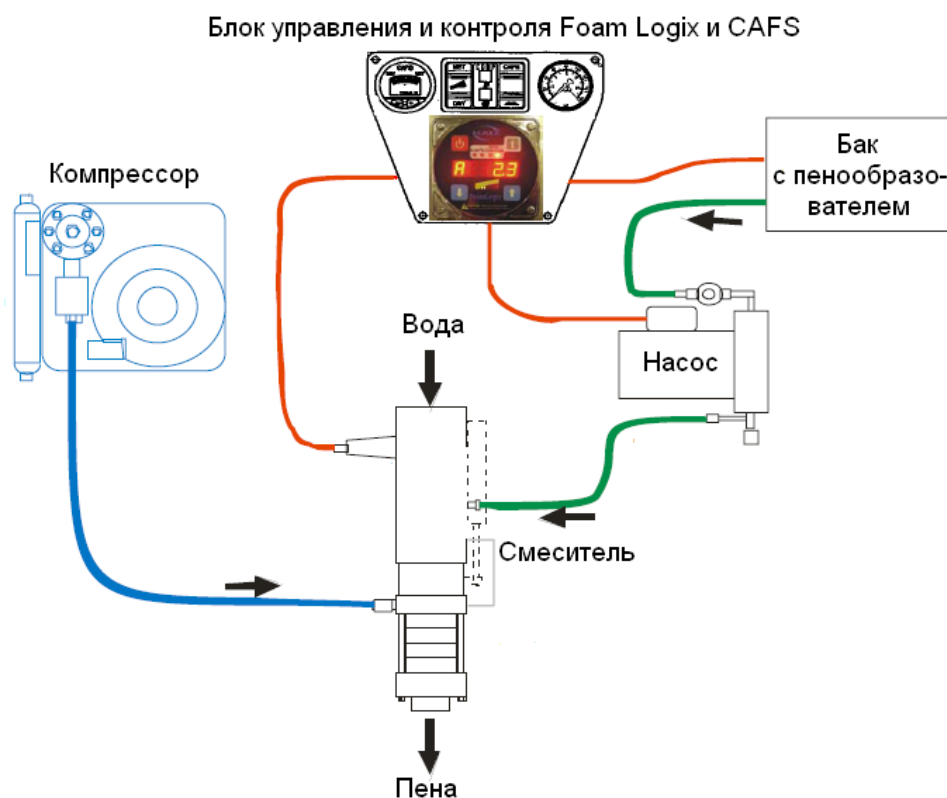


Рис. 2. Схема работы системы подачи пены CAFS с устройством дозирования и впрыска пенообразователя Foam Logix

В соответствии с расходом воды на выходе из пожарного насоса, насос подаёт пенообразователь в смеситель системы CAFS, в который от компрессора производится подача сжатого воздуха 1,4 – 2,5 м³/мин под давлением 0,7–1,0 МПа. В результате на выходе из смесителя получается воздушно-механическая (пневматическая) пена, которая далее транспортируется по пожарным рукавам. Получение так называемой «высотной» пены (подача пены на высоту более 200 м) производится за счёт увеличения давления сжатого воздуха до 1,2 МПа. Значения моделей системы CAFS соответствуют значениям моделей системы Foam Logix и различаются по производительности: CAFS 2,1А; CAFS 3,3; CAFS 5,0 [2].

Аналогичное устройство и принцип действия имеют установки для тушения пожара пневматической пеной «One Seven», разработанные и производимые немецкими фирмами «Schmitz» и «Meinicke». Данные установки состоят из трёх основных компонентов: насоса, электронного дозатора и компрессора. Принцип их работы: вода подаётся от насоса под напором 80 м; к воде от электронного дозатора подаётся пенообразователь в очень малых концентрациях 0,2...1,0 %; в смесь воды и пенообразователя подаётся сжатый воздух от компрессора установки. Таким образом, пена образуется уже в установке и под давлением подаётся по обычным напорным рукавам. В зависимости от соотношения воды и воздуха установка позволяет получать «сухую» (1:20) и «мокрую» (1:7) пену. Тушение производится обычными ручными водяными стволами, дальность подачи до 25 м. Установки «One Seven» имеют модульную конструкцию и легко монтируются на пожарные автомобили (рис. 3). Производимые модели установки: OS 300, OS 1200 и OS 3100 различаются габаритными размерами и производительностью; цифровое значение в обозначении модели означает производительность воздушного компрессора в л/мин [1].



