

УДК 614.844

nadin-0105@mail.ru

**ОСОБЕННОСТИ ИСПЫТАНИЯ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ
ВНУТРЕННЕГО ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОПРОВОДА
ПРИ НЕСКОЛЬКИХ ОДНОВРЕМЕННО ДЕЙСТВУЮЩИХ
ПОЖАРНЫХ КРАНАХ**

**FEATURES OF TESTING FOR THE PERFORMANCE
OF THE INTERNAL FIRE-FIGHTING WATER PIPE WITH SEVERAL
SIMULTANEOUSLY OPERATING FIRE FUNCTIONS**

*Баранчикова Н. И., кандидат физико-математических наук,
Национальный исследовательский Иркутский
государственный технический университет, Иркутск,
Епифанов С. П., кандидат физико-математических наук,
ООО «Иркутский ремонтно-механический завод», Иркутск,
Калинин И. С., Крышкин П. А., Цветков В. О.,
УНД и ПР Главного управления МЧС России
по Иркутской области, Иркутск*

*Baranchikova N., Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk,
Epifanov S., Irkutsk Mechanical Repair Plant, Irkutsk,
Kalinin I., Kryshkin P., Tsvetkov V.,
Department of supervision and preventive work
of the Main Directorate of the Ministry
of Emergencies of Russia in the Irkutsk Region, Irkutsk*

В РФ на пожарах в жилых, общественных и производственных зданиях число погибших ежегодно составляет несколько тысяч человек, а материальный ущерб превышает 10 миллиардов рублей. Значительная часть людей гибнет при пожарах в зданиях, оборудованных внутренним противопожарным водопроводом, который используется крайне редко. Одной из причин такого положения является то, что внутренний противопожарный водопровод неработоспособен. Предлагается дополнить и несколько изменить существующую методику испытания внутреннего противопожарного водопровода для случая, когда при тушении пожара необходимо использовать две и более пожарные струи. В этом случае дополнительно к испытаниям на водоотдачу, которые можно провести только для одного пожарного крана, при требуемых нескольких одновременно действующих струях, необходимо провести гидравлические расчеты на водоотдачу с учетом результатов испытаний. При этом появляется реальная возможность моделировать самые тяжелые и маловероятные ситуации, которые при испытаниях практически воспроизвести невозможно. Если же в системе пожаротушения у пожарных кранов установлены дисковые диафрагмы, то объем испытаний значительно увеличивается, и получить объективную информацию о работоспособности системы пожаротушения затруднительно. Предлагаемый подход позволяет решить и эту проблему.

Ключевые слова: внутренний противопожарный водопровод, работоспособность, пожарный кран, пожарный ствол, водоотдача, гидравлический расчет, нефиксированный отбор, напор, давление.

In the Russian Federation, the number of people killed in fires in residential, public and industrial buildings annually amounts to several thousand people, and the material damage exceeds 10 billion rubles. A significant part of people die in fires in buildings equipped with an internal fire-fighting water supply system, which is rarely used. One of the reasons for this situation is that the internal fire-fighting water supply system is inoperative. It is proposed to supplement and somewhat change the existing method for testing the internal fire-fighting water supply, for the case when two or more fire jets must be used when extinguishing a fire. In this case, in addition to the fluid loss tests, which can be carried out only for one fire hydrant, when several simultaneously operating jets are required, it is necessary to carry out hydraulic calculations for fluid loss, taking into account the test results. In this case, a real opportunity appears to simulate the most difficult and unlikely situations, which are practically impossible to reproduce during testing. If disc diaphragms are installed in the fire extinguishing system at fire hydrants, then the volume of tests increases significantly, and it is difficult to obtain objective information about the performance of the fire extinguishing system. The proposed approach allows us to solve this problem as well.

Keywords: internal fire-fighting water supply, operability, fire hydrant, fire nozzle, water loss, hydraulic calculation, non-fixed selection, head, pressure.

