

Обзорная статья

УДК 614.846

НАСОСНЫЕ АГРЕГАТЫ МОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПОЖАРОТУШЕНИЯ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Преснов Алексей Иванович;

Печурин Александр Алексеевич;

✉Иванова Елена Сергеевна.

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

✉elena2475@mail.ru

Аннотация. Описаны центробежные насосы, применяемые в нашей стране и за рубежом. Приводятся сведения о конструктивных исполнениях, технических решениях и перспективах их производства, а также о современном состоянии насосных агрегатов мобильных средств пожаротушения в России. В соответствии с требованиями отечественных стандартов представлен параметрический ряд отечественных пожарных насосов по номинальной производительности в сравнении с зарубежными. Произведён теоретический метод анализа существующих систем дозирования пенообразователя в насосных агрегатах пожарных автомобилей и даны рекомендации по их выбору. Показаны преимущества электронных систем дозирования пенообразователя с его непосредственным впрыском. Даны рекомендации по созданию насосных агрегатов пожарных автомобилей для эксплуатации в Арктической зоне Российской Федерации. Основываясь на экспертном методе исследования, сделан вывод о необходимости отечественного производства высокопроизводительных и погружных насосов.

Ключевые слова: анализ, пожарный насос, производительность, система, пеносмеситель, концепция, рекомендация

Для цитирования: Преснов А.И., Печурин А.А., Иванова Е.С. Насосные агрегаты мобильных средств пожаротушения: современное состояние, перспективы, технические решения // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2023. № 2. С. 26–35.

Review article

PUMP UNITS OF MOBILE FIRE EXTINGUISHING EQUIPMENT: CURRENT STATUS, PERSPECTIVES, TECHNICAL SOLUTIONS

Presnov Aleksey I.;

Pechurin Alexander A.;

✉Ivanova Elena S.

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

✉elena2475@mail.ru

Abstract. The article reveals, describes and pays attention to centrifugal pumps in our country and abroad. Information is given about the design designs, technical solutions and prospects for their production, as well as the current state of pumping units of mobile fire extinguishing equipment in Russia. In accordance with the requirements of domestic standards, a parametric range of domestic fire pumps is presented according to nominal performance in comparison with foreign ones. The theoretical method of analysis of the existing systems of dosing of foaming agent in pumping units of fire trucks is made and recommendations on their choice are given. The advantages of electronic dosing systems of foaming agent with its direct injection are shown. Recommendations are given on the creation of pumping units of fire trucks for operation

in the Arctic zone of the Russian Federation. Based on the expert research method, the conclusion is made about the need for domestic production of high-performance and submersible pumps.

Keywords: analysis, fire pump, performance, system, foam mixer, concept, recommendation.

For citation: Presnov A.I., Pechurin A.A., Ivanova E.S. Pump units of mobile fire extinguishing equipment: current status, perspectives, technical solutions // Scientific and analytical journal «Vestnik Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia». 2023. № 2. P. 26–35.

Введение

Насосы центробежного типа были и остаются основным насосным агрегатом мобильных средств пожаротушения. Конструкции центробежных насосов как в мире, так и в нашей стране постоянно совершенствуются, используются достижения науки и современных технологий. Целью статьи является анализ современного состояния, перспективы, технические решения насосных агрегатов для мобильных средств пожаротушения на основе теоретических и экспертных методов исследования. В работах [1–3] приводится информация о новых конструкциях, технических решениях и перспективах совершенствования центробежных насосов в различных сферах деятельности. Так, с помощью программного обеспечения производится гидродинамический расчёт проточных частей насоса [2]. Разработаны специальные покрытия, которые позволяют повысить гладкость и износостойкость рабочих поверхностей (проточных частей), что в итоге приводит к уменьшению потерь напора [3]. Для управления режимами работы насоса и диагностирования его технического состояния используются датчики, контрольно-измерительные и микропроцессорные приборы [4]. Рассматривается возможность использования в качестве материалов торцевых уплотнений (контактных пар), помимо силицированного графита, более износостойких и долговечных материалов [5]. Предлагаются и другие технические решения [6, 7].

В соответствии с ГОСТ Р 58790–2019 [8] пожарный насос – это насос, используемый для подачи воды и водного раствора пенообразователя с расходом и рабочим давлением, необходимым для тушения пожара. Совместно с приводом и элементами трансмиссии он представляет собой насосный агрегат для мобильных средств пожаротушения.