Рис. 3. Установка пенного тушения OS 1200NE в отсеке кузова пожарной автоцистерны АЦ-3,0-40(4308) ООО «Приоритет»

Технические данные OS 1200NE:

- производительность по пене – 1,4 м³/мин;
- производительность воздушного компрессора – 1200 л/мин;
- концентрации раствора пенообразователя – от 0,2 % до 2 %;
- пропускная способность дозатора – от 0,2 л/мин до 2,4 л/мин;
- максимальная пропускная способность по воде – 170 л/мин при 8 бар;
- габаритные размеры (мм) – 850x500x700.

Сегодня ООО ТПП «Пеленг» (г. Нижний Новгород), УСПТК (г. Челябинск), ОАО «Уралпожтехника» (г. Миасс, Челябинской области) и другие по желанию заказчика оборудуют пожарные автомобили импортными дорогостоящими системами дозировки и впрыска пенообразователя. ПО «Спецтехника пожаротушения» (Москва), ООО «Приоритет» (г. Миасс, Челябинской области) и другие оборудуют пожарные автомобили системами подачи компрессионной пены CAFS, интегрированными в пожарный насос.

Данные системы значительно усложняют конструкцию насосных установок за счёт размещения дополнительных насосов, подающих пенообразователь, и обеспечение их привода, компрессорных установок, монтажа гидравлических линий (трубопроводов), смесительной камеры, электронных блоков и т.п. При этом установка данного оборудования требует производителей значительно увеличивать насосный отсек специального кузова пожарного автомобиля (рис. 4).

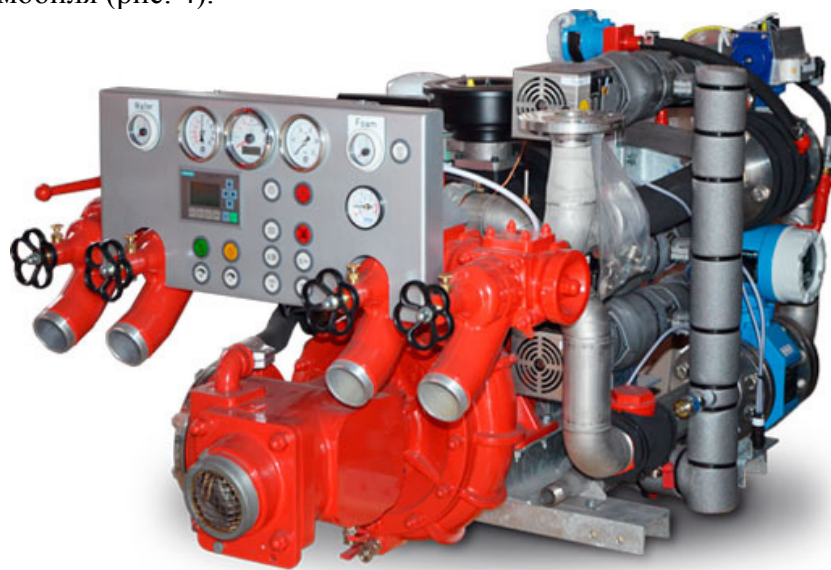


Рис. 4. Внешний вид насосной установки JOHNSTADT NP-3000 (НЦПН-50/100), оборудованной системой CAFS

Гарантия работоспособности данных систем основана на строгом соблюдении инструкций по сборке, монтажу, настройке и эксплуатации. В итоге производителям необходимо подбирать шасси и кузов под систему, так чтобы обеспечивался доступ к элементам системы для возможности выполнения операций техобслуживания и ремонта, обеспечивался гидравлический или электрический привод к насосам, подающим пенообразователь и т.п.

