

В. В. КРУДЫШЕВ, канд. с.-х. наук, майор внутренней службы, доцент кафедры пожарной техники, Уральский институт ГПС МЧС России (Россия, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, 22; e-mail: krudishev@gmail.com)

И. С. ЛАЗАРЕВ, канд. с.-х. наук, капитан внутренней службы, старший преподаватель кафедры пожарной техники, Уральский институт ГПС МЧС России (Россия, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, 22; e-mail: ivanlazarev1987@mail.ru)

А. В. ФИЛИППОВ, канд. с.-х. наук, доцент, полковник внутренней службы, начальник кафедры пожарной техники, Уральский институт ГПС МЧС России (Россия, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, 22; e-mail: filippov_a_v@mail.ru)

В. В. ТЕРЕНТЬЕВ, канд. с.-х. наук, доцент, майор внутренней службы, доцент кафедры пожарной техники, Уральский институт ГПС МЧС России (Россия, 620062, г. Екатеринбург, ул. Мира, 22; e-mail: terentevv@rambler.ru)

УДК 62-65;614.843

ЗАЩИТА ВОДОПЕННЫХ КОММУНИКАЦИЙ ПОЖАРНОГО НАСОСА ОТ ЗАМЕРЗАНИЯ

Показано, что эксплуатация пожарных автоцистерн при низких температурах может привести к замерзанию заполненных водой патрубков, в результате чего функциональные возможности автоцистерны сокращаются. Описан способ поддержания температуры жидкости, позволяющий продлить срок пребывания при низких температурах. Приведены данные о методике исследования, применяемом оборудовании и полученные результаты. Сделано заключение о возможности монтажа подобной схемы на водопенные коммуникации пожарного автомобиля. Сделан вывод, что оптимальным является обогрев водопенных коммуникаций гибкими электрическими нагревательными элементами, питающимися от бортовой сети автомобиля в комплексе с теплоизоляционными материалами.

Ключевые слова: пожарные автомобили; низкая температура; замерзание воды; нагревательные элементы; теплоизоляция, тепловая защита.

DOI: 10.18322/PVB.2015.24.11.63-69

Введение

Эксплуатация пожарных автоцистерн в зимних условиях показала, что при длительном нахождении в резерве, при подаче огнетушащих веществ от водисточника или при выездах на дальние расстояния возможно замерзание подводящего патрубка от цистерны к насосу (рис. 1) [1, 2]. Это происходит по причине того, что вода в трубе во время движения автомобиля, стоянки в резерве или работы от гидранта находится в неподвижном состоянии.

На пожарных автомобилях ранних лет выпуска применялась система обогрева насосного отсека за счет температуры выхлопных газов двигателя, которые подавались в специальный радиатор под насосом. Практика применения такой системы показала ее невысокую эффективность.

Существуют описания систем для обогрева пожарного насоса путем подачи отработанных газов двигателя [3] или сухого теплого воздуха в специальную рубашку подогрева, выполненную в корпусе насоса. Эти системы позволяют согреть вводу в насосе и тем самым предотвратить обледенение напорных рукавов и замерзание воды в магистральных

линиях. Однако в описании не указана возможность их применения для обогрева подводящего патрубка от цистерны к насосу.

В конструкции насоса NH30 Rosenbauer предусмотрена специальная отдельная герметичная камера, в которую поступает охлаждающая жидкость из радиатора двигателя. Она выполняет двойную функцию: позволяет предохранять двигатель автомобиля от перегрева в теплое время года и обогревать насос, а также частично насосный отсек в условиях отрицательных температур [4, 5]. Однако применение подобной системы требует изменения конструкции насосов отечественного производства.

В конструкции пожарных надстроек автомобилей российского производства для поддержания необходимой температуры в насосном отсеке и кабине боевого расчета применяются воздушные автономные отопители [6, 7]. Они зарекомендовали себя как достаточно эффективное средство при условии обеспечения герметизации насосного отсека, но при этом отличаются высокой стоимостью (от 17 тыс. до 100 тыс. руб. в зависимости от производителя и комплектации).

