

Научная статья

УДК 614.842.6; DOI: 10.61260/1998-8990-2023-3-106-119

АНАЛИЗ СИСТЕМ ДОЗИРОВАНИЯ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ В НАСОСНЫХ АГРЕГАТАХ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

✉ Печурин Александр Алексеевич;

Преснов Алексей Иванович;

Маркова Нина Борисовна.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉ pechurinas@mail.ru

Аннотация. Показано влияние точности дозирования пенообразователя на свойства получаемого раствора пенообразователя в зависимости от точности дозирования, параметров конструктивных и технологических характеристик систем подачи и дозирования пенообразователя. Рассмотрены технические решения дозирования пенообразователя в системах пожарных насосов передвижной пожарной техники. Проанализированы технические решения и эксплуатационные характеристики пеносмесителей в системах пожарных насосов пожарных автомобилей ГПС МЧС России. Сформированы основные требования к системам дозирования пенообразователя пожарных насосов, которые необходимо учитывать при разработке и производстве систем дозирования для насосных агрегатов пожарных автомобилей.

Ключевые слова: системы дозирования пенообразователя, насосные установки пожарных автомобилей, эксплуатационные характеристики систем дозирования, оборудование и контрольно-измерительные приборы систем дозирования

Для цитирования: Печурин А.А., Преснов А.И., Маркова Н.Б. Анализ систем дозирования пенообразователя в насосных агрегатах пожарных автомобилей: состояние, проблемы, технические решения // Проблемы управления рисками в техносфере. 2023. № 3 (67). С. 106–119. DOI: 10.61260/1998-8990-2023-3-106-119.

Scientific article

ANALYSIS OF FOAM DOSING SYSTEMS IN PUMP UNITS OF FIRE VEHICLES: STATUS, PROBLEMS, TECHNICAL SOLUTIONS

✉ Pechurin Alexander A.;

Presnov Alexey I.;

Markova Nina B.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

✉ pechurinas@mail.ru

Abstract. The effect of the dosing accuracy of the foaming agent on the properties of the resulting foaming agent solution is shown, depending on the dosing accuracy, the parameters of the design and technological characteristics of the feeding systems and the dosage of the foaming agent. The technical solutions of foaming agent dosing in the systems of fire pumps of mobile fire equipment are considered. The technical solutions and operational characteristics of foam mixers in the systems of fire pumps of fire trucks of State fire service of EMERCOM of Russia are analyzed. The basic requirements for the dosing systems of the foam of fire pumps have been formed, which must be taken into account when developing and manufacturing dosing systems for pumping units of fire trucks.

Keywords: foaming agent dosing systems, pumping units of fire trucks, operational characteristics of dosing systems, equipment and instrumentation of dosing systems

For citation: Pechurin A.A., Presnov A.I., Markova N.B. Analysis of foam dosing systems in pump units of fire vehicles: status, problems, technical solutions // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere = Problems of risk management in the technosphere. 2023. № 3 (67). P. 106–119. DOI: 10.61260/1998-8990-2023-3-106-119.

Введение

Подача требуемой концентрации водного раствора пенообразователя насосными агрегатами пожарных автомобилей и в целом получение эффективного пенного тушения непосредственно зависит от работы встроенных в насосные агрегаты системы дозирования пенообразователя.

Одним из важнейших показателей дозирующего устройства является точность дозирования пенообразователя, что подчеркивается в ряде источников [1–5].

Важность дозирования пенообразователя обусловлена непосредственным влиянием дозирования на:

1. Свойства подаваемого насосом водного раствора, определяемого концентрацией пенообразователя в воде, и, как конечная цель, на свойства получаемой пены.

2. Эффективность работы комплекта оборудования пенного пожаротушения.

Недостаточная (низкая) концентрация раствора пенообразователя не обеспечивает получение пены с требуемыми свойствами – прежде всего по огнетушащей способности пены. Повышенная концентрация пенообразователя предопределяет повышенный расход пенообразователя, не способствует получению пены с требуемыми свойствами, уменьшает объем пены и время подачи пены.

Производители насосных агрегатов со встроенными системами дозирования не дают достаточной информации по погрешности дозирования, и в расчетах погрешность дозирования не учитывается. На практике же по ряду источников [1–5] ошибка дозирования может достигать до 20 %.

Анализ систем дозирования пенообразователя в насосных агрегатах пожарных автомобилей

Все применяемые системы дозирования пенообразователя в конструкциях пенного тушения можно подразделить на три типа в зависимости от конструкции и принципа подачи пенообразователя [1, 6–8] (рис. 1).

