Дата поступления рукописи в редакцию: 20.12.2025 г. DOI: 10.24412/2782-3849-2026-1-447-450
Дата принятия рукописи в печать: 31.01.2026 г.

ПОПОВА Светлана Вячеславовна,
старший преподаватель кафедры
пожаротушения и аварийно-спасательных работ,
Уральский институт ГПС МЧС России,
г. Екатеринбург,
e-mail: mail@law-books.ru

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НАРУЖНОГО ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Аннотация. *Надежность наружного противопожарного водоснабжения в условиях отрицательных температур определяется устойчивостью элементов сети к замерзанию воды, образованию льда в полостях арматуры и гидрантов, снижению пропускной способности, а также к вторичным эффектам (гидроудары, повреждения уплотнений, деформации материалов). В статье рассмотрены основные механизмы потери работоспособности, уязвимые узлы, методы профилактики. Сформулирован комплекс инженерных и организационных мер, ориентированных на снижение вероятности замерзания и на обеспечение требуемых расходов на пожаротушение при низких температурах.*

Ключевые слова: *наружное противопожарное водоснабжение, пожарный гидрант, отрицательные температуры, надежность, эксплуатация.*

POPOVA Svetlana Vyacheslavovna,
Senior Lecturer at the Department of Fire Fighting and Rescue Operations,
Ural Institute of the State Emergency Service of the Ministry
of Emergency Situations of Russia, Yekaterinburg

ENSURING THE OPERABILITY OF OUTDOOR FIRE-FIGHTING WATER SUPPLY AT LOW TEMPERATURES

Annotation. *The reliability of outdoor fire-fighting water supply in conditions of negative temperatures is determined by the resistance of the network elements to freezing of water, ice formation in the cavities of fittings and hydrants, reduced throughput, as well as to secondary effects (water impacts, damage to seals, deformation of materials). The article discusses the main mechanisms of loss of performance, vulnerable nodes. A set of engineering and organizational measures has been formulated aimed at reducing the likelihood of freezing and ensuring the required fire extinguishing costs at low temperatures.*

Key words: *outdoor fire-fighting water supply, fire hydrant, negative temperatures, reliability, operation.*

Наружное противопожарное водоснабжение (НППВ) является критически важной подсистемой водопроводной инфраструктуры, предназначенной для гарантированной подачи воды в требуемом количестве и под требуемым напором для целей пожаротушения [1,2]. В холодном климате, характерном для значительной части территории России и стран с аналогичными метеоусловиями, эксплуатация НППВ осложняется действием низких температур, длительными периодами промерзания грунта и существенными температурными колебаниями. Потеря работоспособности отдельных элементов (например, пожарных гидрантов) может привести к существенному снижению эффективности тушения пожара и, как следствие, к росту ущерба.

Проблема работоспособности НППВ при низких температурах носит междисциплинарный характер и опирается на:

- нормативно-технические требования к сетям водоснабжения и пожарным расходам;
- гидравлику и надежность водопроводных сетей;
- тепломассообмен в системе «вода–металл–грунт–воздух»;

– эксплуатационную диагностику и управление техническим состоянием.

С точки зрения физики процесса ключевой риск связан с переходом воды в твердую фазу в локальных объемах (полостях гидранта, затворах, участках с застойными зонами). Замерзание сопровождается увеличением объема и способно вызвать повреждения арматуры и труб, а также полную блокировку протока. В практической эксплуатации отказ часто запускается не только низкой температурой воздуха, но и комбинацией факторов: недостаточной глубиной заложения труб относительно глубины промерзания, неполным дренированием стояка гидранта после применения или испытаний, нарушением герметичности (работоспособности) дренажного устройства, наличием грунтовых (поверхностных) вод в колодце, дефицитом теплоизоляции люка и стенок колодца, а также отсутствием регулярного обслуживания и контрольных мероприятий.