Отсутствие практики работы с такими системами при сборке, монтаже, настройке и дальнейшей эксплуатации на отечественных пожарных автомобилях приводит в некоторых случаях к её отказам. Для повышения надёжности насосной установки пожарного автомобиля производители зачастую устанавливают дополнительно и «старую» инжекторную систему получения водопенного раствора.

Проблемным также остаётся вопрос подготовки персонала эксплуатирующего данные системы. На практике из-за слабой подготовки водителей пожарных автомобилей наблюдались случаи неправильной эксплуатации (например, не промывки системы после применения) и как результат выход из строя дорогостоящего оборудования.

Тем не менее в перспективе ожидается более широкое применение систем дозировки и впрыска пенообразователя в насосных агрегатах отечественных пожарных автомобилей, о чём свидетельствуют Требования Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123, в редакции Федерального закона от 10 июля 2012 г. № 117 «Пожарные насосы в зависимости от их конструктивных особенностей и основных параметров должны обеспечивать одновременную подачу воды и огнетушащих растворов при нормальном и высоком

давлении», а также развитие отечественных технологий получения компрессионной пены по аналогу зарубежных «CAFS» и «One Seven».

Специалисты завода пожарных автомобилей «Спецавтотехника» (г. Екатеринбург) в 2011 г. разработали несколько иную (в отличие от установок «CAFS» и «One Seven») отечественную технологию получения компрессионной пены «Natisk». В настоящее время установки «Natisk» монтируются на пожарных автомобилях лёгкого, среднего и тяжёлого классов, а также находят применение в качестве мобильных и стационарных установок пожаротушения. Так, на шасси ГАЗ-331061 (4x2) завод изготавливает пожарную автоцистерну лёгкого класса АЦ-1,0-40 NATISK (331061) модель 071-2ПВ, оборудованную установкой для получения компрессионной пены «Natisk». Автоцистерна оснащена 1000-литровой цистерной для воды, 60-литровым баком для пенообразователя, пожарным насосным агрегатом НЦПН-40/100, дозирующим насосом фирмы «FireDos» модель FD 130 для подготовки водного раствора пенообразователя в процентной концентрации от 1 до 6 % с максимальной пропускной способностью водного потока 130 л/мин, 200-литровой ёмкостью для водного раствора пенообразователя и компрессорной установкой KAESER M 17 производительностью 1,6 м³/мин при давлении 7 бар.

Принципиальная схема водопенных коммуникаций автоцистерн, в том числе и установки NATISK, представлена на рис. 5 [3].