В настоящее время в России происходят изменения в нормативной базе – переход отечественных стандартов на международную систему стандартизации в рамках государств, входящих в Содружество Независимых Государств. В соответствии с требованиями ТР ЕАЭС 043/2017 [9], насосы центробежные пожарные для мобильных средств пожаротушения должны осуществлять подачу воды, водных растворов пенообразователей с требуемым (нормируемым) расходом и рабочим давлением. В зависимости от конструктивных особенностей и основных параметров они должны обеспечивать:

- а) подачу воды и огнетушащих растворов при нормальном давлении;
- б) подачу воды и огнетушащих растворов при высоком давлении;
- в) одновременную подачу воды и огнетушащих растворов при нормальном и высоком давлении;
- г) забор (всасывание) воды из открытых водных источников.

В связи с совершенствованием нормативной базы в области пожаротушения расширился параметрический ряд пожарных насосов по номинальной производительности и образовались предприятия, изготавливаемые пожарные насосы нового поколения (ОАО «Пожгидравлика», г. Миасс Челябинской обл.). Параметрический ряд пожарных насосов нормального давления составил 20, 40, 70 и 100 л/с, с напором в номинальном режиме 100 м. Освоено производство пожарных насосов высокого давления, которые обеспечивают подачу огнетушащих веществ с производительностью от 2 до 20 л/с, под напором 200–400 м, а также универсальных комбинированных пожарных насосов, с подачей

огнетушащих веществ под нормальным давлением (1 МПа) – 40 л/с и под высоким давлением (4 МПа) – 4 л/с.

При этом проблематичными остаются вопросы отечественного производства высокопроизводительных (более 100 л/с) насосных агрегатов и насосных агрегатов для мобильных средств пожаротушения Арктической зоны Российской Федерации, а также эффективности систем дозирования пенообразователя.

Аналитическая часть

В настоящее время с введением ГОСТ Р 52283–2019 [10] расширился параметрический ряд пожарных насосов по номинальной производительности и стал сравним с евростандартом EN 1028-1:2009 [11]. Так, значения номинальной подачи пожарных насосов нормального давления составляют от 10 до 200 л/с, высокого давления – 2 ... 20 л/с. Комбинированные насосы представлены в ГОСТе [10] двумя типами со значением показателей 20/100–2/400 и 40/100–4/400.

Сегодня ОАО «Пожгидравлика» является ведущим предприятием в области «пожарного насосостроения». Оно постоянно совершенствует свою продукцию, в том числе и за счёт применения в системах управления электропневматического привода и электронных систем управления, использует в конструкциях пожарных насосов новые технические решения. Так в комбинированных центробежных пожарных насосах НЦПК-40/100-4/400М и НЦПК-70/100-4/400М, по типу насосных агрегатов ведущих зарубежных производителей, привод ступеней высокого давления осуществляется с использованием ремённой передачи. Насос НЦПК-70/100-4/400М-В1У [12] в отличие от НЦПК-40/100-4/400 имеет повышенную подачу по ступени нормального давления, модернизированную вакуумную систему водозаполнения и другие конструктивные особенности [13]:

- вал рабочего колеса ступени высокого давления имеет привод от вала рабочего колеса ступени нормального давления через электромагнитную муфту и шкивы поликлиновой ремённой передачи;

- в ступенях нормального и высокого давлений в качестве торцевого уплотнения вала используется сальниковый узел с эластичной набивкой, выполненной на основе специальных графитовых материалов;

- сливные краны ступеней нормального и высокого давлений управляются общим пневмоприводом.

Включение ступени высокого давления НЦПК-70/100-4/400М-В1У производится при подаче электропитания на электромагнитную муфту путём нажатия кнопки на панели управления.

Вакуумная система водозаполнения имеет условный индекс производителя «В1У» и в сравнении с АВС-1Э более высокие показатели производительности. Привод шибера насоса осуществляется от электродвигателя напряжением 24 В. Главной особенностью данной вакуумной системы является то, что откачка воздуха из полости центробежного насоса осуществляется при вращающемся рабочем колесе. Кроме того, вакуумный затвор при помощи электронного блока управления обладает функцией управления (запуска вакуумного насоса) за счёт контрольных (индуктивных) датчиков в его составе. При работе центробежного насоса и обрыве водяного столба запуск вакуумной системы может осуществляться без остановки центробежного насоса.

