

УДК 614.842.6

<https://doi.org/10.37657/vniipo.pb.2023.111.2.009>

ОСОБЕННОСТИ ДОЗИРОВАНИЯ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ МОБИЛЬНОЙ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКОЙ ПРИ ТУШЕНИИ КРУПНЫХ ПОЖАРОВ. ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Владимир Игоревич Безбородов¹, Владимир Николаевич Баклыков¹, Сергей Александрович Панов²,
Юрий Константинович Потеряев³

¹Оренбургский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский орден «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», г. Оренбург, Россия

²ООО «Торгово-производственная компания Пожнефтехим», Москва, Россия

³ООО «Пожнефтехим», Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Приведены схемы использования передвижной пожарной техники для тушения крупных пожаров воздушно-механической пеной с использованием стандартного оборудования, производимого в России. Все указанные схемы имеют похожие недостатки: невысокая точность дозирования; невозможность дозирования неньютоновских пенообразователей для тушения пожаров водорастворимых жидкостей; высокая зависимость параметров дозирования от температуры пенообразователей; малые расходы стандартных дозаторов.

Дано описание разработанного оборудования, которое решает указанные проблемы, показана схема его боевого развертывания.

Ключевые слова: дозирование пенообразователей, неньютоновские жидкости, передвижная пожарная техника, эжекторный дозатор, напорный пеносмеситель, бак-дозатор

Для цитирования: Особенности дозирования пенообразователей мобильной пожарной техникой при тушении крупных пожаров. Проблемы и пути решения / В.И. Безбородов, В.Н. Баклыков, С.А. Панов, Ю.К. Потеряев // Пожарная безопасность. 2023. № 2 (111). С. 94–99. <https://doi.org/10.37657/vniipo.pb.2023.111.2.009>

FEATURES OF FOAMING AGENT DOSING BY MOBILE FIREFIGHTING EQUIPMENT WHEN EXTINGUISHING LARGE FIRES. PROBLEMS AND SOLUTIONS

Vladimir I. Bezborodov¹, Vladimir N. Baklykov¹, Sergey A. Panov², Yury K. Poteryaev³

¹Orenburg branch of All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Orenburg, Russia

²LLC «TPC Pozhneftekhim», Moscow, Russian

³LLC «Pozhneftekhim», St. Petersburg, Russia

Abstract. When extinguishing large fires of flammable liquids firefighters need to ensure the dosage of foaming agent at high flow rates. The standard schemes of using firefighting equipment manufactured in Russia and widely used by the departments of EMERCOM of Russia are analyzed. In all cases, ejector or pressure foam dosing devices are used. These devices have significant technical drawbacks, not allowing full use of the potential of fire-fighting equipment and modern foaming agents. The problem is most acute when extinguishing water-soluble flammable liquids. To extinguish them non-Newtonian foaming agents are used, which have dozens of times higher viscosity (in the quiescent state). Viscosity further increases as the temperature of the foaming agent decreases.

Specialists of the Orenburg branch of VNIPO suggested solving these problems by using a new type of mobile firefighting equipment – foam transportable SKID. It is based on a bladder tank with heat insulation and a heating system on a movable platform with compartments for firefighting equipment. The heating system provides a constant temperature to maintain the viscosity within the required limits, which allows the foam module to be used in the Arctic region as well. Foam module provides precise dosage in a wide range of flow rates and pressures, works with all types of foaming agent.

© Безбородов В.И., Баклыков В.Н., Панов С.А., Потеряев Ю.К., 2023

Foam SKID can be used in combination with the most regular types of mobile firefighting equipment (scheme of using is attached).

Keywords: foaming agents dosing, non-Newtonian liquids, mobile firefighting equipment, ejector dosing device, pressure foam mixer, bladder-tank

For citation: Bezborodov V.I., Baklykov V.N., Panov S.A., Poteryaev Yu.K. Features of foaming agent dosing by mobile firefighting equipment when extinguishing large fires. Problems and solutions. *Pozharnaya Bezopasnost' – Fire Safety*, 2023, no. 2 (111), pp. 94–99. (In Russian). <https://doi.org/10.37657/vniipo.pb.2023.111.2.009>

Подготовка и проведение пенных атак при тушении крупных пожаров горючих жидкостей является сложной и трудоемкой задачей. Штаб должен в кратчайшее время сосредоточить требуемое количество сил и средств, в том числе запас пенообразователя, необходимого для проведения не менее трех пенных атак, разработать и реализовать эффективную схему подачи пены в зону горения.