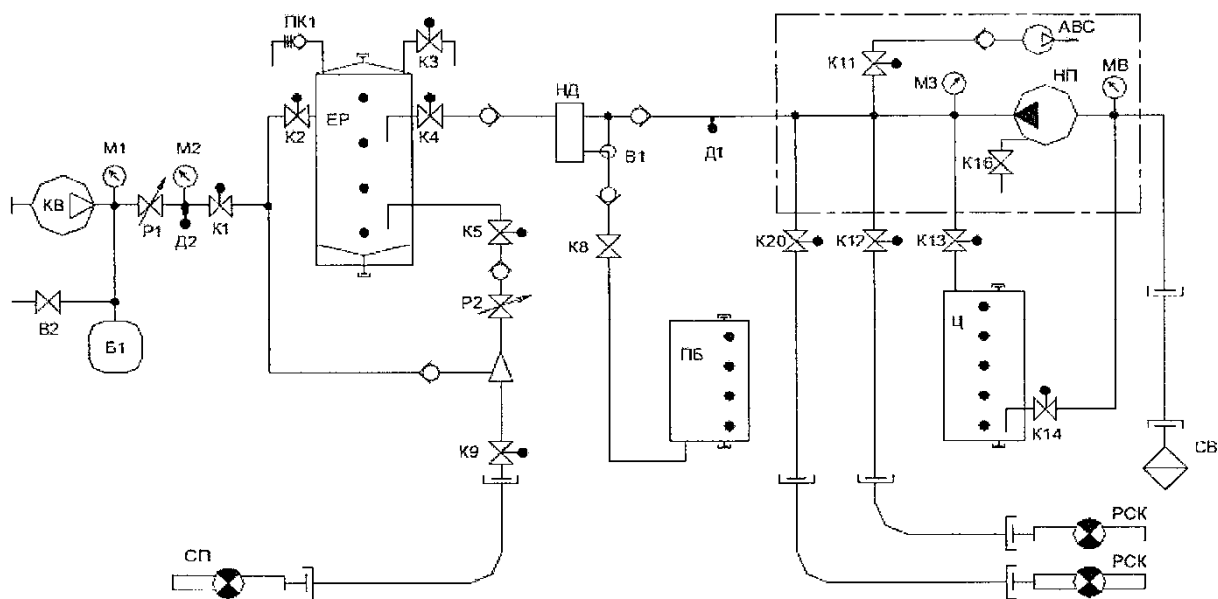


Рис. 5. Схема коммуникаций АЦ-1,0-40 NATISK (331061) модель 071-2ПВ

(KB – компрессор KAESER M 17; B1 – воздушный ресивер; M1 и M2 – манометр воздушный; P1 – регулятор давления; Д2 – датчик давления воздуха; K1 – кран подачи воздуха в систему; K2 – кран подачи воздуха в ёмкость с раствором; ПК1 – предохранительный клапан ёмкости с раствором; K3 – кран сброса давления из ёмкости с раствором; K4 – кран дозаправки ёмкости с раствором; K5 – кран подачи раствора в линию пены; P2 – регулировочный кран кратности пены; K9 – кран подачи пены; HD – дозирующий насос; B1 – кран промывки дозирующего насоса; B2 – кран сброса воздуха; K8 – кран подачи пенообразователя из пенобака; Д1 – датчик давления воды; K11 – вакуумный затвор; ABC – вакуумный насос; M3 – манометр водный напорной линии; MB – мановакуумметр всасывающей линии пожарного насоса; K12 и K20 – кран напорный подачи воды; K13 – кран заполнения цистерны; K14 – кран подачи воды из цистерны; K16 – кран сливной насоса; СВ – сетка всасывающая; EP – ёмкость для раствора; ПБ – пенобак; Ц – цистерна для воды; СП – ствол пенный; PCK – ручной пожарный ствол; НП – насос пожарный центробежный)

Подача компрессионной пены от автоцистерн осуществляется следующим образом. При подаче воды пожарным насосом (НП) из ёмкости пожарной автоцистерны (Ц) или другого водоемкости по трубопроводу в ёмкость (ЕР) она заполняется водным раствором пенообразователя требуемой концентрации; дозированная подача пенообразователя из пенобака (ПБ) производится насосом (НД). В дальнейшем компрессорная установка по трубопроводам подаёт сжатый воздух под давлением до 0,7 МПа в ёмкость для раствора (ЕР) и камеру подготовки компрессионной пены. В результате водный раствор пенообразователя через дозирующий кран (Р2) под напором сжатого воздуха поступает в камеру подготовки компрессионной пены, где происходит его перемешивание со сжатым воздухом, поступающим от компрессора, и готовая компрессионная пена подаётся через ручной пожарный ствол.

Установка «Natisk» позволяет получать через пожарный ручной ствол компрессионную пену кратностью от 5 «мокрая» до 20 «сухая», производительностью не менее 12 л/с и дальности подачи до 30 м.

Специалисты Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России, используя пожарную автоцистерну АЦ-1,0-40 NATISK (331061) модель 071-2ПВ, провели исследование с целью оптимизации технологии подачи компрессионной пены.

Экспериментальным методом определялось значение времени начала подачи компрессионной пены в зависимости от особенностей выполнения алгоритма действий по её подаче. Включение компрессора и подача сжатого воздуха в ёмкость ЕР (рис. 5) производилось при наличии в ней определённого количества водного раствора пенообразователя. Значение времени начала подачи пены фиксировалось с момента включения центробежного пожарного насоса. Результаты экспериментов представлены в таблице.