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.

В установках первого 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 второго типа пенообразователь впрыскивается в напорную линию (линии) центробежного пожарного насоса, и таким образом необходимая концентрация водного раствора образуется за пределами насоса.

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

Пеносмесители струйного типа с ручным дозированием пенообразователя из-за простоты в конструктивном исполнении имеют наибольшее распространение в «пожарном насосостроении». Но при этом они имеют и недостатки, главный из которых – снижение подачи и соответственно КПД пожарного насоса из-за расходования части подаваемой насосом воды на работу пеносмесителя [14].

Кроме того, многолетний опыт применения пеносмесителей струйного типа в составе насосных агрегатов показал их невысокую точность дозирования пенообразователя, особенно при изменении режима работы пожарного насоса, и возможность засорения сопла струйного насоса.

Пеносмесители струйного типа с автоматическим дозированием пенообразователя пропорционально водному потоку положительно зарекомендовали себя в составе пожарного насоса NH-30 австрийской фирмы «Rosenbauer» [15]. При этом такие системы имеют более сложную (в сравнении с ручными) конструкцию.

В электронных системах дозирования пенообразователя микропроцессор обеспечивает автоматический режим дозирования пенообразователя в пеносмеситель эжекционного типа. В таких системах автоматическое дозирование осуществляется путём изменения специальным краном-регулятором с электроприводом проходного сечения проточной полости пенообразователя. Автоматическое дозирование пенообразователя с применением электронных систем обеспечивает более точное расходование и поддержание процентной концентрации пенообразователя в водном растворе, в том числе при изменении режима работы пожарного насоса. Однако наличие дополнительного оборудования (контроллер, расходомеры, преобразователи, электродвигатель и т.п.) значительно усложняет конструкцию насосного агрегата и увеличивает его стоимость.

В целом эжекционные системы дозирования пенообразователя ручного и автоматического типа в составе насосного агрегата обладают таким недостатком, как наличие в проточных полостях пожарного насоса пенообразователя, что в итоге 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 второго типа смешение пенообразователя с водой производится за пределами внутреннего объёма пожарного насоса. Использование таких систем с пожарным насосом может обеспечить одновременную подачу воды и водного раствора от одного агрегата [9]. ГОСТ Р 52283–2019 подчёркивает перспективу применения именно таких систем в пожарных насосах (раздел 3 «Термины и определения» [10]), в сравнении с предыдущим [16].

Получение водного раствора пенообразователя в напорной линии (линиях) пожарного насоса в настоящее время реализуется различными способами.

В насосных установках пожарных автомобилей на одной или нескольких напорных магистралях пожарного насоса устанавливаются системы смешения пенообразователя с водой, которая для работы использует кинетическую энергию потока воды и может быть различных типов.

Наиболее простая система представляет собой пеносмеситель струйного типа с ручным дозированием пенообразователя, установленным на напорной магистрали пожарного насоса. Основные преимущества и недостатки пеносмесителей струйного типа были рассмотрены ранее в системах дозирования пенообразователя первого типа. Кроме

того, установка пеносмесителя на напорной магистрали пожарного насоса несколько увеличивает состав его водопенных коммуникаций.

В автоматической системе смешения пенообразователя с водой в напорной магистрали пожарного насоса FireDos (Германия) используется энергия потока воды, для чего в напорном трубопроводе установлен гидромотор (водяной двигатель), преобразующий энергию потока воды в крутящий момент и передачи его на вал плунжерного насоса, который под высоким давлением подаёт пенообразователь в водный поток. 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 др., и отличается высокой стоимостью.

В последнее время в связи с глобальным применением в технических средствах электронных систем управления, насосные агрегаты пожарных автомобилей оборудуются электронными системами дозированного впрыска пенообразователя в напорные трубопроводы (патрубки) пожарного насоса. Данные системы обеспечивают процентное содержание пенообразователя во всём диапазоне подачи пожарного насоса. При использовании таких систем в проточных полостях пожарного насоса отсутствует пенообразователь, что увеличивает срок службы пожарного насоса. Они обеспечивают возможность одновременной подачи от одного пожарного насоса воды и воздушно-механической пены. Электронный контроль расхода пенообразователя позволяет получить более точную процентовку водного раствора.