В справочниках [1, 2] представлен широкий ряд типовых схем боевого развертывания для подачи пены от автоцистерн (далее – АЦ), автонасосов, автомобилей пенного тушения (далее – АПТ) и пожарной насосной станции. При этом все схемы можно условно разделить на два типа: на основе применения штатной системы дозирования пенообразователя с использованием пожарной автоцистерны (автомобиля пенного тушения) и дозирования пены с использованием переносного напорного или эжекторного пеносмесителя. На рис. 1 и 2 представлены примеры указанных принципиальных схем дозирования.

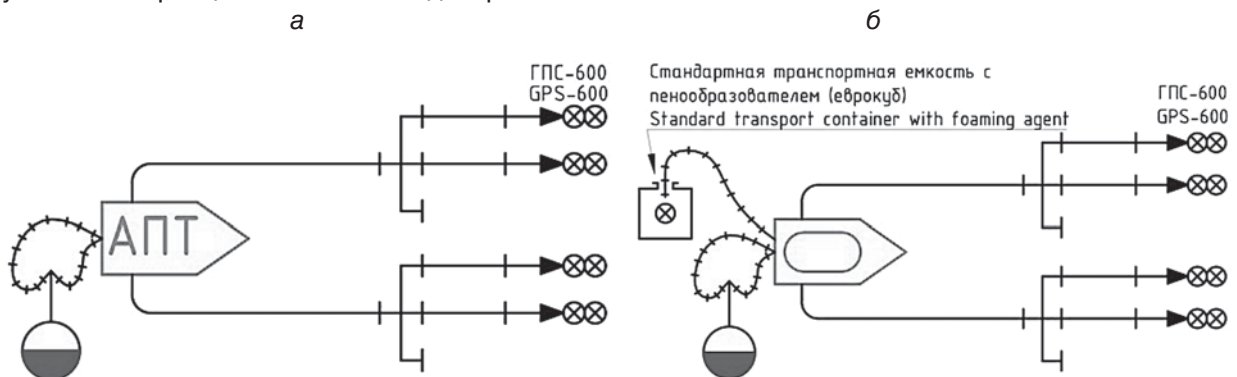


Рис. 1. Принципиальные схемы дозирования пены с использованием штатной системы дозирования пены от пожарной автоцистерны (автомобиля пенного тушения)

а – схема дозирования с использованием автомобиля пенного тушения;

б – схема дозирования с использованием пожарной автоцистерны

Fig. 1. Principal diagrams of foam dosing using the standard foam dosing system from a fire tank truck (foam extinguishing vehicle)

а – dosing scheme with foam extinguishing vehicle; б – dosing scheme with fire truck

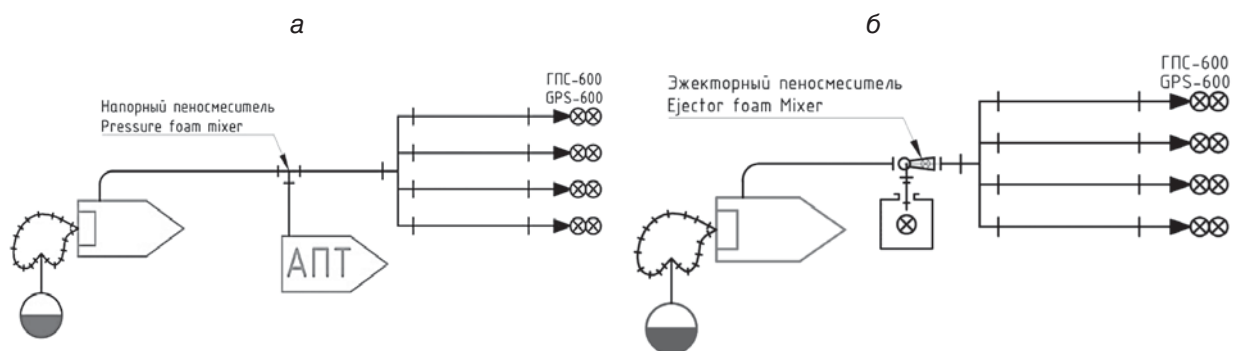


Рис. 2. Принципиальные схемы дозирования пены с использованием переносных пеносмесителей:

а – напорный пеносмеситель; б – эжекторный пеносмеситель

Fig. 2. Principle diagrams of dosing foam using portable foam mixers

а – pressure foam mixer; б – ejector foam mixer

Пожарный автомобиль пенного пожаротушения с современными средствами дозирования пенообразователя и специальными емкостями для транспортирования пенообразователя – достаточно дорогостоящая и редкая техника, применяемая, как правило, для защиты крупных нефтегазохимических предприятий. Наиболее распространенной является схема замены автомобиля пенного тушения на автоцистерну (рис. 1, б). Далее подробно рассмотрим особенности и связанные с этим подходом сложности и недостатки.