Исследовательская и нормативная база по теме складывается из нескольких блоков. Во-первых, требования к водопроводным сетям и противопожарным расходам, а также к размещению и эксплуатации гидрантов отражены в нормативных документах СП 30.13330 [3], СП 8.13130 [4]. Во-вторых, вопросы гидравлического расчета, надежности и эксплуатационной устойчивости водопроводных сетей широко представлены в классических работах по водоснабжению (А.С. Абрамов, П. П. Кокухин, Ю. И. Савченко и др.). В-третьих, процессы теплопередачи и промерзания грунта, определяющие температурный режим трубопроводов и колодцев, описываются в фундаментальных источниках по теплопроводности и мерзлотно-грунтовым процессам и инженерной геокриологии.

В.Б. Бубнов, Д.С. Репин и Ю.В. Шмелева считают, что эксплуатационная надежность систем наружного противопожарного водоснабжения в условиях отрицательных температур определяется тепловым режимом трубопроводов: рост теплопотерь и риск замерзания приводят к снижению работоспособности сети и увеличению вероятности отказов. Для решения данной проблемы авторы обосновывают необходимость управляемого поддержания температурного состояния трубопроводов, рассматривая применение электрического кабельного обогрева как один из наиболее результативных технических подходов, а также подчёркивают роль математического моделирования тепловых процессов для выбора рациональных параметров и разработки практических рекомендаций по эксплуатации [5].

Кроме того, для решения данной проблемы коллектив авторов [6] используют разработанную ячеечную математическую модель осесимметричной теплопроводности в кольцевом поперечном сечении трубопровода, учитывающую фазовые переходы, изменение теплофизических свойств материалов, состояние теплоизоляции (сухая, влажная, промерзающая) и действие электрообогрева как внутренних источников тепла. На основе численного моделирования они определяют временной ресурс до замерзания допустимой доли воды (в т.ч. ориентир 25%) при разных температурах и толщине изоляции, а также обосновывают практические рекомендации по повышению надежности: увеличение (контроль) тепловой изоляции, назначение рациональной удельной мощности электрообогрева и предпочтительную локализацию тепловыделения ближе к поверхности трубопровода, поскольку смещение нагревательных элементов к периферии ускоряет продвижение фронта промерзания к оси.

Системы наружного водоснабжения и противопожарной защиты проектируются и эксплуатируются в рамках обязательных требований по обеспечению пожарных расходов и доступности источников воды. Для целей надежности важно учитывать, что работоспособность НППВ — это не только факт наличия воды в магистрали, но и возможность быстро обеспечить расчетный расход через гидрант(ы) в зимних условиях: наличие доступа к люку, отсутствие льда в горловине (колодце), исправность ключа и арматуры, возможность установки пожарной колонки и т.д. Практически «слабым звеном» часто становится именно узел гидранта и его дренаж, а не магистральная труба.

Переохлаждение и замерзание воды в элементах НППВ происходит при превышении теплоотдачи наружу над притоком тепла из грунта или воды в сети. На глубине заложения ниже уровня сезонного промерзания температура грунта относительно стабильна и обычно выше температуры воздуха, поэтому основной риск локализуется:

– в верхней зоне колодца гидранта (вблизи люка);
– в стояке гидранта и его надземно-подземных переходах;
– в объемах воды, которые остаются после закрытия гидранта (если дренаж не сработал или забит).

Для практики важно, что даже при корректной глубине заложения труб вода может замерзнуть в верхних полостях гидранта, если туда попадает вода и она не удаляется самотеком через дренаж в водопоглощающий слой.

Вода в магистрали при движении обладает некоторым «тепловым запасом», а также может иметь температуру выше 0 °С (особенно в крупных сетях). Однако в тупиковых участках, при малых расходах и застойных зонах повышается риск охлаждения и образования льда. Отдельно

следует учитывать, что частые включения (выключения) гидрантов зимой могут создавать условия для неполного дренирования и повторного замерзания в стояке.