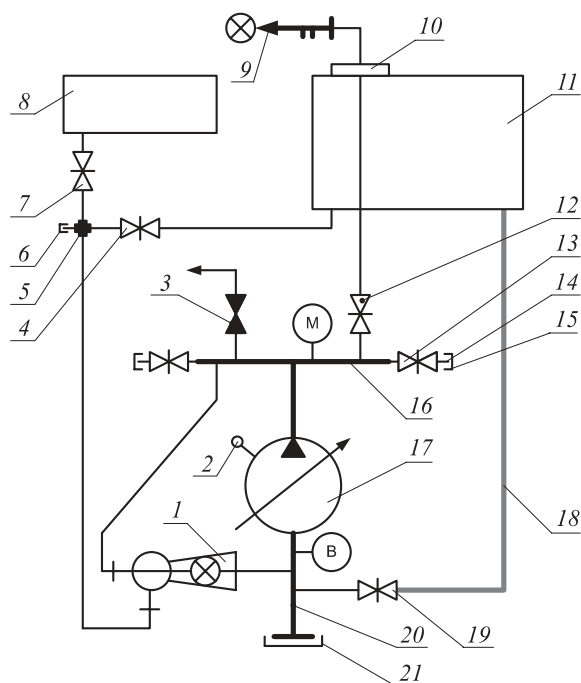


Рис. 1. Принципиальная схема водопенных коммуникаций пожарной автоцистерны: 1 — пеносмеситель; 2 — пресс-масленка; 3 — вакуумный кран; 4 — вентиль; 5 — крестовина; 6, 15 — заглушки; 7 — кран; 8 — пенобак; 9 — лафетный ствол; 10 — распределительный клапан; 11 — цистерна; 12, 13 — задвижки; 14 — напорный патрубок; 16 — коллектор; 17 — пожарный насос; 18 — подводящий патрубок; 19 — клапан; 20 — всасывающий патрубок; 21 — заглушка

Одним из способов обогрева пожарного насоса и водопенных коммуникаций является применение электрических нагревательных элементов с питанием от бортовой сети автомобиля [8–10]. Однако из-за невысокой мощности подобных нагревательных элементов обогрев с их помощью всего насосного отсека представляется нецелесообразным. Подобные системы эффективнее использовать для подогрева отдельных узлов и агрегатов.

Альтернативным способом обеспечения необходимого температурного режима работы насоса и его водопенных коммуникаций является их теплоизоляция [11–15]. К недостаткам такого способа утепления насосного отсека, насоса или отдельных систем можно отнести возможность лишь сохранить установленный температурный режим и замедлить остывание насоса и его коммуникаций.

В [16] дано описание способа теплоизоляции пожарного насоса, позволяющего сохранять тепло, выделяющееся в результате трения при работе внутренних деталей насоса. Целью данного технического решения является снижение интенсивности образования льда в напорных рукавах.

В связи с вышеизложенным актуальной представляется задача по защите от замерзания подводящего патрубка от цистерны к центробежному насосу [17].

В результате анализа различных способов обогрева насосного отсека, насоса и водопенных коммуникаций пришли к выводу, что оптимальными по эффективности, энергопотреблению и удобству монтажа являются различные электрические нагревательные элементы, питающиеся от бортовой сети автомобиля. Недостаток их мощности можно компенсировать целевым применением их для обогрева конкретных узлов и теплоизоляцией.

Экспериментальная часть

Для оценки эффективности рассматриваемого способа был проведен эксперимент. В качестве средства подогрева использовали нагревательный коврик “Емеля-1”, предназначенный для подогрева сидений легковых автомобилей. Характеристики коврика приведены в табл. 1.