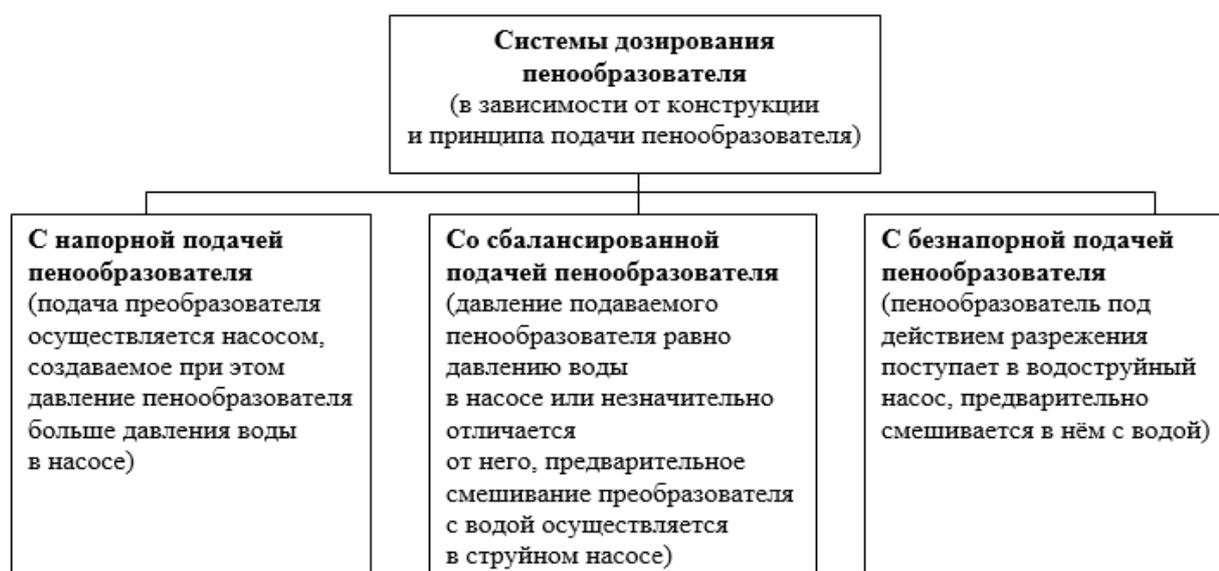


Рис. 1. Системы дозирования пенообразователя

Системы дозирования пенообразователя имеют свои особенности, входят в конструкцию пожарных насосов, а насосные агрегаты пожарных автомобилей принципиально отличаются от центробежных насосов другого назначения.

В настоящее время в насосных агрегатах и установках пожарных автомобилей применяются различные системы (установки, узлы и т.п.) дозирования пенообразователя, которые условно можно разделить на два типа [6, 8]:

– в установках 1-го типа водный раствор необходимой концентрации при работе центробежного пожарного насоса создается в его проточных полостях, то есть во внутренней полости центробежного пожарного насоса;

– в системах 2-го типа центробежный пожарный насос выполняет только функцию подачи воды, а водный раствор пенообразователя необходимой концентрации образуется в его напорной линии (линиях).

К системам 1-го типа относятся такие конструкции, где в состав насосного агрегата входит пеносмеситель струйного типа с ручным или автоматическим дозированием пенообразователя.

Пеносмеситель струйного типа с ручным дозированием пенообразователя имеет достаточно простую конструкцию с реализацией эффекта эжекции, обеспечивает дозированную подачу пенообразователя во всасывающую полость пожарного насоса. Устройство пеносмесителя струйного типа с ручным дозированием пенообразователя и принцип работы показаны на рис. 2.

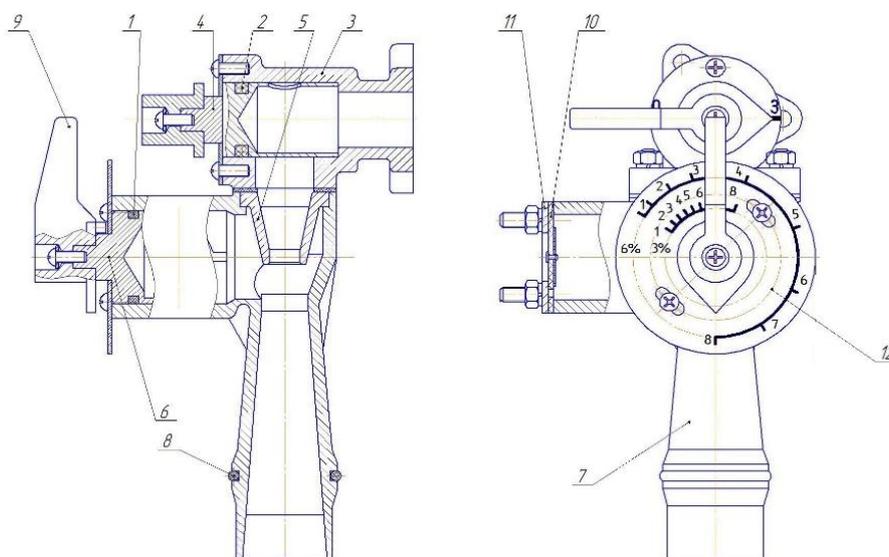


Рис. 2. Пеносмеситель ПС-8 насоса НЦПН-40/100УВМ.02:

1, 2, 8 – кольцо уплотнительное; 3 – корпус крана; 4 – кран; 5 – сопло; 6 – дозатор;
7 – корпус (диффузор); 9 – ручка; 10 – обратный клапан; 11 – крышка; 12 – шкала

Пеносмесители струйного типа с ручным дозированием пенообразователя из-за простоты и соответственно надежности конструкции имеют наибольшее распространение в «пожарном насосостроении». Такие системы компактны в конструктивном исполнении, а из-за отсутствия подвижных деталей имеют высокую надежность. Но при этом они характеризуются и недостатками.

При работе пожарного насоса часть подаваемой воды идет на работу пеносмесителя (струйного насоса) как составной части насосного агрегата, что прямо влияет на производительность насоса: снижается подача, напор, коэффициент полезного действия (К.П.Д.) пожарного насоса.

Эжекционные системы подачи (забора) и дозировки пенообразователя ручного типа достаточно апробированы и широко применяются (встраиваются) в конструкции отечественных и зарубежных пожарных насосов, в том числе из-за простоты конструктивных решений по их встраиванию в насосные агрегаты пожарных автомобилей. Из технических характеристик данных систем необходимо отметить большие погрешности по дозированию пенообразователя (получения требуемой концентрации водного раствора), что является существенным недостатком эжекционных систем подачи и дозировки пенообразователя.

Высокую точность дозирования пенообразователя возможно получить при применении в насосных агрегатах пожарных автомобилей автоматических систем [1–5]. В данных системах дозирование пенообразователя происходит автоматически, требуемая концентрация пенообразователя устанавливается пропорционально расходу водного потока. К основным техническим характеристикам автоматических систем дозирования (по анализу работы системы автоматического дозирования в центробежном пожарном комбинированном насосе NH-30 (австрийская фирма «Rosenbauer» [9–11]) можно отнести:

– автоматическое дозирование пенообразователя – получение 3 % или 6 % его водного раствора;

– точность дозирования пенообразователя не зависит от расхода и давления на насосе в пределах диапазона производительности насоса от 0 до 40 л/с во всем диапазоне рабочих давлений;

– автоматическая система обеспечивает дозирование и в режиме нормального давления (НД), и в режиме высокого давления (ВД) работы насоса.

Дозирование пенообразователя определяется расходом водного потока (принцип работы автоматической системы в режиме нормального давления приведен на рис. 3).