В соответствии с ГОСТ 34350–2017 вместимость пенобака должна составлять не менее 6 % вместимости автоцистерны. Очевидно, что данный объем не рассчитан на тушение крупных пожаров. Поэтому рядом с автоцистерной устанавливают емкости с пенообразователем (как правило, еврокубы), а его забор осуществляют через специальный всасывающий патрубок пеносмесителя либо осуществляют подачу ПО для дозаправки под напором в пенобак с применением различных приспособленных средств (рис. 3).

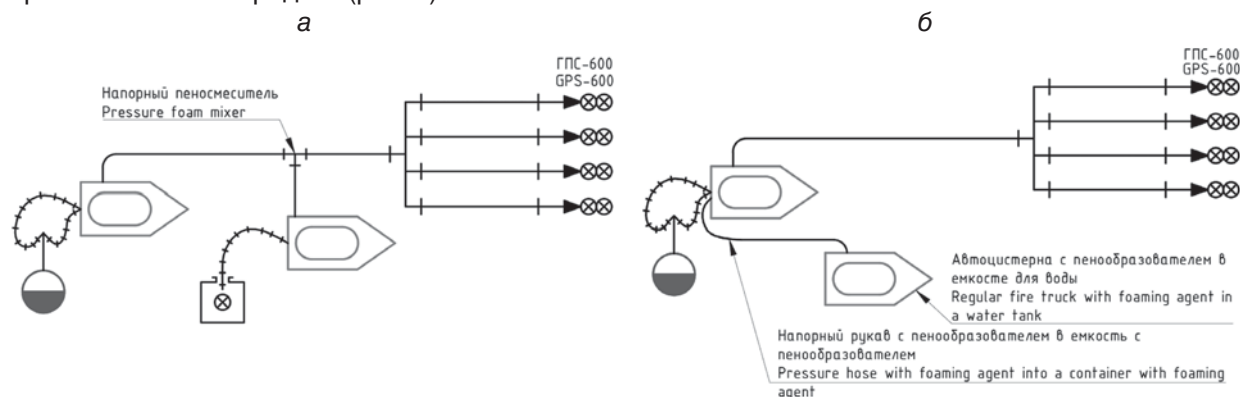


Рис. 3. Схема боевого развертывания с использованием пеносмесителя и автоцистерны:

а – напорный пеносмеситель; б – автоцистерна с пенообразователем в емкости для воды

Fig. 3. Scheme of using foam mixer and fire tank truck:

a – pressure foam mixer; б – fire tank truck with foaming agent in a water tank

Для дозирования могут использоваться также пеносмесители ПС-1 и ПС-2, эжектирующие пенообразователь непосредственно из транспортных емкостей (рис. 4).

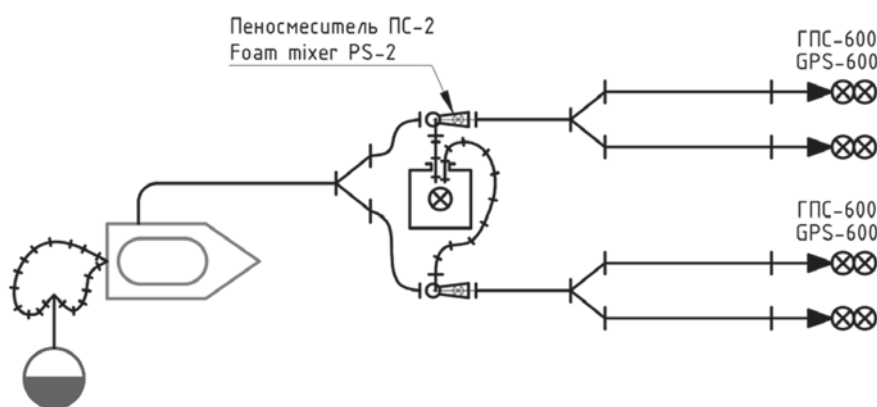


Рис. 4. Схема боевого развертывания с использованием автоцистерны и пеносмесителей ПС-2

Fig. 4. Scheme of using a fire tank truck and PS-2 foam mixers

Во всех случаях используется один из следующих пеносмесителей:

- переносной (возимый) напорный пожарный пеносмеситель (рис. 5);
- эжекторный пеносмеситель ПС-5 (ПС-10), подключаемый по схеме «дозатор на обводной линии насоса пожарного автомобиля»;
- эжекторные ПС-1 и ПС-2, подключаемые в напорную рукавную линию.