Описываемый гибкий нагревательный элемент выполнен из углеродного волокна, которое имеет большую механическую прочность, не растягивается в процессе эксплуатации и не ломается после частых сгибов. Все это делает его неприхотливым к условиям эксплуатации и обеспечивает долговечную работу. Нагревательные углеродные нити внутри устройства соединены параллельно, поэтому даже после повреждения одной из них все устройство продолжает функционировать. Равномерность нагрева обеспечивается за счет оптимального расположения нагревательного элемента внутри устройства.

Для проведения эксперимента использовали металлическую емкость, имитирующую патрубок от цистерны к насосу. Диаметр емкости совпадал с диаметром патрубка подвода воды из цистерны в насос. Центральное отверстие в емкости выступало в качестве герметично закрываемой горловины для заливания воды, а боковое отверстие использовалось для ввода внутрь емкости термопары мультиметра. Термопара предварительно была пропущена через герметичную пробку, которой должно запечатываться отверстие. Для измерения температуры жидкости внутри емкости применялся цифровой мультиметр М-838.

Для определения эффективности предлагаемых решений необходимо было провести испытания выбранных материалов и оборудования в условиях,

Таблица 1. Характеристики коврика “Емеля-1”

Показатель	Значение
Напряжение питания, В	12
Мощность нагревательного элемента, Вт	50
Тип нагревательного материала	Углеродный
Максимальная температура нагрева, °С	36
Габаритные размеры, мм	400×400



Рис. 2. Подготовка емкости к испытаниям



Рис. 3. Собранный образец и фрагменты проведения испытаний

приближенных к реальным. Испытания проводили в три этапа:

1) измерение снижения температуры жидкости внутри емкости без средств утепления, что имитировало реальные условия эксплуатации заполненных водопенных коммуникаций пожарных автоцистерн в условиях низких температур;

2) оценка эффективности теплоизоляции емкости [18] путем определения времени снижения температуры жидкости внутри ее и сравнения с результатами измерений первого этапа;

3) оценка эффективности комплексной защиты емкости теплоизоляцией и нагревательным элементом путем сравнения результатов измерения с предыдущими двумя этапами.

Испытания проводились в декабре 2014 г. в одинаковых условиях, на улице, при температуре воздуха минус 22 °С. На рис. 2 и 3 представлены фотоматериалы по подготовке емкости и проведению испытаний.

Для питания энергией нагревательного элемента использовали автомобильный аккумулятор 6СТ 62 LA. Как видно из рис. 3, емкость располагалась на улице, источник энергии и мультиметр — в помещении. Это необходимо для обеспечения нормальных условий работы аккумулятора и измерительного прибора.

Таблица 2. Температура* воды в испытательной емкости

Этап	Время контроля, мин, температуры, °С								
	0**	20	40	60	80	100	120	140	160***
1	16	14	11	10	9	7	5	2	0
2	16	15	13	11	10	9	8	6	4
3	16	15	14	13	13	12	12	11	10

* Значения температуры округлены до целых значений.

** Емкость заполнялась водой из цистерны пожарного автомобиля, поэтому начальная температура соответствует температуре воздуха в пожарном депо.

*** Время окончания испытания, при котором температура воды в емкости на первом этапе достигла 0 °С.

Первый этап испытания продолжался 3 ч, до достижения температуры жидкости внутри емкости 0 °С. Затем холодную воду из емкости выливали и на ее место заливали воду из цистерны пожарного автомобиля, и начинался второй этап. Через 3 ч испытаний воду вновь меняли и приступали к третьему этапу. Результаты измерений приведены в табл. 2.