Ранее такими системами американского производства FoamPro [17] комплектовались в России основные пожарные автомобили с мощными насосными установками. В настоящее время ОАО «АК Транснефть» (разработчик ООО «НИИ Транснефть») изготавливает автоматические установки дозирования пенообразователя АУДП-100 и АУДП-150 для оборудования насосных установок пожарных автомобилей производительностью соответственно 100 л/с и 150 л/с [18].

В целом электронные системы непосредственного впрыска позволяют получать водный раствор пенообразователя с большей точностью в сравнении с ручными и автоматическими системами получения водного раствора пенообразователя, рассмотренными ранее [14], а также обеспечивают создание водного раствора любой кратности (возможность применения более концентрированных 1 % пенообразователей). При этом, как и автоматические системы дозирования пенообразователя, данные системы значительно усложняют конструкцию и стоимость насосных установок пожарных автомобилей, за счёт комплектации дополнительным оборудованием (пенные насосы с гидравлическим приводом, трубопроводы, запорно-регулирующая арматура и др.), применения микропроцессора и программного обеспечения.

Концепция развития пожарно-спасательной техники на период до 2030 г. [19] указывает на развитие многофункциональной пожарно-спасательной техники и пересмотр Типажа пожарных автомобилей в плане уменьшения количества типов пожарных автомобилей. Пример многофункционального пожарного автомобиля – АПТ-7,0-150(65225) (ООО ТПП «Пеленг», г. Нижний Новгород), оснащенного насосной установкой производительностью до 150 л/с, что делает его более универсальным (возможно использовать в качестве насосной станции). Для получения водного раствора пенообразователя в составе насосной установки применена ранее упомянутая система пеносмешения FoamPro.

В последнее время на объектах повышенной пожарной опасности (например, объекты ОАО «АК «Транснефть» и др.) возникла необходимость применения пожарных автомобилей (пожарных автоцистерн) особо тяжёлого класса с мощными (высокопроизводительными)

насосными агрегатами производительностью до 150 л/с. До настоящего времени производители таких пожарных автоцистерн комплектовали насосные установки пожарными насосами зарубежных производителей (насосами шведской фирмы Ruberg и немецкой компании Johstadt [20, 21]). Сегодня ОАО «Пожгидравлика» (в порядке реализации программы Правительства России по импортозамещению) изготавливает пожарные насосы нормального давления, производительность которых достигает 150 л/с [22].

Концепция развития пожарно-спасательной техники [19] указывает на значимость развития многофункциональной пожарно-спасательной техники, а именно высокопроизводительных насосно-рукавных комплексов, предназначенных для подачи большого объёма воды на большие расстояния. Зарубежный опыт тушения крупных пожаров показал необходимость применения мощных насосных установок производительностью более 300 л/с [23–25]. Учитывая необходимость применения таких комплексов в местах труднодоступных для забора воды, в их состав входят погружные (плавающие) насосы, всасывающие патрубки которых располагаются ниже уровня перекачиваемой жидкости, что позволяет производить перекачку жидкостей с уровней ниже 7,0 ... 7,5 м. В настоящее время в составе насосно-рукавных комплексов применяются погружные насосы центробежного типа с гидравлическим приводом, производительность которых может достигать 250 л/с. Их существенное преимущество заключается в возможности забора воды в необорудованных местах [26, 27].

В настоящее время в насосно-рукавных комплексах отечественного производства используются погружные насосы зарубежного производства. При этом решается вопрос о привлечении отечественных производителей к производству высокопроизводительных и погружных насосов в условиях новых экономических санкций. Для создания таких насосов в России требуется на основе анализа использования насосно-рукавных комплексов при тушении пожаров и ликвидации последствий опасных гидрологических явлений (наводнения, затопления и т.п.) разработка соответствующей нормативной базы с комплексом технических требований.

Эксплуатация пожарной техники в Арктической зоне Российской Федерации обусловлена экстремально низкими температурами и другими природно-климатическими факторами, изложенными в работе [28]. Для эксплуатации насосных агрегатов и в целом пожарных автомобилей они должны иметь арктическое исполнение. В таком исполнении насосные агрегаты должны обеспечивать бесперебойную подачу огнетушащих веществ, в том числе и за счёт следующих технических решений:

1. Оборудовать пожарные насосы системами теплообмена «двигатель-насос», работа которых заключается в принудительной прокачке горячей охлаждающей жидкости двигателя шасси через полость теплообмена (теплообменник) пожарного насоса. Такие системы прошли апробацию на пожарных насосах как зарубежного, так и отечественного производства.