Системы электронного дозирования и пеносмесители с плунжерным насосом и гидравлическим приводом от потока воды подробно рассмотрены в статье [3] и не будут рассматриваться

ввиду высокой стоимости, низкой степени импортозамещения и малой доли в парке пожарных автомобилей.

Все распространенные пеносмесители имеют ряд ограничений области их применения.

Так, напорные пеносмесители (дозаторы) не имеют возможности обеспечения необходимого процента дозирования пенообразователя при разных расходах и напорах при тушении пожаров.

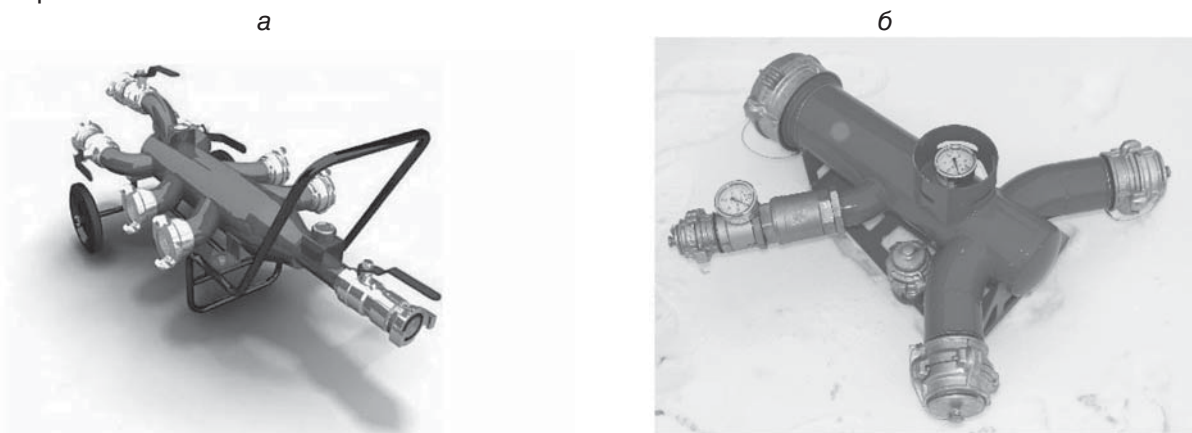


Рис. 5. Примеры напорных пеносмесителей (дозаторов)

а – возимый; б – переносной

Fig. 5. Examples of pressure foam mixers (dispensers)

a – transportable; б – mobile

Эжекторный пеносмеситель ПС-5 (ПС-10) пожарного автомобиля рассчитан только на работу с 6%-ным пенообразователем и спроектирован для дискретного переключения между ГПС-600 (количеством от 1 до 5 или от 6 до 10).

Пеносмесители ПС-1 и ПС-2 имеют потери напора порядка 40 % от входного давления и спроектированы для работы с пенообразователем ПО-1 по стандарту ГОСТ 6948-81 [4]. Данный показатель практически исключает возможность их использования при тушении крупных пожаров. Кроме этого, современные пенообразователи имеют другую плотность и вязкость, что значительно влияет на их дозирование.

Таким образом, все рассмотренные типы пеносмесителей имеют ряд недостатков, существенно снижающих их эффективность при тушении крупных пожаров.

Особенно остро стоит проблема дозирования пенообразователей при тушении пожаров полярных (водорастворимых) жидкостей. Согласно ГОСТ Р 50588-2012 для тушения таких жидкостей должны применяться специальные пенообразователи AFFF/AR и S/AR. Данные пенообразователи относятся к «неньютоновским» (тиксотропным) жидкостям, их кинематическая вязкость может достигать 4500 сСт и выше. В настоящее время ни один из применяемых на мобильной пожарной технике пеносмесителей не способен работать с пенообразователями типа AFFF/AR и S/AR, что объясняется особенными свойствами «неньютоновских» жидкостей, более подробно описанными в статье [5].