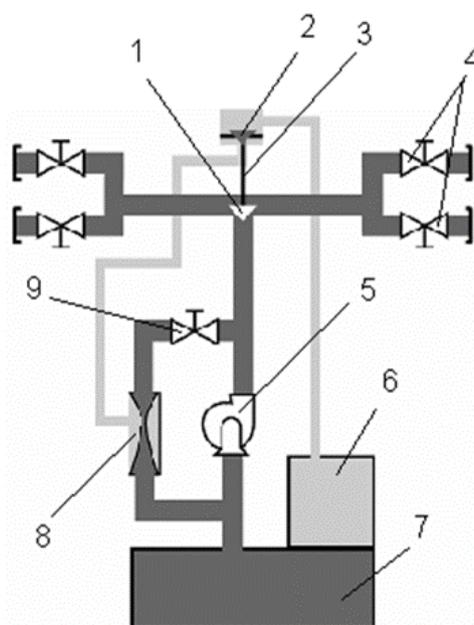


Рис. 3. Устройство (принципиальная схема) автоматической системы дозирования «FIX MIX» пенообразователя в режиме нормального давления:

- 1 – водный клапан (конус) дозирующего пропорционального клапана; 2 – пенный клапан (конус) дозирующего пропорционального клапана; 3 – шток дозирующего пропорционального клапана; 4 – напорные вентили ступени нормального давления; 5 – ступень нормального давления пожарного насоса NH-30; 6 – бак с пенообразователем; 7 – цистерна с водой; 8 – инжектор; 9 – клапан подачи воды под нормальным давлением к инжектору

Вместе с основными преимуществами автоматических систем подачи и дозировки пенообразователя (значительно меньшая погрешность дозирования) данные системы имеют значительно более сложную конструкцию, что предопределяет в организации эксплуатации автоматических систем подачи и дозировки пенообразователя строгое выполнение операций технического обслуживания (ТО) в соответствии с руководствами по эксплуатации.

Также необходимо отметить, что в основе точности дозировки пенообразователя ручными и автоматическими системами, приведенными выше, применен механический способ, при котором не возможен контроль основных параметров работы данных систем.

Требования по точности дозирования, получения пены с требуемыми свойствами, контроля работы насосных агрегатов пожарных автомобилей предопределили разработку и применение электронных систем дозирования пенообразователя, встраивание в систему микропроцессора (электронного блока управления (ЭБУ) для автоматического дозирования пенообразователя, управления и контроля работы насосных агрегатов пожарных автомобилей.

В таких системах автоматическое дозирование осуществляется путем изменения проходного сечения проточной полости пенообразователя специальным краном следующим образом: электромагнитный расходомер измеряет расход воды и посылает сигнал на ЭБУ, в зависимости от подачи насоса формируется команда электродвигателю на поворот крана-регулятора – изменение проходного сечения проточной полости пенообразователя.

Автоматическое дозирование пенообразователя с применением электронных систем обеспечивает более точное расходование и поддержание процентной концентрации пенообразователя. Однако наличие дополнительного оборудования (контроллер, расходомеры, преобразователи, электродвигатели и т.п.) значительно усложняет конструкцию насосного агрегата (рис. 4), увеличивают его стоимость, требуют соответствующего технологического оборудования при проведении диагностирования при техническом обслуживании.

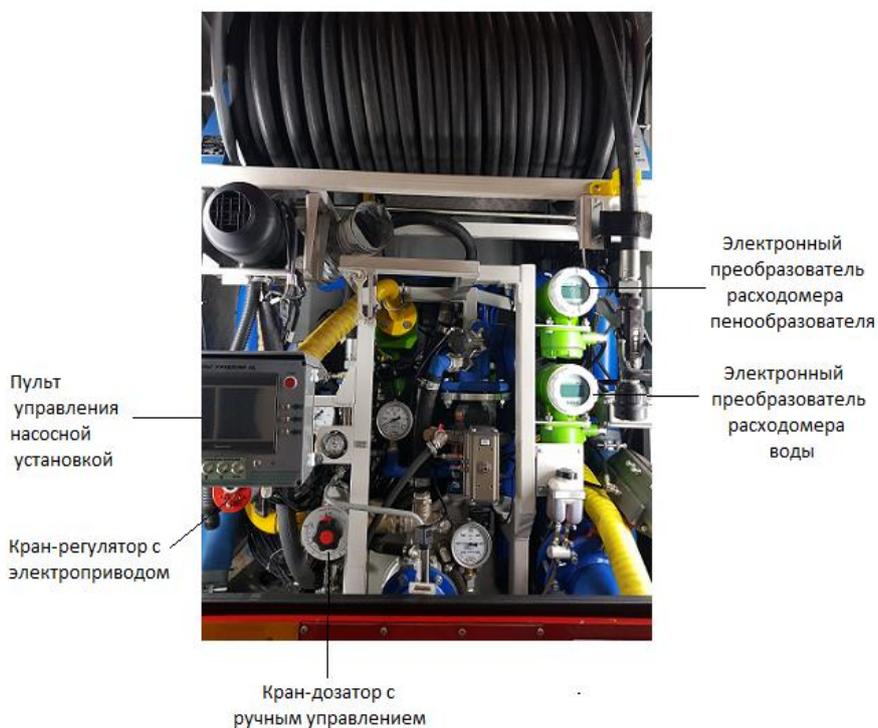


Рис. 4. Насосный агрегат НЦПК 40/100 – 4/400 М-02 в составе пожарной автоцистерны АЦ 3,2-40/4(43265) модель 029-МИ

В дополнение к техническим характеристикам эжекционных систем дозирования пенообразователя ручного и автоматического типа в составе насосного агрегата необходимо добавить существенный недостаток – наличие в проточных полостях пожарного насоса водного раствора пенообразователя, что оказывает негативное влияние на детали пожарного насоса и сокращает срок его службы.

В отличие от систем дозирования пенообразователя в составе насосного агрегата в системах дозирования 2-го типа смешение пенообразователя с водой производится за пределами внутреннего объема пожарного насоса. Использование таких систем в конструкции пожарного насоса обеспечивает одновременную подачу воды и водного раствора от одного агрегата.