Результаты и их обсуждение

По результатам измерений был построен график, наглядно показывающий разницу температур на разных этапах испытания (рис. 4). Без тепловой

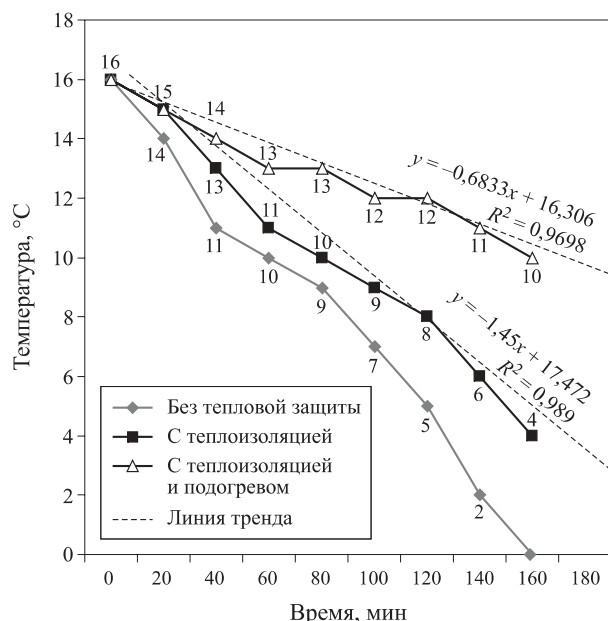


Рис. 4. Результаты измерения времени охлаждения жидкости

защиты замерзание воды в емкости начиналось через 160 мин. Теплоизоляция позволяла дольше сохранять тепло внутри емкости: через 160 мин температура воды составляла 4 °С. Построив линии тренда, получили прогноз, в соответствии с которым температура внутри емкости достигнет 0 °С через 220 мин (или 3,7 ч). Комплексная тепловая защита, состоящая из теплоизоляции и нагревательного элемента, позволила намного дольше сохранять тепло внутри испытываемой емкости: через 160 мин температура воды равнялась 10 °С. По уравнению математической зависимости изменения температуры воды от времени нахождения при заявленных условиях определили, что время остывания воды до 0 °С составит 477 мин (или почти 8 ч).

На рис. 5 представлена схема монтажа рассмотренного варианта комплексной тепловой защиты подводящего патрубка от цистерны к пожарному на-

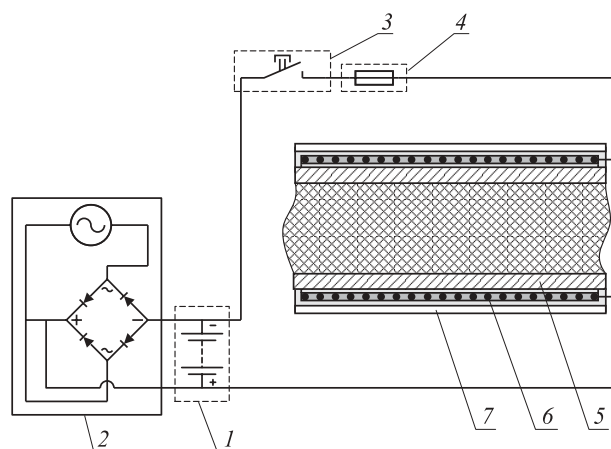


Рис. 5. Схема монтажа комплексной тепловой защиты: 1 — аккумуляторная батарея; 2 — генератор автомобиля; 3 — кнопка включения; 4 — плавкий предохранитель; 5 — трубопровод; 6 — нагревательный элемент; 7 — теплоизоляция

сосу с подключением к бортовой сети автомобиля и выводом в кабину водителя или насосный отсек кнопки включения.

Выводы

Результаты эксперимента позволяют сделать вывод, что исследуемый способ сохранения тепла в водопенных коммуникациях достаточно эффективен. Он может быть использован на автоцистернах, эксплуатируемых в условиях низких температур, при длительном тушении сложных пожаров, при работе от водоисточника или при нахождении техники в резерве. Если же пожар незатяжной и ожидаемое время тушения не превысит 3,5 ч, то вполне эффективным способом предохранения водопенных коммуникаций от замерзания будет являться их теплоизоляция с помощью современных материалов.