За последнее годы число пожаров в РФ ежегодно превышает 100000, погибших – более 8000 человек, а материальный ущерб составляет не менее 12 млрд рублей в год. Значительные сложности возникают при тушении возгораний в высотных зданиях и многофункциональных комплексах, которые оборудованы всеми необходимыми системами пожаротушения, в том числе и внутренним противопожарным водопроводом (ВПВ). Применение ВПВ происходит крайне редко, более того наблюдается тенденция к снижению его применения. Так, ВПВ, объединенный с хозяйственно-питьевым водопроводом, в 2005 г. использовался всего в 9 % случаев возгораний [1], а специальный ВПВ применяется еще реже. И причин тому несколько:

1) неспособность находящихся в здании людей (в том числе проживающих) организовать эффективное тушение возгорания;

2) ВПВ, как специальный, так и совмещенный, часто находятся в неработоспособном состоянии.

Причины, по которым ВПВ оказывается в неработоспособном состоянии, могут быть различными:

а) снизилось гарантированное давление на вводе в здание вследствие изменения режимов работы и параметров наружных сетей водопровода;

б) существенно изменилась структура расходов воды в здании;

в) не проводились либо проводились формально и в неполном объеме испытания ВПВ на работоспособность (водотдачу);

г) не подвергались испытаниям клапаны пожарных кранов, пожарные насосные установки, пожарные рукава;

д) разукomплектованы пожарные краны (ПК);

е) для зданий старой постройки гидравлические расчеты проводились на основе нормативных документов, которые претерпели к настоящему времени существенные изменения или заменены;

ж) расходы воды через пожарные стволы оказываются существенно ниже (иногда выше) нормативных значений (табл. 1 [2]);

з) на основании некорректно выполненных гидравлических расчетов принимаются ошибочные решения о его совершенствовании [3, 4].

Для увеличения числа случаев применения ВПВ при тушении возгораний необходимо выполнение трех условий:

1) организовать на постоянной основе обучение, тренировки и проверки по использованию ВПВ;

2) обеспечить защиту участвующих в тушении пожаров защитными средствами (самоспасатель фильтрующий портятивный и др.);

3) ВПВ всегда должен быть работоспособен.

Основной задачей эксплуатирующего ВПВ персонала является поддержание его в состоянии, позволяющем в любой момент времени обеспечить подачу требуемых расходов огнетушащего вещества к очагам возгорания, возникающим в здании.

Для выполнения этой задачи необходимо:

1) определять минимальное давление на вводе и максимальные расходы воды в здании на хозяйственно-питьевые и технологические нужды и соответствие их проекту;

2) проводить два раза в год (весной и осенью) испытание ВПВ на водоотдачу.

В [5] изложена методика испытаний ВПВ на работоспособность (водоотдачу), в которой есть несколько нюансов, не позволяющих, иногда (при одновременном действии нескольких пожарных кранов) корректно оценить состояние ВПВ.

1. Согласно п. 2.9 [5] проверять работоспособность необходимо при минимальном давлении в наружной водопроводной сети. Во-первых, такое давление в наружной сети может не совпадать по времени с максимальным расходом на хозяйственно-питьевые и/или технологические нужды в здании при совмещенном ВПВ. Во-вторых, максимальные расходы в наружных водопроводных сетях наблюдаются в декабре-январе (новогодние праздники), а испытания предлагается проводить в осенне-весенний период при температуре не ниже 5 °С.

2. При наличии более 12 пожарных кранов в системе ВПВ предусматривается не менее двух вводов водопровода. При этом давление на вводах может быть разным, поэтому целесообразно испытания проводить при отключенном вводе с наибольшим давлением или поочередно.

3. Измерение давления необходимо производить манометрами с диапазоном измерения от 0 до 2,5 (4) бар и классом точности не выше 1, так как при рекомендуемых диапазонах от 0 до 6 (10) бар [5, п. 3.1], измеряемые величины могут находиться вне (слева) рабочего диапазона манометра, что повлечет существенные погрешности в измерении и, как следствие, может привести к неверным выводам о работоспособности ВПВ. Давление, с учетом погрешности манометра, – его нижняя граница, определяется по формуле:

$$p_{ПК} = p_{ПК}^* - \Delta, \quad p_{ПС} = p_{ПС}^* - \Delta,$$

где $p_{ПК}$ ($p_{ПС}$) – нижняя граница доверительного интервала давления после клапана ПК (перед ПС); $p_{ПК}^*$, $p_{ПС}^*$ – измеренное давление перед ПК, после ПС, соответственно; Δ – абсолютная погрешность манометра.