Вышеперечисленные особенности применения пеносмесителей на мобильной пожарной технике при тушении крупных пожаров, скажем на резервуарных парках складов нефти и нефтепродуктов, а в особой степени при тушении полярных жидкостей, ставят под угрозу выполнение подразделениями пожарной охраны своей главной задачи.

Вариант решения данной проблемы предложен специалистами Оренбургского филиала ФГБУ ВНИИПО МЧС России совместно с компанией «Пожнефтехим». Разработан пенный модуль возимый (далее – ПМВ) «Антифайер». Пенный модуль предназначен как для доставки к месту пожара расчетного количества пенообразователя (объем определяется параметрами защищаемого объекта) и пожарно-технического вооружения, так и для непосредственного применения при тушении пожара путем включения в линию подачи огнетушащих веществ в качестве дозатора пенообразователя. Дозирование пенообразователя осуществляется путем выдавливания пенообразователя из бака в поток воды, проходящей через дозатор, по трубопроводу через диафрагму с калиброванным отверстием. Для выдавливания пенообразователя из бака использует-



Рис. 6. Пенный модуль возимый
Fig. 6. Transportable foam module SKID

ся давление воды, поступающей из водяной магистрали в бак с внешней стороны эластичной емкости, вытесняющей пенообразователь в дозатор под избыточным давлением по отношению к давлению в основной водяной магистрали (выходной части дозатора). Данный способ одновременно обеспечивает высокую степень точности дозирования и эффективное дозирование и перекачивание «неньютоновских» жидкостей, что позволяет использовать его для дозирования пенообразователей AFFF/AR и S/AR (рис. 6).

Общие технические характеристики приведены в таблице.

Основные технические характеристики ПМВ

Наименование параметра	Значение
Объем пенообразователя (1; 3 или 6 %), м ³	1–10
Диапазон расходов, л/с	10–150
Давление на входе, МПа	0,6–1,2
Гидравлические потери, МПа	0,05–0,2 в зависимости от расхода
Время работы на пожаре, ч	0,5–6 в зависимости от расхода и типа пенообразователя

ПМВ может быть дополнительно оснащен теплоизоляцией и системой спутникового обогрева, работающего от генератора, внешней электросети бортовой системы электроснабжения пожарного автомобиля или аккумуляторов, установленных на ПМВ. Это обеспечивает постоянную температуру и вязкость пенообразователя, что значительно расширяет географию его применения, а это актуально на сегодняшний день в Арктическом регионе страны.

Опционально модуль может быть оснащен отсеками для пожарно-технического оборудования и стационарным лафетным стволом с расходом до 60 л/с, что обеспечивает его многофункциональность.

Бак-дозатор может быть рассчитан на расход до 150 л/с и обеспечивать работу нескольких пожарных автоцистерн (рис. 7).

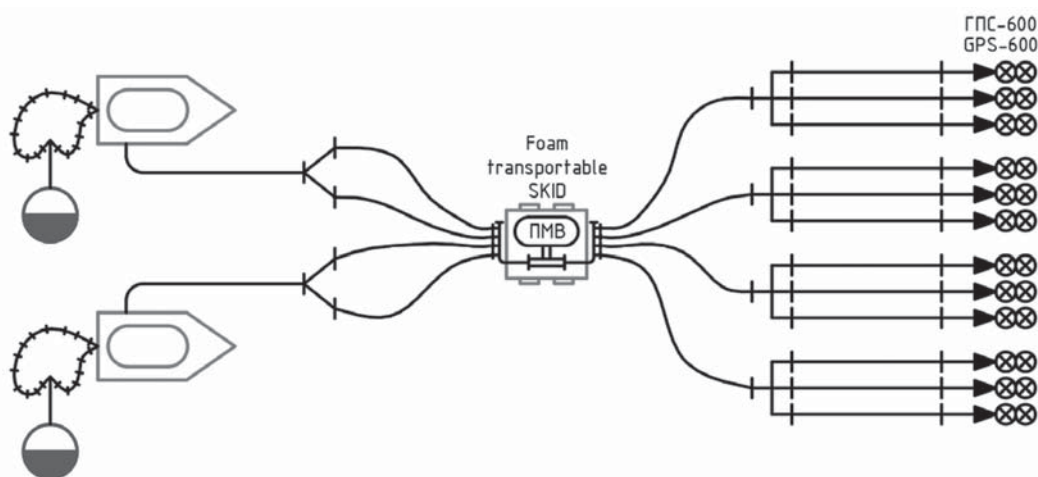


Рис. 7. Схема боевого развертывания при подаче пены с использованием пенного модуля возимого типа ПМВ

Fig. 7. Combat deployment diagram for foam feeding using the SKID type transportable foam module

Оценка тактических характеристик, надежность и эффективность применения с различными типами пенообразователей была проведена как прототипа, так и опытного образца ПМВ в рамках расширенной опытной эксплуатации, проводимой на базе испытательного учебно-тренировочного полигона Оренбургского филиала ФГБУ ВНИИПО МЧС России, которая начата в 2021 году и продолжается по настоящее время, что позволяет постоянно совершенствовать конструкцию модуля.