Практический интерес представляет изучение эффективности описанного выше способа в реальных условиях на пожарных автоцистернах с вариацией мощности нагревательного элемента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Желваков Е. М. Обеспечение технической готовности и работоспособности пожарных автоцистерн объектовых пожарных частей в условиях низких температур : автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 2001.
2. Westphal J. A self-contained heating system for cold weather operation of fire fighting trucks // SAE Technical Paper # 770676. — 1977. — 12 p. DOI: 10.4271/770676.
3. Пат. 2372123 Российская Федерация. МПК А62С 27/00 (2006.01), А62С 33/00 (2006.01). Способ подогрева насоса пожарной машины для низкотемпературных условий / Савин М. А., Кошмаров Ю. А., Исхаков Х. И., Казаков В. Н., Емельянов Е. А., Иванов В. А., Семиноженко В. В., Шнайдер А. В., Загородников Д. Ю., Селянин Т. Б., Савина О. М. — № 2008108593/12; заявл. 04.03.2008; опублик. 10.11.2009, Бюл. № 31.
4. Пожарная автоцистерна АЦ-3,2-40/4 (43253), модель 001-МС. Руководство по эксплуатации 001-МС-00-000-00РЭ / ЗАО "ПО "Спецтехника пожаротушения". — М., 2010. — 100 с.
5. Feurecker G., Schäfer B., Strauss T. Auxiliary heating systems of conventional and heat pump type: technology, performance and efficiency // SAE Technical Paper # 2005-01-2055. — 2005. — 11 p. DOI: 10.4271/2005-01-2055.

6. *Алексанян Г.* Автономные воздушные отопители // Основные средства. Журнал о спецтехнике и автотранспорте. — 1998. — № 8. URL: http://www.os1.ru/article/service/1998_08_A_2005_10_27-15_07_40 (дата обращения: 22.12.2014).
7. Автоцистерна пожарная АЦ 8,0 на базе КамАЗ-43118 / Сайт ОАО “Уральский завод пожарной техники”. URL: <http://www.uralpt.ru/catalog/avtotsisterny-pozharnye/avtotsisterna-pozharnaya-ats-80-40-na-baze-kamaz-43118> (дата обращения: 22.12.2014).
8. Элементы нагревательные гибкие ленточные. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. — СПб. : ООО “ГидроТермСоюз”, 2014.
9. *Плохов И. В., Павлов А. Б.* Выкидные подогреваемые трубопроводы в нефтяной промышленности // Вестник Псковского государственного университета. Сер.: Экономические и технические науки. — 2013. — № 2. — С. 195–198. URL: http://pskgu.ru/projects/pgu/storage/wt/wet02/wet02_30.pdf (дата обращения: 28.06.2015).
10. *Смирнов В. В.* Локальные зоны электрообогрева. Проблема замерзания обратных клапанов устьевой арматуры // Нефтегазовое дело : электронный научный журнал. — 2012. — № 5. — С. 488–495. URL: http://www.ogbus.ru/authors/SmirnovVV/SmirnovVV_1.pdf (дата обращения: 28.06.2015).
11. Пат. на полезную модель 68324 Российская Федерация. МПК А62С 11/00 (2006.01). Насос пожарной машины для зимних условий / Савин М. А., Кошмаров Ю. А., Исхаков Х. И., Бяков А. В., Контобойцев Е. А., Гигин С. К., Караваев А. Л., Порваткин Д. С., Савина О. М., Гилев И. Г. — № 2007128405/22; заявл. 23.07.2007; опубл. 27.11.2007.
12. Утепление отсеков пожарной надстройки / Сайт ООО “Урал-Сибирская пожарно-техническая компания”. URL: <http://www.usptk.ru/uslugi/3807/> (дата обращения: 22.12.2014).
13. *Дулькин А. Б., Дулькин Б. А., Голованчиков А. Б.* Оценка времени замерзания воды в трубопроводе // Известия ВолгГТУ. — 2014. — Т. 7, № 1(128). — С. 19–22.
14. *Шарипова Н. Д., Давыдов А. Н.* Анализ теплоизоляционных покрытий трубопроводов на примере трубопроводной системы “Заполярье Пурпе”. Системы электрообогрева // Современные наукоемкие технологии. Материалы конференции. — 2014. — № 5. — С. 134–135. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/> (дата обращения: 28.06.2015).
15. *Karnaikhov N. N., Yarkin A. V., Kruk A. R.* System for preheating of internal combustion engine operating in cold weather conditions // Journal of Engineering and Applied Sciences. — 2015. — Vol. 10, Issue 1. — P. 7–10. DOI: 10.3923/jeasci.2015.7.10.
16. *Белоусов В. С., Савин М. А., Саркисов С. В.* Эксергетическая оценка эффективности использования теплоты для самоподогрева воды насосом пожарного автомобиля // Пожаровзрывобезопасность. — 2013. — Т. 22, № 2. — С. 65–72.
17. *Савин М. А., Хафизов Ф. Ш.* Пути и способы повышения приспособленности специальной мобильной техники к низкотемпературным условиям для их эффективной эксплуатации // Нефтегазовое дело : электронный научный журнал. — 2014. — № 6. — С. 606–633. URL: http://ogbus.ru/issues/6_2014/ogbus_6_2014_p606-633_SavinMA_ru.pdf (дата обращения: 22.12.2014).
18. Изолон. Сайт компании “Теплоизол”. URL: <http://teploizol.ru/products/list.php?SID=81> (дата обращения: 23.12.2014).