2. Конструктивное исполнение пожарного насоса позволяет перекачивать огнетушащие вещества (воду) со специальными добавками, позволяющими расширить температурный диапазон работы пожарного насоса путём снижения температуры замерзания огнетушащего вещества.

Заключение

В последнее время расширился параметрический ряд пожарных насосов по номинальной производительности, наметилась тенденция производства высокопроизводительных и погружных насосов. В конструкциях пожарных насосов используют новые технические решения, а для работы электропневматический – привод и электронные системы управления.

Как следует из представленного анализа существующих систем дозирования пенообразователя в насосных агрегатах и установках пожарных автомобилей, все данные

системы имеют достоинства и недостатки. Поэтому при выборе системы дозирования пенообразователя решающими будут два фактора:

– функциональное назначение пожарного автомобиля;
– стоимость насосной установки и в целом пожарного автомобиля. Значения показателей данных систем должны соответствовать значениям номинальной подачи центробежных пожарных насосов нормального давления, высокого давления и комбинированных, работать в диапазоне их рабочих давлений в соответствии с ГОСТ Р 52283–2019 [10].

На основании Концепции развития пожарно-спасательной техники на период до 2030 года требуется разработка специальных требований (нормативной базы) для пожарных насосов по климатическому исполнению «ХЛ» в условиях Арктической зоны Российской Федерации и высокопроизводительных и погружных насосов.

Список источников

1. Байбиков А.С. Перспективы совершенствования центробежных насосов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение: энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение. 2022. № 6 (747). С. 45–51.
2. Ansys TurboGrid. [ansys.com](https://www.ansys.com/products/fluids/ansys-turbogrid). URL: <https://www.ansys.com/products/fluids/ansys-turbogrid> (дата обращения: 11.03.2023).
3. Nauss L. Increasing harsh-environment equipment life through proper coating selection. [pumpsandsystems.com](https://www.pumpsandsystems.com/sites/default/files/webinars/2019/0912/Loctite-Increasing-Equipment-Life-Slides.pdf). URL: <https://www.pumpsandsystems.com/sites/default/files/webinars/2019/0912/Loctite-Increasing-Equipment-Life-Slides.pdf> (дата обращения: 11.03.2023).
4. Shape memory TPU is introduced. [plasteurope.com](https://www.plasteurope.com/news/BAYER_MATERIALSCIENS_t222531). URL: https://www.plasteurope.com/news/BAYER_MATERIALSCIENS_t222531 (дата обращения: 11.03.2023).
5. Kvashin A.G., Zakaryan H.A., Zhao C. New tungsten borides, their stability and outstanding mechanical properties. *J. Phys. Chem. Lett.* 2018. Vol. 9. № 12. P. 3470–3477. DOI: 10.1021/acs.jpcclett.8b01262.
6. Vieillard C., Binrizmer V., Kadin Y. Benefits of hybrid bearings in severe conditions. URL: <https://evolution.skf.com/en/benefits-of-hybrid-bearings-in-severe-condition/> (дата обращения: 11.03.2023).
7. Voith TurboGmbH efficient control of pumps and compressors. Vorecon Variable Speed Planetary Gear. URL: https://voith.com/ita-it/214_e_cr168_vorecon-variable-speedplanetary-gear.pdf (дата обращения: 11.03.2023).
8. ГОСТ Р 58790–2019. Техника пожарная. Насосы пожарные. Классификация, термины и определения // StandartGOST.ru.
9. О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения (ТР ЕАЭС 043/2017): Технический регламент Евразийского экономического союза. Доступ из справ.-правового портала «Гарант».
10. ГОСТ Р 5228–2019. Техника пожарная. Насосы центробежные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний // StandartGOST.ru.
11. EN 1028-1:2009. Fire-fighting pumps – Fire-fighting centrifugal pumps with primer – Part 1: Classification – General and safety requirements, NEQ.
12. Насос центробежный пожарный комбинированный НЦПК-70/100-4/400М-В1У и его модификации: руководство по эксплуатации. Миасс: ОАО «Пожгидравлика», 2021.
13. Пожарная техника: учеб. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2022. Ч. 1. 372 с.
14. 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.-Петерб. ун-та ГПС МЧС России». 2020. № 1. С. 29–36.