Абсолютная погрешность манометров для рабочего и нерабочего диапазонов может отличаться в несколько раз, поэтому целесообразно при испытаниях использовать манометры с разными рабочими диапазонами либо двухдиапазонные.

Система ВПВ работоспособна, если выполняется неравенство для всех задействованных ПК:

$$p_{ПК} \geq \underline{p}_{ПК},$$

где $\underline{p}_{ПК}$ – давление перед ПК, при котором обеспечивается требуемая производительность пожарной струи.

4. В [5] (п. 4.2.4) испытание на водоотдачу предписывается проводить на диктующем ПК и на каждом верхнем ПК всех стояков. Если требуется одновременное действие нескольких пожарных струй,

то включать необходимо соответствующее количество ПК, располагающихся этажом ниже по стояку и/или на смежных стояках. Давление требуется измерять только у диктующего ПК (ДПК). У каждого ПК должно находиться по два испытателя. Если действующих струй четыре, то необходимое количество испытателей только у ПК – 8 человек. Кроме того, необходим координатор (руководитель) испытаний.

В методике не предлагается измерять давление: на вводе, перед пожарной насосной установкой и после нее, а также оценивать расход на хозяйственно-питьевые или технологические нужды. Но давление на вводе в иные периоды времени года и суток могут существенно отличаться (на 1,5–2 бар) от давления на вводе при проведении испытаний. Поэтому представляется целесообразным обязательно измерять давление на вводе водопровода, который участвует в испытаниях (это позволит оценить пропускную способность ввода от наружной сети до водомерного узла), а также до и после пожарной насосной установки (ПНУ).

Перед проведением испытаний на водоотдачу необходимо открыть обводную линию на задействованном вводе, удалив контрольную пломбу. Необходимо поочередно использовать вводы при испытаниях, если их несколько.

Расход воды на нужды, не связанные с пожаротушением, во время испытаний часто измерить невозможно, а он может быть сопоставим с расходом через действующие ПК [3].

Учитывая возникающие сложности при организации испытаний на водоотдачу при двух и более задействованных ПК, можно использовать альтернативный вариант испытаний на водоотдачу.

Испытание на водоотдачу ВПВ, когда требуется использовать две и более пожарные струи, можно проводить в следующем порядке.

1. После открытия обводной линии на вводе, задействованном в испытаниях,

включить ПНУ и открыть клапан диктующего ПК. Измерить давление на вводе ($p_{вв}$), до и после ПНУ $p_{вн}$, $p_{нн}$, соответственно, у клапана ДПК ($p_{дпк}$) или у пожарного ствола ($p_{пс}$). Если нет возможности с достаточной точностью измерить расход на хозяйственно-питьевые или технологические нужды, то на время испытаний их желательно отключить.

2. Аналогичный порядок действий необходимо выполнить для всех ПК на верхнем этаже здания, а также и для самого близко расположенного к ПНУ пожарного крана. Важно, чтобы в процессе испытаний были задействованы (происходило движение воды) все участки ВПВ, то есть по каждому из участков происходило движение воды хотя бы в одном из испытаний любого ПК.

3. Произвести гидравлические расчеты для вариантов испытаний в п. 1,2. Расчеты необходимо проводить с нефиксированными отборами [6]. Исходными данными являются: $p_{вв}$, схема ВПВ, длины и диаметры расчетных участков, марка насоса, тип пожарного рукава и ствола, отметка расположения ДПК (ПК), расходы на хозяйственно-питьевые или технологические нужды (если не отключены потребители).

4. Если результаты испытаний ($p_{дпк}^*$ или $p_{пк}^*$) и гидравлического расчета ($p_{дпк}$ или $p_{пк}$) отличаются незначительно, то необходимо добиться их совпадения, меняя (увеличивая) эквивалентную шероховатость трубопроводов (зависит от срока службы ВПВ, качества воды). Если результаты разнятся существенно, то необходимо найти несоответствие между схемой ВПВ и системой (возможно перекрытие запорных органов, ошибка в диаметрах или длинах участков), после чего повторить расчеты. При достижении разницы в результатах менее погрешности манометра (0,05 бар) по всем стоякам, то можно считать, что гидравлическая модель откалибрована.