Получение требуемой концентрации пенообразователя в напорной линии (линиях) пожарного насоса в настоящее время реализуется несколькими способами.

В насосных установках пожарных автомобилей как отечественного, так и зарубежного производства на одной или нескольких напорных магистралях пожарного насоса устанавливают систему смешения пенообразователя с водой, которая для работы использует только кинетическую энергию потока воды и может быть различных типов.

Наиболее простая система представляет собой пеносмеситель струйного типа с ручным дозированием пенообразователя, установленный на напорной магистрали пожарного насоса. Основные преимущества и недостатки пеносмесителей струйного типа были рассмотрены выше в системах дозирования пенообразователя 1-го типа. Необходимо отметить, что при установке пеносмесителя на напорной магистрали пожарного насоса несколько увеличивается состав его водопенных коммуникаций.

Несколько иную автоматическую систему смешения пенообразователя с водой в напорной магистрали пожарного насоса устанавливают на пожарные автомобили зарубежные производители. Так, в механической системе дозирования пенообразователя FireDos (Германия) используется энергия потока воды, для чего в напорном трубопроводе установлен гидромотор (водяной двигатель, преобразующий энергию потока воды в механическую энергию – крутящий момент на вал плунжерного насоса) (рис. 5). Гидромотор через муфту сцепления соединен с плунжерным насосом, с которым имеет одну частоту вращения, такая взаимосвязь при различных режимах работы дозатора позволяет получать требуемую концентрацию пенообразователя.

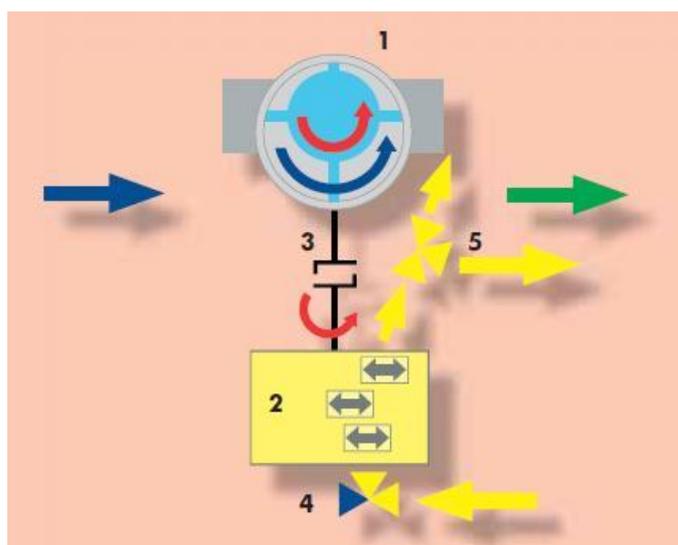


Рис. 5. Принципиальная схема работы системы дозирования пенообразователя FireDos:
1 – гидромотор на трубопроводе; 2 – плунжерный насос; 3 – муфта сцепления;
4, 5 – трехходовой шаровой кран

Пенообразователь в водный поток подает плунжерный насос высокого давления, максимально создаваемое насосом давление – 40 бар. Требуемая пропорция пенообразователя к воде обеспечивается подбором внутреннего объема гидромотора и объема плунжеров плунжерного насоса.

Между расходом воды и оборотами водяного насоса существует прямая линейная корреляция. При увеличении расхода воды увеличивается и впрыск пенообразователя. Таким образом, обеспечивается оптимальное дозирование пенообразователя при изменении расхода воды.

В отличие от пеносмесителей струйного типа, работающих по принципу эжекции, данная система производит автоматическую дозировку пенообразователя с меньшей погрешностью, так как работа такого устройства не зависит от скорости потока, а обусловлена только его расходом. При этом данная система имеет более сложную конструкцию, обусловленную применением таких элементов, как: гидромотор, плунжерный насос, муфта сцепления и другие элементы (рис. 6), отличается высокой стоимостью, а при ее эксплуатации требуется выполнение определенных операций диагностирования и технического обслуживания (проверка уровня и замена смазки в плунжерном насосе и др.).

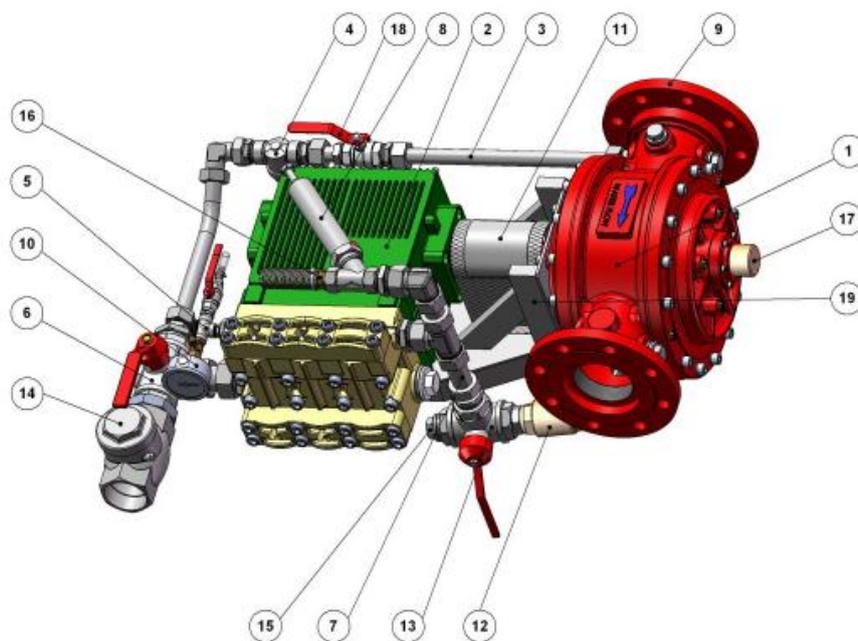


Рис. 6. Устройство дозатора FireDos:

- 1 – гидромотор; 2 – плунжерный насос; 3 – промывочный трубопровод;
 4 – фильтр на промывочном трубопроводе; 5 – клапан для выпуска воздуха; 6 – трехходовой шаровой клапан «Всасывание / Промывка»; 7 – напорный трубопровод плунжерного насоса подмешивания пенообразователя; 8 – предохранительный клапан; 9 – фланец гидромотора;
 10 – манометр; 11 – муфта сцепления; 12 – обратный подпружиненный клапан;
 13 – трехходовой шаровой клапан «Возврат пенообразователя / Подмешивание»;
 14 – обратный клапан на всасывающей линии пенообразователя; 15 – присоединение возвратного трубопровода; 16 – присоединительная резьба предохранительного клапана;
 17 – защитный колпачок шестигранника вала гидромотора для ручного проворачивания сервисным ключом; 18 – перекрывной шаровой кран промывочного трубопровода;
 19 – опорная рама

В последнее время, в связи с глобальным применением в технических средствах электронных систем управления, в конструкциях отечественных насосных агрегатов пожарных автомобилей встраиваются системы с непосредственным впрыском пенообразователя в напорные трубопроводы (патрубки) пожарного насоса с ЭБУ.