Материал поступил в редакцию 17 июля 2015 г.

Для цитирования: Крудышев В. В., Лазарев И. С., Филиппов А. В., Терентьев В. В. Защита водопенных коммуникаций пожарного насоса от замерзания // Пожаровзрывобезопасность. — 2015. — Т. 24, № 11. — С. 63–69. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.11.63-69.

English

PROTECTION OF WATER FOAM COMMUNICATIONS OF FIRE PUMP AGAINST FREEZING

KRUDYSHEV V. V., Candidate of Agricultural Sciences,
Major in the Internal Service, Assistant Professor of Firefighting
Equipment Department, Ural State Fire Service Institute of Emercom
of Russia (Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062, Russian Federation;
e-mail address: krudishev@gmail.com)

LAZAREV I. S., Candidate of Agricultural Sciences, Captain in the Internal Service, Senior Teacher of Firefighting Equipment Department, Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia (Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062, Russian Federation; e-mail address: ivanlazarev1987@mail.ru)

FILIPPOV A. V., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Colonel in the Internal Service, Head of Firefighting Equipment Department, Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia (Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062, Russian Federation; e-mail address: filippov_a_v@mail.ru)

TERENTYEV V. V., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Major in the Internal Service, Assistant Professor of Firefighting Equipment Department, Ural State Fire Service Institute of Emercom of Russia (Mira St., 22, Yekaterinburg, 620062, Russian Federation; e-mail address: terentevv@rambler.ru)

ABSTRACT

Operating experience of water tenders was shown that water freezing in tank branch pipes is possible at low temperatures. Therefore it is necessary to provide the demanded temperature conditions for ensuring reliability and operability of fire engines.

The analysis of various ways of water protection against freezing in branch pipes revealed that heating of water foam communications by the flexible electric heating elements powered from an in vehicle network of the engine along with the using of thermal insulating materials is optimized.

To evaluate the efficiency of such elements we chose a metal reservoir with the diameter close to the delivery pipe from the tank to the pump and placed temperature control thermocouple inside it. The experiment consisted of three stages: without any protection, with the use of thermal insulating material and with the complex protection containing both heating element and thermal insulating material. The reservoir was filled with 16 °C temperature water and then placed outside at temperature –22 °C. The temperature values were controlled by digital multimeter and thermocouple connected to it.