15. Operation manual NH Pumpenserie Rosenbauer International Aktiengesellschaft. 2004. 97p.
16. ГОСТ Р 52283–2004. Насосы центробежные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний // StandartGOST.ru.
17. Installation Andoperation Manual. FoamPro. Systems 3012. USA. 56 p. URL: www.foampro.com (дата обращения: 21.02.2023).
18. Установки дозирования пенообразователя «АУДП-100» и «АУДП-150»: руководство по монтажу и эксплуатации КШИН.063838.001РЭ. Н. Новгород: АО «Транснефть-Верхняя Волга», 2013.
19. Логинов В.И., Навценя Н.В., Яковенко К.Ю. Концепция развития пожарно-спасательной техники до 2030 года // Пожарная безопасность. 2019. № 1. С. 85–91.
20. Pump performance curve E100. Ruberg. URL: <http://www.ruberg.se> (дата обращения: 21.02.2023).
21. Fahrzeug einbau pumpe NP10000. URL: <http://www.johstadt.com> (дата обращения: 21.02.2023).
22. Пожгидравлика. URL: <http://www.pozhgidravlika.ru/> (дата обращения: 21.02.2023).
23. Fire Apparatus & Emergency Equipment Magazine. Moving Big Water Involves Specialized Pumps, Equipment. Iss. 5. Vol. 23. URL: <https://www.fireapparatusmagazine.com/2018/05/01/moving-big-water-involves-specialized-pumps-equipment/#gref> (дата обращения: 21.02.2023).
24. Корпоративный сайт US Fire Pump. URL: <http://www.usfirepump.com> (дата обращения: 21.02.2023).
25. Корпоративный сайт Nippon Machine Industry Co., Ltd. URL: <https://www.nikki-net.co.jp/supply/supply08> (дата обращения: 21.02.2023).
26. Разработка насосно-рукавных комплексов нового поколения / В.И. Логинов [и др.] // Пожарная безопасность. 2019. № 2. С. 24–28.
27. Погружные насосы – практика применения, технические требования, пути развития / М.В. Илеменов [и др.] // Пожарная безопасность. 2021. № 4. С. 55–60.
28. Особенности оснащения пожарной техникой и аварийно-спасательными средствами подразделений ФПС ГПС МЧС России для работы в арктической зоне Российской Федерации / Е.В. Павлов [и др.] // Пожарная безопасность. 2020. № 2. С. 79–82.

References

1. Vajbikov A.S. Perspektivy sovershenstvovaniya centrobeznyh nasosov // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Mashinostroenie: energeticheskoe, metallurgicheskoe i himicheskoe mashinostroenie. 2022. № 6 (747). S. 45–51.
2. Ansys TurboGrid. ansys.com. URL: <https://www.ansys.com/products/fluids /ansys-turbogrid> (data obrashcheniya: 11.03.2023).
3. Nauss L. Increasing harsh-environment equipment life through proper coating selection. pumpsandsystems.com. URL: <https://www.pumpsandsystems.com/sites/default/files/webinars/2019/09-12/Loctite-Increasing-Equipment-Life-Slides.pdf> (data obrashcheniya: 11.03.2023).
4. Shape memory TPU is introduced. plasteurope.com. URL: https://www.plasteurope.com/news/BAYER_MATERIALSCIENS_t222531 (data obrashcheniya: 11.03.2023).
5. Kvashin A.G., Zakaryan H.A., Zhao C. New tungsten borides, their stability and outstanding mechanical properties. J. Phys. Chem. Lett. 2018. Vol. 9. № 12. P. 3470–3477. DOI: 10.1021/acs.jpcclett.8b01262.
6. Vieillard C., Binrizmer V., Kadin Y. Benefits of hybrid bearings in severe conditions. URL: <https://evolution.skf.com/en/benefits-of-hybrid-bearings-in-severe-condition/> (data obrashcheniya: 11.03.2023).
7. Voith TurboGmbH efficient control of pumps and compressors. Vorecon Variable Speed Planetary Gear. URL: https://voith.com/ita-it/214_e_cr168_vorecon-variable-speedplanetary-gear.pdf (data obrashcheniya: 11.03.2023).