К типовым сценариям отказов работоспособности наружного противопожарного водоснабжения можно отнести:

– Неполный слив стояка гидранта после использования или проверки (вода остается в стояке и замерзает) и при следующем открытии гидрант не выдает расход или повреждается.
– Затруднение работы дренажного отверстия (заиливание, засорение песком, коррозионные продукты, обмерзание), в результате чего слив нарушается, и вода остается.
– Затопление колодца (грунтовые воды, талые воды). Образуется лед вокруг гидранта, затрудняется доступ и установка колонки.
– Промерзание горловины колодца и люка. Механическая невозможность открыть люк, ухудшение теплоизоляции, рост теплопотерь.
– Повреждение уплотнений и арматуры из-за циклов замерзания-оттаивания и повышенных усилий при проворачивании.
– Локальные промерзания линии в местах малой глубины заложения, мостов холода, пересечения с коммуникациями, в насыпях и на продуваемых участках.

Наиболее уязвимыми элементы НППВ при замерзании являются пожарный гидрант и его колодец. Основными признаками повышенного риска являются: наличие воды в колодце; следы обледенения; повышенное усилие при вращении; жалобы пожарных подразделений на «вялую» подачу или задержку расхода; неоднократные случаи замерзания на одном и том же участке; расположение гидранта на возвышенности или в месте интенсивной снегочистки (снятие снежного покрова ухудшает теплоизоляцию грунта).

К инженерным мерам обеспечения работоспособности НППВ относятся: проектные решения; эксплуатационные меры; активные методы защиты.

Проектные решения заключаются:

– в глубине заложения труб ниже расчетной глубины промерзания с учетом местных условий, грунтов и теплового режима;
– в выборе конструкции гидранта, рассчитанной на климатический район: использование морозостойких конструкций «сухого ствола», где вода в стояке отсутствует после закрытия и слив происходит в дренаж;
– в организации дренажа: устройство водопоглощающего основания (щебень или гравий) и обеспечение отвода воды от гидранта, предотвращение заиливания; исключение расположения в зоне высоких грунтовых вод без специальных мер.;
– в теплоизоляции колодца и люка: применение утепляющих вставок (крышек), снижение инфильтрации холодного воздуха.
– в сокращении тупиков и повышении циркуляции в сетях (кольцевание и оптимизация режимов для уменьшения застойных зон);
– в использовании коррозионностойких (износостойких) материалов и уплотнений, рассчитанных на циклы отрицательных температур.

Эксплуатационные меры:

– регламент зимнего обслуживания гидрантов (периодические проверки работоспособности, контроль дренирования после открытия и закрытия, очистка от снега и льда, проверка свободного доступа);
– контроль состояния колодцев (удаление воды, герметизация мест поступления талых вод, поддержание целостности люка и утепляющих элементов);
– промывка и очистка дренажей при признаках заиливания.
– правильная процедура проверки (важен контроль, что после закрытия гидранта происходит слив; при необходимости — выдержка времени и повторный контроль уровня воды).

Активные методы защиты:

– обогрев колодца (гидранта);
– использование кабельных систем;
– тепловая изоляция участков;
– реконструкция колодцев.

Эти меры требуют технико-экономического обоснования, оценки энергопотребления и рисков отказа питания; их целесообразно рассматривать как точечные решения для объектов повышенной ответственности или хронически проблемных точек.

Подведя итоги отметим, что работоспособность наружного противопожарного водоснабжения при низких температурах определяется сочетанием проектных решений (конструкция гидранта, правильный дренаж, глубина заложения, теплоизоляция и гидравлическая структура сети) и дисциплины эксплуатации (регулярные проверки, контроль слива, борьба с затоплением колодцев, приоритетное обслуживание риск-зон). Наиболее частая непосредственная причина зимних отказов — наличие воды там, где ее не должно быть после закрытия гидранта, то есть дефекты дренирования и затопление колодцев. Комплексный подход, учитывающий теплопередачу, промерзание грунта и эксплуатационную статистику

отказов, позволяет существенно снизить вероятность замерзания и обеспечить выдачу требуемых расходов в период отрицательных температур.