The results of measurements showed that without thermal protection water freezing starts in 160 minutes, with thermal insulation it starts in 220 minutes, and with the complex protection — in 477 minutes. Thus, it is possible to apply both ways of protection. The thermal insulation can be constantly used, and heating process can be applied at considerable decreasing of air temperature.

Keywords: fire engines; low temperature; water freezing; heating elements; thermal insulation; thermal protection.

REFERENCES

1. Zhelvakov E. M. *Obespecheniye tekhnicheskoy gotovnosti i rabotosposobnosti pozharnykh avtotsistern obyektovykh pozharnykh chastey v usloviyakh nizkikh temperatur. Avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk* [Providing technical availability and operability of water tenders in special fire units in low temperature conditions. Abstr. cand. tech. sci. diss.]. Moscow, 2001.
2. Westphal J. A self-contained heating system for cold weather operation of fire fighting trucks. *SAE Technical Paper* # 770676, 1977. 12 p. DOI: 10.4271/770676.
3. Savin M. A., Koshmarov Yu. A., Iskhakov Kh. I., Kazakov V. N., Emelyanov E. A., Ivanov V. A., Seminozhenko V. V., Shnayder A. V., Zagorodnikov D. Yu., Selyanin T. B., Savina O. M. *Sposob podogreva nasosa pozharной mashiny dlya nizkotemperaturnykh usloviy* [Method to heat fire engine pump in low temperatures]. Patent RU, no. 2372123, 10.11.2009.
4. *Pozharnaya avtotsisterna ATs-3,2-40/4 (43253), model 001-MS. Rukovodstvo po ekspluatatsii 001-MS-00-000-00RE. ZAO "PO "Spetsstekhnika pozharotusheniya"* [Water tender ATs-3,2-40/4 (43253), model 001-MS. Operation manual 001-MS-00-000-00RE. JCS "PD Firefighting Special Machinery"]. Moscow, 2010. 100 p.
5. Feuerecker G., Schäfer B., Strauss T. Auxiliary heating systems of conventional and heat pump type: technology, performance and efficiency. *SAE Technical Paper* # 2005-01-2055, 2005. 11 p. DOI: 10.4271/2005-01-2055.