8. GOST R 58790–2019. Tekhnika pozharnaya. Nasosy pozharnye. Klassifikatsiya, terminy i opredeleniya // StandartGOST.ru.
9. O trebovaniyah k sredstvam obespecheniya pozharnoj bezopasnosti i pozharotusheniya (TR EAES 043/2017): Tekhnicheskij reglament Evrazijskogo ekonomicheskogo soyuza. Dostup iz sprav.-pravovogo portala «Garant».
10. GOST R 5228–2019. Tekhnika pozharnaya. Nasosy centrobezhnye pozharnye. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy // StandartGOST.ru.
11. EN 1028-1:2009. Fire-fighting pumps – Fire-fighting centrifugal pumps with primer – Part 1: Classification – General and safety requirements, NEQ.
12. Nasos centrobezhnyj pozharnyj kombinirovannyj NCPK-70/100-4/400M-V1U i ego modifikacii: rukovodstvo po ekspluatacii. Miass: OAO «Pozhgidravlika», 2021.
13. Pozharnaya tekhnika: ucheb. SPb.: S.-Peterb. un-t GPS MCHS Rossii, 2022. Ch. 1. 372 s.
14. 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. 29–36.
15. Operation manual NH Pumpenserie Rosenbauer International Aktiengesellschaft. 2004. 97r.
16. GOST R 52283–2004. Nasosy centrobezhnye pozharnye. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy // StandartGOST.ru.
17. Installation Andoperation Manual. FoamPro. Systems 3012. USA. 56 p. URL: www.foampro.com (data obrashcheniya: 21.02.2023).
18. Ustanovki dozirovaniya penoobrazovatelya «AUDP-100» i «AUDP-150»: rukovodstvo po montazhu i ekspluatacii KSHIN.063838.001RE. N. Novgorod: AO «Transneft'-Verhnyaya Volga», 2013.
19. Loginov V.I., Navceniya N.V., Yakovenko K.Yu. Koncepciya razvitiya pozharno-spasatel'noj tekhniki do 2030 goda // Pozharnaya bezopasnost'. 2019. № 1. S. 85–91.
20. Pump performance curve E100. Ruberg. URL: <http://www.ruberg.se> (data obrashcheniya: 21.02.2023).
21. Fahrzeug einbau pumpe NP10000. URL: <http://www.johstadt.com> (data obrashcheniya: 21.02.2023).
22. Pozhgidravlika. URL: <http://www.pozhgidravlika.ru/> (data obrashcheniya: 21.02.2023).
23. Fire Apparatus & Emergency Equipment Magazine. Moving Big Water Involves Specialized Pumps, Equipment. Iss. 5. Vol. 23. URL: <https://www.fireapparatusmagazine.com/2018/05/01/moving-big-water-involves-specialized-pumps-equipment/#gref> (data obrashcheniya: 21.02.2023).
24. Korporativnyj sajt US Fire Pump. URL: <http://www.usfirepump.com>. (data obrashcheniya: 21.02.2023).
25. Korporativnyj sajt Nippon Machine Industry Co., Ltd. URL: <https://www.nikki-net.co.jp/supply/supply08> (data obrashcheniya: 21.02.2023).
26. Razrabotka nasosno-rukavnyh kompleksov novogo pokoleniya / V.I. Loginov [i dr.] // Pozharnaya bezopasnost'. 2019. № 2. S. 24–28.
27. Pogruzhnnye nasosy – praktika primeneniya, tekhnicheskie trebovaniya, puti razvitiya / M.V. Ilemenov [i dr.] // Pozharnaya bezopasnost'. 2021. № 4. S. 55–60.
28. Osobennosti osnashcheniya pozharnoj tekhnikoj i avarijno-spasatel'nymi sredstvami podrazdelenij FPS GPS MCHS Rossii dlya raboty v arkticheskoy zone Rossijskoj Federacii / E.V. Pavlov [i dr.] // Pozharnaya bezopasnost'. 2020. № 2. S. 79–82.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 05.04.2023; одобрена после рецензирования: 06.05.2023;
принята к публикации: 10.05.2023

The information about article:

The article was submitted to the editorial office: 05.04.2023; approved after review: 06.05.2023;
accepted for publication: 10.05.2023

Информация об авторах:

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: presnov.a@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2491-630X>.

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>

Иванова Елена Сергеевна, 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: elena2475@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3202-2434>

Information about the authors:

Presnov Aleksey 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, associate professor, e-mail: presnov.a@igps.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2491-630X>.

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, associate professor, e-mail: pechurinas@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1018-2429>

Ivanova Elena S., 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, associate professor, e-mail: elena2475@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3202-2434>