Принцип работы данных систем заключается в реализации следующего принципа: расходомер измеряет поток воды от пожарного насоса, посылает сигнал на цифровой ЭБУ, в зависимости от установочных параметров концентрации водного раствора пенообразователя, ЭБУ подает управляющую команду на выбор режима работы насоса, подающего пенообразователь, что обеспечивает установленную концентрацию пенообразователя. При этом изменения давления и объема воды на выходе пожарного насоса не влияют на дозирование пенообразователя.

Применение дозирующих систем с ЭБУ позволяет:

- установить необходимую концентрацию пенообразователя в пенном растворе в зависимости от свойств применяемого пенообразователя;
- получать информацию по общему количеству воды и пенообразователя за период эксплуатации;
- отображать информацию по давлению впрыска пенообразователя.

Анализируя вышеприведенный материал по электронным системам непосредственного впрыска пенообразователя, к основным преимуществам электронных систем непосредственного впрыска можно отнести:

- возможность работы пожарного насоса по перекачке только водяной среды (без пенообразователя), что влияет положительно на ресурс работы насоса и другие эксплуатационные показатели насоса;
- одновременную подачу от пожарного насоса воды и воздушно-механической пены;
- возможность увеличения запаса вывозимого пенообразователя при сохранении существующих объемов (применения более концентрированных (1 %) пенообразователей);
- получение требуемых свойств воздушно-механической пены.

В зависимости от типа и модели автоматические электронные системы дозирования работают на всех типах пенообразователя в диапазоне расходов пожарного насоса от 0,5 л/с до 300 л/с. В основе комплектации предусматривается независимый дозирующий насос, обеспечивающий концентрацию пенообразователя в водном растворе в диапазоне от 0,1 % до 10 % с точностью $\pm 0,05$ %, осуществляющий впрыск пенообразователя в рукавные линии как нормального (до 20 бар), так и высокого (40 бар) давления.

Для высокопроизводительных насосных установок (пожарные автомобили тяжелого класса) широко применяются системы пеносмещения FoamPro (производство США), данные системы создают водный раствор пенообразователя в диапазоне расходов пожарного насоса от 3 л/с до 120 л/с, впрыск пенообразователя в поток воды происходит на выходе из пожарного насоса. В системах FoamPro возможно применение насосов, подающих пенообразователь, с различным приводом в зависимости от модели системы: гидравлический привод или электродвигатель.

Принцип работы системы FoamPro приведен на рис. 7: поток воды от насоса измеряется расходомером, подается электрический сигнал на ЭБУ, подача насоса, подающего пенообразователь, контролируется ЭБУ, сравнение двух сигналов ЭБУ лежит в основе обеспечения требуемого объема пенообразователя в потоке воды (давление и расход воды на выходе пожарного насоса не влияют на потребность корректировки дозирования).

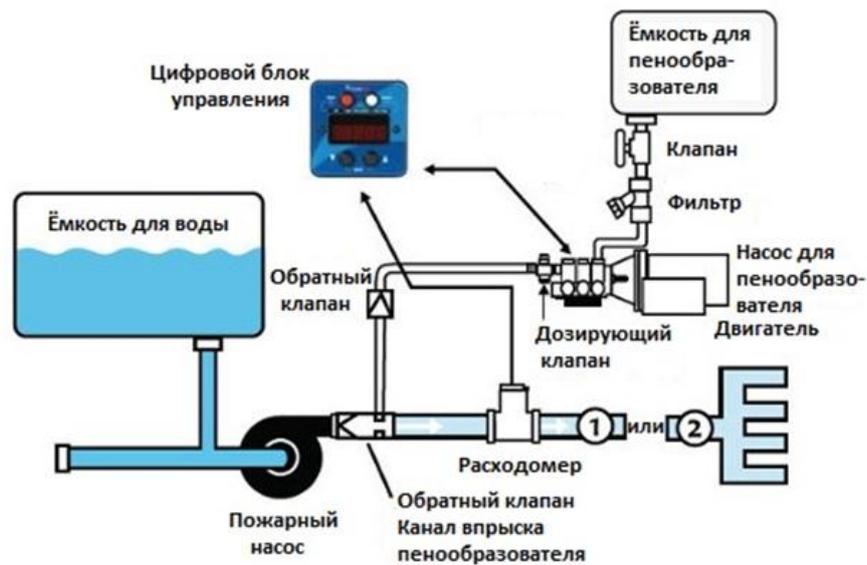


Рис. 7. Общая компоновочная схема системы FoamPro

В настоящее время такие системы разрабатывают и производят также в России. ОАО «АК Транснефть» (разработчик ООО «НИИ Транснефть») изготавливает автоматические установки дозирования пенообразователя АУДП-100 и АУДП-150 (рис. 8.) для применения с центробежными пожарными насосами нормального давления производительностью 100 и 150 л/с [12, 13].