6. Aleksanyan G. Avtonomnyye vozduzhnyye otopiteli [Self-contained air heaters]. *Osnovnyye sredstva. Zhurnal o spetsstekhnike i avtotransporte — Basic assets. Specialized Machines and Motor Transport Magazine*, 1998, no. 8. Available at: http://www.osl.ru/article/service/1998_08_A_2005_10_27-15_07_40 (Accessed 22 December 2014).
7. Avtotsisterna pozharnaya ATs 8,0 na baze KamAZ-43118 [Water tender ATs 8,0 on the KAMAZ-43118 base]. Available at: <http://www.uralpt.ru/catalog/avtotsisterny-pozharnye/avtotsisterna-pozharnaya-ats-80-40-na-baze-kamaz-43118> (Accessed 22 December 2014).
8. *Elementy nagrevatelnyye gibkiye lentochnyye. Tekhnicheskoye opisaniye i instruktsiya po ekspluatatsii* [Heating flexible strip elements. Technical specification and operation manual]. Saint Petersburg, LLC “GidroTermSoyuz” Publ., 2014.
9. Plokhov I. V., Pavlov A. B. Vykidnyye podogrevayemyye truboprovody v neftyanoy promyshlennosti [Heated pipelines in oil industry]. *Vestnik Pskovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomicheskkiye i tekhnicheskkiye nauki — Bulletin of Pskov State University. Seriya: Economical and Technical Sciences*, 2013, no. 2, pp. 195–198. Available at: http://pskgu.ru/projects/pgu/storage/wt/wet02/wet02_30.pdf (Accessed 28 June 2015).
10. Smirnov V. V. Lokalnyye zony elektroobogreva. Problema zamerzaniya obratnykh klapenov ustyevoy armatury [Local area electrical heating. Check valves of christmas tree freezing problem]. *Neftegazovoye delo. Elektronnyy nauchnyy zurnal — Oil and Gas Business. Electronic scientific journal*, 2012, no. 5, pp. 488–495. Available at: http://www.ogbus.ru/authors/SmirnovVV/SmirnovVV_1.pdf (Accessed 28 June 2015).
11. Savin M. A., Koshmarov Yu. A., Iskhakov Kh. I., Byakov A. V., Kontoboytsev Ye. A., Gigin S. K., Karavaev A. L., Porvatkin D. S., Savina O. M., Gilev I. G. *Nasos pozharnoy mashiny dlya zimnikh usloviy* [Fire engine pump for winter conditions]. Patent RU, no. 68324, 27.11.2007.
12. *Utepleniye otsekov pozharnoy nadstroyki* [Compartments warming of fire superstructure]. Available at: <http://www.usptk.ru/uslugi/3807/> (Accessed 22 December 2014).
13. Dulkan A. B., Dulkan B. A., Golovanchikov A. B. Otsenka vremeni zamerzaniya vody v truboprovode [Assessment of time of freezing of water in the pipeline]. *Izvestiya VolgGTU — Izvestia VSTU*, 2014, vol. 7, no. 1(128), pp. 19–22.
14. Sharipova N. D., Davydov A. N. Analiz teploizolyatsionnykh pokrytiy truboprovodov na primere truboprovodnoy sistemy “Zapolyarye Purpe”. Sistemy elektroobogreva [The analysis of heat-insulating coverings of pipelines on the example of pipeline system “Polar Region to Purpa”. Systems of an electrical heating]. *Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii. Materialy konferentsii — Modern High Technologies. Materials of conference*, 2014, no. 5, pp. 134–135. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/> (Accessed 28 June 2015).
15. Karnaukhov N. N., Yarkin A. V., Kruk A. R. System for preheating of internal combustion engine operating in cold weather conditions. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2015, vol. 10, issue 1, pp. 7–10. DOI: 10.3923/jeasci.2015.7.10.
16. Belousov V. S., Savin M. A., Sarkisov S. V. Eksergeticheskaya otsenka effektivnosti ispolzovaniya teploty dlya samopodogreva vody nasosom pozharnogo avtomobilya [Exergic assessment of efficiency of heat application for self-heating of water by means of fire engine’s pump]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2013, vol. 22, no. 2, pp. 65–72.
17. Savin M. A., Khafizov F. Sh. Puti i sposoby povysheniya prisposoblennosti spetsialnoy mobilnoy tekhniki k nizkotemperaturnym usloviyam dlya ikh effektivnoy ekspluatatsii [Ways and means of low-temperature adaptivity enhancement of specialized mobile equipment for its effective operation]. *Neftegazovoye delo. Elektronnyy nauchnyy zurnal — Oil and Gas Business. Electronic scientific journal*, 2014, no. 6. Available at: http://ogbus.ru/issues/6_2014/ogbus_6_2014_p606-633_SavinMA_ru.pdf (Accessed 22 December 2014).
18. Izolon. Available at: <http://teploizol.ru/products/list.php?SID=81> (Accessed 23 December 2014).

For citation: Krudyshev V. V., Lazarev I. S., Filippov A. V., Terentyev V. V. Zashchita vodopennykh kommunikatsiy pozharnogo nasosa ot zamerzaniya [Protection of water foam communications of fire pump against freezing]. *Pozharovzryvbezopasnost — Fire and Explosion Safety*, 2015, vol. 24, no. 11, pp. 63–69. DOI: 10.18322/PVB.2015.24.11.63-69.