Список литературы:

[1] Карапузиков, А. А. методическое обеспечение практических занятий по дисциплине «Противопожарное водоснабжение» / А. А. Карапузиков, С. В. Попова, М. В. Дьяков // Стратегическое развитие инновационного потенциала отраслей, комплексов и организаций : Сборник статей XI Международной научно-практической конференции, Пенза, 10–11 октября 2023 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 223-226. – EDN GBNZEN.

[2] Попова, С. В. Обеспечение защищенности наружного противопожарного водоснабжения объектов защиты / С. В. Попова // Право и управление. – 2025. – № 10. – С. 331-333. – DOI 10.24412/2224-9133-2025-10-331-333. – EDN LITNDC.

[3] СП 30.13330. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения [Электронный ресурс] Режим доступа: https://www.fkr-spb.ru/upload/iblock/52e/39qmq037smbcw7bj6g8vqsrg1qufp1wd.pdf.

[4] СП 8.13130. Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения [Электронный ресурс] Режим доступа: https://acs-nnov.ru/assets/files/sp_8.13130.2020_sistemy_protivopozharnoj_zashhity._naruzhnoe_protivopozharnoe_vodosnabzhenie._trebovaniya..._tekst.pdf.

[5] Бубнов, В. Б. Проблемы эксплуатации систем наружного противопожарного водоснабжения в условиях низких температур окружающего воздуха и пути их решения / В. Б. Бубнов, Д. С. Репин, Ю. В. Шмелева // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов : сборник материалов x всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 20 апреля 2023 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 94-97. – EDN PHRWMY.

[6] Бубнов, В. Б. Разработка рекомендаций по обеспечению надежного функционирования противопожарных водопроводов в природно-климатических условиях Арктики в случае аварийных ситуаций / В. Б. Бубнов, Д. С. Репин, И. В. Хазова // Современные проблемы гражданской защиты. – 2021. – № 4(41). – С. 48-54. – EDN KLENAC.

References:

[1] Karapuzikov, A. A. methodological support of practical classes in the discipline “Fire water supply “/A. A. Karapuzikov, S. V. Popova, M. V. Dyakov//Strategic development of the innovative potential of industries, complexes and organizations: Collection of articles XI International Scientific and Practical Conference, Penza, October 10-11, 2023. - Penza: Penza State Agrarian University, 2023. - S. 223-226. – EDN GBNZEN.

[2] Popova, S.V. Ensuring the protection of external fire water supply of protection facilities/S.V. Popova//Law and management. – 2025. – № 10. - S. 331-333. – DOI 10.24412/2224-9133-2025-10-331-333. – EDN LITNDC.

[3] SP 30.13330. Water supply. External networks and structures [Electronic resource] Access mode: https://www.fkr-spb.ru/upload/iblock/52e/39qmq037smbcw7bj6g8vqsrg1qufp1wd.pdf.

[4] SP 8.13130. fire protection systems. External fire water sources [Electronic resource] Access mode: https://acs-nnov.ru/assets/files/sp_8.13130.2020_sistemy_protivopozharnoj_zashhity._naruzhnoe_protivopozharnoe_vodosnabzhenie._trebovaniya..._tekst.pdf.

[5] Bubnov, V. B. Problems of operation of external fire-fighting water supply systems in conditions of low ambient temperatures and ways to solve them/V. B. Bubnov, D. S. Repin, Yu. V. Shmeleva// Actual issues of improving engineering systems for ensuring fire safety of facilities: collection of materials x All-Russian scientific and practical conference, Ivanovo, April 20, 2023. - Ivanovo: Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the EMERCOM of Russia, 2023. - S. 94-97. – EDN PHRWMY.

[6] Bubnov, V. B. Development of recommendations to ensure the reliable functioning of fire water pipelines in the natural and climatic conditions of the Arctic in case of emergencies/V. B. Bubnov, D. S. Repin, I. V. Khazova//Modern problems of civil protection. – 2021. – № 4(41). - S. 48-54. – EDN KLENAC.