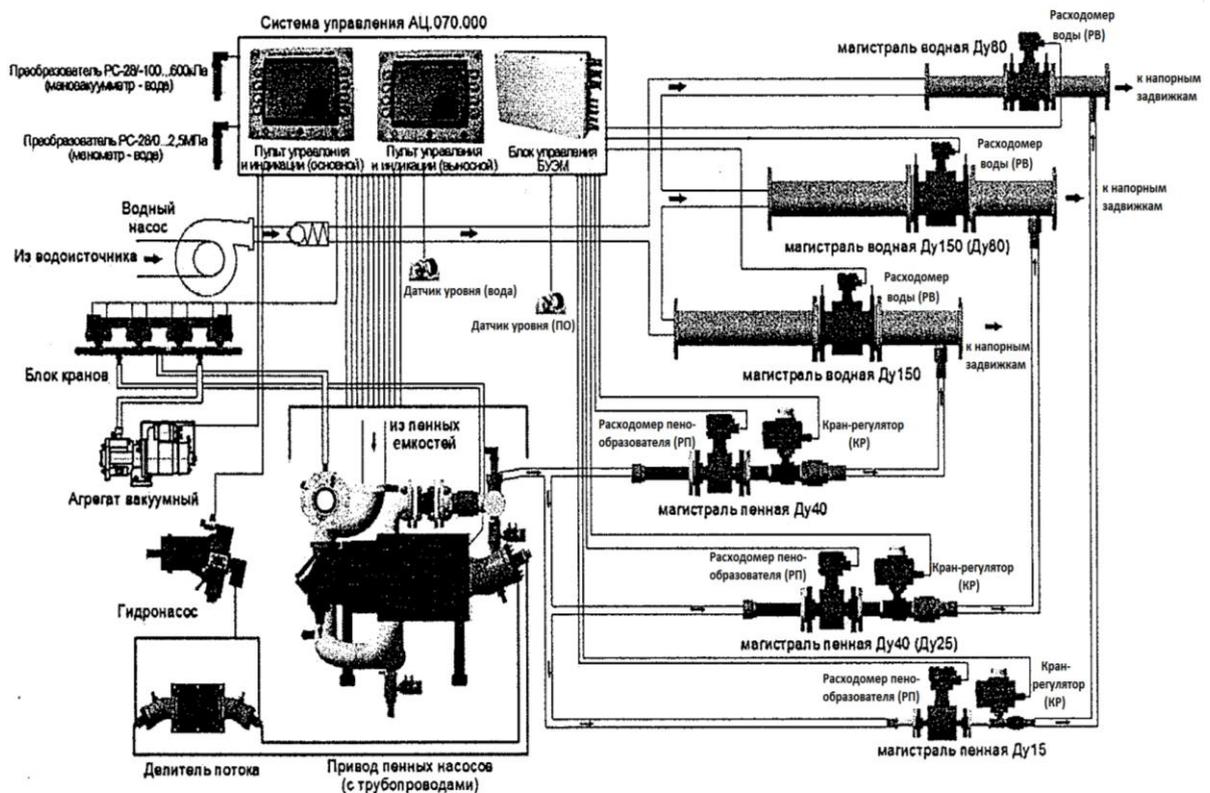


Рис. 8. Общая функциональная схема АУДП [12]

Особенностью систем является подача пенообразователя к точкам впрыска. Подача может осуществляться от различных источников, возможна подача пенообразователя от источников, уровень которых ниже уровня дозирующего насоса на основе применения встроенной автоматической вакуумной системы.

Для промывки от продуктов кристаллизации и коагуляции пенообразователя проточных полостей установки в конструкции АУДП встроен программно-управляемый кран, функция крана – переключение входной магистрали дозирующего насоса с забора пенообразователя на воду, отбираемую с выхода центробежного пожарного (водяного) насоса.

Как следует из представленного анализа существующих систем дозирования пенообразователя в насосных агрегатах и установках пожарных автомобилей, все данные системы имеют как преимущества (достоинства), так и особенности, усложняющие конструкцию, требующие необходимого технологического оборудование и подготовленных специалистов при эксплуатации этих систем.

При выборе систем дозирования пенообразователя в насосных агрегатах пожарных автомобилей решающим будет два фактора:

- 1 – функциональное назначение пожарного автомобиля;
- 2 – стоимость насосной установки и в целом пожарного автомобиля.

Основываясь на опыте эксплуатации систем дозирования пенообразователя в насосных агрегатах или установках пожарных автомобилей, требованиях к самим насосным агрегатам, можно выделить основные требования, которые необходимо учитывать производителям при разработке и производстве систем дозирования.

При проектировании данных систем (впрочем, как и всех механизмов) следует учитывать следующие требования:

- относительная простота и удобство управления;
- доступность частей системы для проведения осмотров, технических обслуживаний и ремонта (данное требование имеет особое значение для систем (установок) с электронным управлением);
- подбор шасси, кузова, насосного отсека под систему для обеспечения гидравлического или электрического привода к насосам;
- обеспечение доступа к элементам системы для возможности выполнения операций техобслуживания и ремонта.

Например, при монтаже АУДП производители пожарных автомобилей устанавливают фильтр на входе в насосы, подающие пенообразователь, требуемый ежемесячного обслуживания, без свободного доступа, что в итоге при эксплуатации приводит к невыполнению данной операции технического обслуживания.

Система трубопроводов должна быть спроектирована и установлена таким образом, чтобы соблюдались меры и средства по снижению вибрации и исключалась возможность их разгерметизации.

Для повышения надежности систем дозирования пенообразователя, при возникшей неисправности электрооборудования пожарного автомобиля, запорная арматура (краны, в том числе и дозирующие, затворы и т.п.) с электроприводом должна иметь ручной привод.

При подаче воздушно-механической пены и работе пожарного насоса с подпором воды в его всасывающей полости из-за возможного нарушения режима работы насосного агрегата возможен обратный ток пенообразователя и попадание воды в емкость с пенообразователем. В таких случаях, чтобы избежать попадания воды в емкость с пенообразователем, необходима установка на линии (трубопроводе) забора пенообразователя в пеносмеситель обратного клапана. Как правило, производители насосных агрегатов устанавливают обратный клапан в месте присоединения всасывающей линии к пеносмесителю.