В результате проведённого опытным путём исследования было установлено, что для сокращения времени начала подачи компрессионной пены от пожарной автоцистерны АЦ-1,0-40 NATISK (331061) модель 071-2ПВ целесообразно включать компрессорную установку и осуществлять подачу сжатого воздуха даже при незначительном количестве водного раствора пенообразователя в ёмкости ЕР (рис. 5). В итоге (с тактической точки зрения) уменьшится время ввода ствола первой помощи.

Таблица. Значения времени начала подачи компрессионной пены от пожарной автоцистерны АЦ-1,0-40 NATISK (331061) модель 071-2ПВ

Количество раствора в ёмкости ЕР, л	Напор создаваемый пожарным насосом, м	Давление воздуха в ёмкости ЕР, МПа	Время начала подачи компрессионной пены*, с
50	90...100	0,6...0,7	75...80
100	90...100	0,6...0,7	95...100
150	90...100	0,6...0,7	110...115
200	90...100	0,6...0,7	120...125

* – представлены усреднённые значения

Также опытным путём было выявлено, что в дальнейшем для поддержания требуемого уровня раствора пенообразователя в ёмкости ЕР и возможности непрерывной подачи пены дозирующим краном Р2 необходимо несколько увеличить кратность пены (сделать её более «сухой») до момента стабилизации уровня водного раствора пенообразователя в ёмкости ЕР.

Общие выводы и предложения по результатам проведённых исследований:

– пожарную автоцистерну АЦ-1,0-40 NATISK (331061) модель 071-2ПВ, оборудованную двумя системами подачи огнетушащих веществ, целесообразно использовать как пожарный автомобиль первой помощи;

- использовать предложенную технологию подачи компрессионной пены от пожарной автоцистерны АЦ-1,0-40 NATISK(331061) модель 071-2ПВ;
- рассмотреть предложение о применении в системе водопенных коммуникаций пожарного насоса электропневматической запорно-регулирующей арматуры с дублирующим ручным управлением для возможности в аварийной ситуации (проблемы с электрической частью автомобиля) осуществить подачу огнетушащих веществ от пожарного насоса.

С апреля 2015 г. АЦ-1,0-40 NATISK (331061) 071-2ПВ, находясь в расчёте Санкт-Петербургского гарнизона пожарной охраны, неоднократно осуществляла подачу компрессионной пены для пожаротушения и, как правило, применялась для подачи ствола первой помощи при ликвидации незначительных пожаров. При этом была реализована предложенная технология подачи компрессионной пены. В итоге эксплуатационных испытаний был подтверждён вывод о целесообразности использования АЦ-1,0-40 NATISK (331061) 071-2ПВ как пожарного автомобиля первой помощи.

В ближайшей перспективе, в связи со сложной международной политической обстановкой, а также в соответствии с принятой Правительством Российской Федерации программой импортозамещения технологий (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 января 2015 г. № 98-р «Об утверждении плана первоочередных мероприятий по обеспечению устойчивого развития экономики и социальной стабильности в 2015 году»), можно предположить развитие и внедрение в практику отечественных систем подачи компрессионной пены как высокоэффективного средства тушения.

Литература

1. Преснов А.И., Мироньчев А.В. О применении электронных систем дозировки и впрыска пенообразователя в насосных установках пожарных автомобилей. Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. ст. Воронеж. ин-та ГПС МЧС России. Воронеж, 2013.
2. Преснов А.И., Мироньчев А.В., Алибеков А.А. Современное пожарно-спасательное оборудование: учеб. пособие. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2013.
3. Автоцистерна пожарная АЦ-1,0-40 NATISK (331061) 071-2ПВ: Руководство по эксплуатации ООО «Завод пожарных автомобилей «Спецавтотехника». URL: <http://www.specialauto.ru> (дата обращения: 19.06.2015).