5. Выполнить гидравлические расчеты с нефиксированными отборами при включении такого количества ПК, которое определено проектом или [2] начиная со стояка, на котором расположен ДПК. На вводе необходимо задать гарантированное давление $p_{\text{вв}}$, которое будет обеспечено в любой период времени при максимальном расходе в здании. Расход воды на хозяйственно-питьевые или технологические нужды необходимо принять максимальным (за весь период эксплуатации). При испытаниях такое сочетание входных параметров обеспечить практически невозможно. При наличии ПНУ произвести гидравлический расчет для ПК, ближайших к ней, чтобы определить, находится ли рабочая точка в рабочем диапазоне напорной характеристики насоса.

6. При наличии диафрагм перед ПК, на первом сверху этаже, где установлены диафрагмы одного размера, самый дальний от ПНУ пожарный кран является тоже диктующим. В этом случае необходимо производить испытания на водоотдачу для каждой группы одновременно действующих (в дальнейшем, – Группы) ПК согласно п. 1. После чего, выполнив гидравлические расчеты, согласно п. 5 [7], сравнить результаты испытаний и расчетов.

7. В случае, когда давление $p_{\text{дик}}$ или $p_{\text{пк}}$ обеспечивают минимальный расход пожарной струи из всех задействованных ПК Группы при возникновении пожара в любом месте здания, а рабочая точка ПНУ находится в рабочем диапазоне характеристики насоса, ВПВ считается работоспособным.

В последнее время при испытаниях на водоотдачу широко применяют различные типы гидротестеров российского и иностранного производства. Обычно это несколько насадков или пожарный ствол (может быть с манометром), рукав (несколько метров, обычно метр), манометр с диапазоном от 0 до 10 бар, кран шаровый (если ствол не перекрывной). В паспорте приводится таблица соответствия давления перед насадком и расхода через него.

По сути это зависимость расхода через пожарный ствол от давления (напора) перед ним при известной проводимости пожарного ствола соответствующего диаметра:

$$q = k\sqrt{H},$$

где q – расход через пожарный ствол, л/с; k – проводимость пожарного ствола, л/(с·м^{0.5}), например, для РС-50 $k = 0,891$ л/(с·м^{0.5}); H – напор перед пожарным стволом, $H = p_{\text{пк}}/\rho g$, давление $p_{\text{пк}}$, Па, ρ – плотность воды, кг/м³, g – ускорение свободного падения, м/с².

Чтобы определить давление перед клапаном ПК, необходимо добавить к измеренному давлению у ствола (гидротестера), потери давления в пожарном рукаве соответствующей длины и диаметра испытываемого ВПВ. Фактически испытания с гидротестером не позволяют учитывать потери давления (напора) в пожарном рукаве, так как длина пожарного рукава может иметь разную длину и диаметр, то есть погрешность в определении расхода через ПК определяется разностью гидравлических сопротивлений пожарного рукава и рукава с запорным устройством гидротестера. Такая замена чаще приводит к завышению расхода против фактического через ПК, то есть испытания с использованием гидротестеров не эквивалентны испытаниям со штатными пожарными рукавами и стволами (погрешность может достигать 0,1–0,4 л/с); погрешность измерений манометрами с большим диапазоном тоже вносит ошибки в определение параметров водоотдачи.

Гидравлический расчет совмещенного и специального ВПВ можно выполнить с помощью программного комплекса «ИСИГР» (Интернет-Система Гидравлических Расчетов, см. 51.isem.irk.ru), предназначенного для моделирования режимов систем водоснабжения, в том числе и ВПВ, произвольной структуры и конфигурации

(многоконтурной, древовидной) с фиксированными и нефиксированными отборами [8]. ИСИГР позволяет учесть все местные сопротивления и изменение в процессе эксплуатации шероховатости трубопроводов, то есть производить калибровку системы. Комплекс предоставляет возможность выполнять расчеты в любое время, в любом месте и любому числу пользователей при наличии подключения к Интернету и стандартному веб-обозревателю без установки прикладного программного обеспечения и может использоваться специалистами эксплуатирующих организаций и надзорных органов. Программа не требует приобретения и может использоваться организациями, у которых нет необходимости приобретения мощных и дорогостоящих программных инструментов для проведения разовых расчетов. Наглядный графический интерфейс пользователя, простота создания и редактирования расчетной схемы сети и данных существенно сокращают время на обучение и применение программы.