Из-за склонности пенообразователя к коагуляции и кристаллизации рекомендуется по завершению подачи водного раствора пенообразователя тщательная промывка всех

проточных частей насосного агрегата, контактирующих с пенообразователем и его водным раствором чистой водой. Эксплуатационная документация на пожарные автомобили от предприятий-изготовителей, руководящие документы (приказы и рекомендации МЧС России) указывают на необходимость производить данную промывку сразу после подачи водного раствора пенообразователя (в том числе и при техническом обслуживании на пожаре) с забором чистой воды в пеносмеситель или иную систему дозирования пенообразователя из внешнего водоисточника или посторонней емкости. Однако на практике это требование в полном объеме (то есть с забором пенообразователя из внешнего водоисточника) реализовать по определенным причинам затруднительно, и такая полная промывка производится в лучшем случае уже по возвращению в пожарное депо.

На основании опыта эксплуатации автоматических электронных систем дозирования с непосредственным впрыском пенообразователя в напорные магистрали пожарного насоса АУДП и FoamPro можно предложить следующее.

Насосы для перекачки пенообразователя (далее пенные насосы) и их привод должны обеспечивать подачу пенообразователя с целью получения требуемой процентной концентрации его водного раствора (от 0,5 % до 6 %) во всем диапазоне работы центробежного пожарного насоса.

Для ограничения избыточного давления гидравлический привод пенных насосов и сами пенные насосы должны быть оборудованы предохранительными (перепускными) клапанами.

При работе пенного насоса его смазка частично производится рабочей жидкостью, за счет смазывающей способности пенообразователя. Так, в шестеренных насосах для подачи пенообразователя рабочая жидкость (пенообразователь) обеспечивает необходимый коэффициент скольжения вала насоса по подшипнику. В режиме промывки эти же насосы работают на воде. В этом случае рабочая жидкость не обладает требуемой вязкостью и соответственно смазывающей способностью. Поэтому длительная работа на воде без специальных смазок может вывести пенные насосы из строя. Таким образом, конструкция пенных насосов должна обеспечить нормативное время их непрерывной работы при подаче пенообразователя в соответствии с требованиями [13] и необходимое время при подаче воды с целью промывки системы. При этом допускается производить смазку деталей пенных насосов дополнительными средствами.

В связи с возможностью коагуляции и кристаллизации пенообразователя в проточных полостях конструкция пенных насосов должна обеспечивать возможность их разборки и сборки с применением рекомендуемых изготовителем способов, инструментов и принадлежностей.

В корпусе насоса следует предусматривать устройства (краны), обеспечивающие слив рабочей жидкости из его полостей.

Для предотвращения обратного тока жидкости и в целях исключения попадания пенообразователя в пожарный насос и воды в пенный насос в таких системах требуется установка обратных клапанов в напорных линиях подачи воды перед точками впрыска пенообразователя и напорных линиях впрыска пенообразователя.

В управлении автоматических систем дозирования пенообразователя с его непосредственным впрыском в напорные магистрали пожарного насоса должны предусматриваться следующие блокировки:

- работа установки возможна только при работающем пожарном насосе;
- работа пенных насосов должна автоматически останавливаться в случае, если в подключенной емкости закончился пенообразователь;
- работа пенных насосов невозможна на сверхноминимальных режимах по давлению пенообразователя и частоте вращения.

Вся информация о состоянии и работе установки должна отражаться на дисплее пульта управления.

Для визуального контроля работы установки следует устанавливать контрольно-измерительные приборы и указатели:

- манометры (измерение давления, создаваемого насосами);
- расходомеры (производительность насосов по воде и пенообразователю);
- указатель частоты вращения (частота вращения приводного вала пенных насосов);
- указатель частоты вращения приводного вала центробежного пожарного насоса;
- указатель заданной концентрации пенообразователя (в %);
- указатель текущей концентрации пенообразователя (в %);
- указатель давления (давление воды на входе и на выходе центробежного пожарного насоса);
- указатель уровня (указатель уровня воды в емкости для воды; уровня пенообразователя в емкости для пенообразователя);
- указатель времени работы установки (автоматическое включение только при вращении приводного вала пенных насосов).

В случае какой-либо нештатной ситуации на панели управления и индикации пульта управления должна быть установлена кнопка аварийного останова «STOP» для оперативной остановки пенных насосов и перевода системы в исходное состояние.

Также необходимо отметить и следующее: при оборудовании насосных установок пожарных автомобилей автоматическими электронными системами дозирования с непосредственным впрыском пенообразователя в напорные магистрали пожарного насоса производители, с целью повышения гарантии подачи водного раствора пенообразователя, устанавливают дополнительно на насосный агрегат и систему дозирования пенообразователя 1-го типа с пеносмесителем струйного типа и ручной дозировкой пенообразователя.

Заключение

Применение различных систем дозирования пенообразователя (установки, узлы, элементы автоматики и др.) в насосных агрегатах передвижной пожарной техники в настоящее время определяется как комплексом задач подачи пены с требуемой характеристикой на обслуживаемых объектах, так и параметрами конструктивных и технических характеристик встраиваемых систем диагностирования, объемом проведения работ диагностирования, технического обслуживания данных систем.

На основе проведенного анализа конструкций и эксплуатации систем дозирования применение автоматических систем дозирования с непосредственным впрыском пенообразователя в напорные магистрали пожарного насоса является одним из перспективных направлений. В работе сформулированы требования, которые необходимо учитывать при разработке и производстве систем дозирования для насосных агрегатов пожарных автомобилей, данные требования необходимо учесть и при составлении национального стандарта Российской Федерации для систем дозирования пенообразователя насосных агрегатов пожарных автомобилей.

Список источников

1. ГОСТ Р 53252–2009. Техника пожарная. Пеносмесители. Общие технические требования. Методы испытаний // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: docs.cntd.ru/document/1200071916 (дата обращения: 11.06.2023).
2. ГОСТ Р 52283–2004. Насосы центробежные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: docs.cntd.ru/document/1200038805 (дата обращения: 13.06.2023).
3. ГОСТ Р 50588–2012. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: docs.cntd.ru/document/1200093407 (дата обращения: 29.05.2023).