Областью применения ПМВ «Антифайер» являются как малые или отдаленные объекты нефтегазохимической промышленности, так и крупные предприятия. Внедрение данного образца может быть обосновано результатами его опытной эксплуатации и соответствующим обоснованием технической оснащенности подразделения пожарной охраны предприятия, при этом при определенных условиях внедрение ПМВ позволяет обеспечить тушение сложного пожара малыми силами, что является важным обстоятельством для объектов, отдаленных от мест дислокации подразделений федеральной противопожарной службы.

Список литературы

1. *Теребнев В.В.* Тактические возможности пожарных подразделений: справочник руководителя тушения пожара. М.: Пожкнига, 2004. 256 с.
2. *Повзик Я.С.* Пожарная тактика. М.: ЗАО «Спецтехника», 2004. 416 с.
3. *Преснов А.И., Печурин А.А., Данилевич А.В.* Оборудование пенного тушения насосных установок пожарных автомобилей: состояние, инновации, проблемы, технические решения // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. 2020. № 1. С. 29–37.
4. Пеносмеситель ПС-1, ПС-2 ДСТУ 21110-92 (ГОСТ 7183-93): паспорт. Харцыз: ООО «Харцызский машиностроительный завод», 2007.
5. *Любимов Д.В., Перминов А.В.* Устойчивость стационарного движения слоя неньютоновской жидкости // Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа. 2012. № 6. С. 15–23.

Сведения об авторах

В.И. Безбородов – кандидат технических наук, начальник Оренбургского филиала института, vladimirvniipo@mail.ru;

В.Н. Баклыков – старший научный сотрудник, of@vniipo.ru;

С.А. Панов – кандидат технических наук, генеральный директор, s.panov@pnx-spb.ru;

Ю.К. Потеряев – кандидат технических наук, руководитель научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, u.poteryaev@pnx-spb.ru

Статья поступила в редакцию 28.02.2023; одобрена после рецензирования 21.03.2023; принята к публикации 03.03.2023.

References

1. Terebnev V.V. *Spravochnik rukovoditelya pozharotusheniya. Takticheskiye vozmozhnosti pozharnykh chastey* [Tactical capabilities of fire departments: Handbook of the fire extinguishing manager]. Moscow, Pozhkniga Publ., 2004, 256 p. (In Russian).
2. Povzik Ya.S. *Pozharnaya taktika* [Fire tactics]. Moscow, ZAO Spetstekhnika Publ., 2004, 416 p. (In Russian).
3. Presnov A.I., Pechurin A.A., Danilevich A.V. Equipment for foam extinguishing of pumping units of fire trucks: state, innovations, problems, technical solutions. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta GPs MCHS Rossii – Bulletin of the St. Petersburg University of EMERCOM of Russia*, 2020, no. 1, pp. 29–37. (In Russian).
4. Foam mixer PS-1, PS-2 DSTU 21110-92 (GOST 7183–93): passport. Khartsyz, LLC Khartsyzsk Machine-building plant, 2007. (In Russian).
5. Lyubimov D.V., Perminov A.V. Stability of stationary motion of a non-Newtonian fluid layer. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Mekhanika zhidkosti i gaza – Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Fluid and gas mechanics*. 2012, no. 6, pp. 15–23. (In Russian).

Information about the authors

V.I. Bezborodov – Candidate of Technical Sciences, Head of Orenburg branch of the Institute, vladimirvniipo@mail.ru;

V.N. Baklykov – Senior Researcher, of@vniipo.ru;

S.A. Panov – Candidate of Technical Sciences, Chief Executive Officer, s.panov@pnx-spb.ru;

Yu.K. Poteryaev – Candidate of Technical Sciences, Head of Research and Development, u.poteryaev@pnx-spb.ru.

The article was submitted 28.02.2023; approved after reviewing 21.03.2023; accepted for publication 03.03.2023.