В качестве заключения отметим:

1. Оценку работоспособности совмещенного и специального внутреннего противопожарного водопровода при числе пожарных струй две и более провести синхронно технически непросто и особенно

получить достоверные результаты. В этом случае необходимо дополнительно проводить калибровку гидравлической модели системы ВПВ, после чего, выполнив гидравлические расчеты при расчетном количестве пожарных струй, минимально возможном давлении на вводе и максимальном водопотреблении в здании, можно реалистично оценить работоспособность ВПВ.

2. При наличии диафрагм в системах внутреннего противопожарного водопровода число диктующих пожарных кранов равно числу диафрагм с различными внутренними диаметрами, что предполагает увеличение объема работ при испытаниях на водоотдачу.

3. При испытаниях на работоспособность пожарных кранов необходимо оценивать не только производительности всех одновременно действующих пожарных струй (при возникновении пожара в как в самой удаленной точке от насосной установки, так и в самой близкой) и давление после каждого пожарного клапана либо перед пожарными стволами, но и при наличии пожарной насосной установки подачу насоса, давление до и после него и расходы на хозяйственно-питьевые или технологические нужды.

Литература

1. Тербнев В. В., Артемьев Н. С., Подгрушный А. В. Пожаротушение в жилых и общественных зданиях. М., 2009. 207 с.
2. СП 10.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Внутренний водопровод. Требования пожарной безопасности. М., 13 с.
3. Чибинев Н. Н., Середина А. В., Пашкова И. А. Совершенствование внутреннего противопожарного водоснабжения в студенческих общежитиях // Водоснабжение и санитарная техника. 2019. № 10.
4. Баранчикова Н. И., Елифанов С. П., Калинин И. С. Актуализация систем внутреннего противопожарного водопровода // Техносферная безопасность. 2021. № 1 (30).
5. Методика испытаний внутреннего противопожарного водопровода СТО – НСОПБ– 24/ВОД. М., 2010. 30 с.
6. Баранчикова Н. И. и др. Гидравлический расчет установок автоматического пожаротушения, совмещенных с внутренним противопожарным водопроводом // Водоснабжение и санитарная техника. 2019. № 10.
7. Баранчикова Н. И., Елифанов С. П. Расчет дисковых диафрагм в системах внутренних противопожарных водопроводов // Сантехника. 2020. № 6.
8. Михайловский Е. А. Моделирование гидравлических режимов работы водяных систем пожаротушения в сети Интернет // Водоснабжение и санитарная техника. 2020. № 5.

References

1. Terebnev V. V., Artemiev N. S., Podgrushny A. V. Firefighting in residential and public buildings: a textbook. M., 2009. 207 p.
2. SP 10.13130.2009. Fire protection systems. Internal water supply. Fire safety requirements. M., 13 p.
3. Chibinev N. N., Seredina A. V., Pashkova I. A. Improvement of internal fire-fighting water supply in student dormitories // Water supply and sanitary engineering. 2019. № 10.
4. Baranchikova N. I., Epifanov S. P., Kalinin I. S. Updating the internal fire-fighting water supply systems // Technosphere Safety. 2021. № 1 (30).
5. Methods for testing the internal fire-fighting water supply system STO - NSOPB– 24 / VOD. M., 2010. 30 p.
6. Baranchikova N. I. et al. Hydraulic calculation of automatic fire extinguishing installations combined with internal fire water supply // Water supply and sanitary engineering. 2019. № 10.
7. Baranchikova N. I., Epifanov S. P. Calculation of disc diaphragms in internal fire-fighting water supply systems // Plumbing, 2020. № 6.
8. Mikhailovsky E. A. Modeling of hydraulic operating modes of water fire extinguishing systems on the Internet // Water supply and sanitary engineering. 2020. № 5.