4. Дозатор пожарный напорный «Фомикс» // ООО «Пожнефтехим». URL: <http://www.pnx-spb.ru> (дата обращения: 01.06.2023).
5. Корольченко Д.А. Устройство дозирования раствора пенообразователя – наиболее важный элемент пенного пожаротушения // Пожарная безопасность в строительстве. 2011. № 2. С. 32–35.
6. Пожарная техника: учеб.: в 2-х ч. / Б.В. Гавкалюк [и др.]. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2022. Ч. 1. 372 с.
7. Преснов А.И., Данилевич А.В. Системы пенного тушения пожарных автомобилей. Новые технологии, проблемные вопросы, перспективы // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербург. ун-та ГПС МЧС России». 2015. № 3. С. 47–54.
8. Преснов А.И., Печурин А.А., Данилевич А.В. Оборудование пенного тушения насосных установок пожарных автомобилей: состояние, инновации, проблемы, технические решения // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петербург. ун-та ГПС МЧС России». 2020. № 1. С. 29–37.
9. Яковенко Ю.Ф. Современные пожарные автомобили: монография. М.: Стройиздат, 1988.
10. Дозирующие системы. Дозатор GB. URL: <http://www.pyro-cool.com.ua> (дата обращения: 20.05.2023).
11. Пожарная автоцистерна АЦ-3,2-40/4(43253) модель 001-МС: Руководство по эксплуатации 001-МС-00-000-00РЭ. М.: ЗАО «Производственное объединение «Спецтехника пожаротушения», 2011.
12. Установки дозирования пенообразователя «АУДП-100» и «АУДП-150». Руководство по монтажу и эксплуатации КШИН.063838.001РЭ. Н. Новгород: АО «Транснефть-Верхняя Волга», 2013.
13. ГОСТ Р 52283–2019. Техника пожарная. Насосы центробежные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: docs.cntd.ru/document/1200170255 (дата обращения: 11.06.2023).

References

1. GOST R 53252–2009. Tekhnika pozharnaya. Penosmesiteli. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy // Elektronnyj fond pravovoj i normativno-tekhnicheskoy dokumentacii. URL: docs.cntd.ru/document/1200071916 (data obrashcheniya: 11.06.2023).
2. GOST R 52283–2004. Nasosy centrobezhnye pozharnye. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy // Elektronnyj fond pravovoj i normativno-tekhnicheskoy dokumentacii. URL: docs.cntd.ru/document/1200038805 (data obrashcheniya: 13.06.2023).
3. GOST R 50588–2012. Penoobrazovateli dlya tusheniya pozharov. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya i metody ispytaniy // Elektronnyj fond pravovoj i normativno-tekhnicheskoy dokumentacii. URL: docs.cntd.ru/document/1200093407 (data obrashcheniya: 29.05.2023).
4. Dozator pozharnyj napornyj «Fomiks» // ООО «Pozhneftekhim». URL: <http://www.pnx-spb.ru> (data obrashcheniya: 01.06.2023).
5. Korol'chenko D. A. Ustrojstvo dozirovaniya rastvora penoobrazovatelya – naibolee vazhnyj element pennogo pozharotusheniya // Pozharnaya bezopasnost' v stroitel'stve. 2011. № 2. S. 32–35.
6. Pozharnaya tekhnika: ucheb.: v 2-h ch. / B.V. Gavkalyuk [i dr.]. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2022. Ch. 1. 372 s.
7. Presnov A.I., Danilevich A.V. Sistemy pennogo tusheniya pozharnyh avtomobilej. Novye tekhnologii, problemnye voprosy, perspektivy // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2015. № 3. S. 47–54.
8. Presnov A.I., Pechurin A.A., Danilevich A.V. Oborudovanie pennogo tusheniya nasosnyh ustanovok pozharnyh avtomobilej: sostoyanie, innovacii, problemy, tekhnicheskie resheniya // Nauch.-analit. zhurn. «Vestnik S.-Peterb. un-ta GPS MCHS Rossii». 2020. № 1. S. 29–37.
9. Yakovenko Yu.F. Sovremennye pozharnye avtomobili: monografiya. M.: Strojizdat, 1988.

10. Doziruyushchie sistemy. Dozator GB. URL: <http://www.pyro-cool.com.ua> (data obrashcheniya: 20.05.2023).
11. Pozharnaya avtocisterna AC-3,2-40/4(43253) model' 001-MS: Rukovodstvo po ekspluatatsii 001-MS-00-000-00RE. M.: ZAO «Proizvodstvennoe ob"edinenie «Spectekhnika pozharotusheniya», 2011.
12. Ustanovki dozirovaniya penoobrazovatelya «AUDP-100» i «AUDP-150». Rukovodstvo po montazhu i ekspluatatsii KSHIN.063838.001RE. N. Novgorod: AO «Transneft'-Verhnyaya Volga», 2013.
13. GOST R 52283–2019. Tekhnika pozharnaya. Nasosy centrobezhnnye pozharnye. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy // Elektronnyj fond pravovoj i normativno-tekhnicheskoy dokumentacii. URL: docs.cntd.ru/document/1200170255 (data obrashcheniya: 11.06.2023).

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 27.06.2023; одобрена после рецензирования: 29.08.2023; принята к публикации: 07.09.2023

The information about article:

The article was submitted to the editorial office: 27.06.2023; approved after review: 29.08.2023; accepted for publication: 07.09.2023

Информация об авторах:

Печурин Александр Алексеевич, доцент кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, доцент, e-mail: pechurinas@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1018-2429>, SPIN-код: 9581-7460

Преснов Алексей Иванович, доцент кафедры переподготовки и повышения квалификации специалистов Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, доцент, e-mail: alexeypresnov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2491-630X>, SPIN-код: 7341-0844

Маркова Нина Борисовна, заместитель начальника отдела практического обучения учебно-методического центра Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, e-mail: AnakinaNina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4075-4689>

Information about the authors:

Pechurin Alexander A., associate professor of the department of fire, rescue equipment and automobile economy of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of technical sciences, assistant professor, e-mail: pechurinas@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1018-2429>, SPIN: 9581-7460

Presnov Alexey I., associate professor of the department of retraining and advanced training of specialists of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of technical sciences, assistant professor, e-mail: alexeypresnov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2491-630X>, SPIN: 7341-0844

Markova Nina B., deputy head of the practical training department of the educational and methodological center of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of technical sciences, e-mail: AnakinaNina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4075-4689>