

Научная статья

УДК 614.843

doi: 10.34987/2712-9233.2024.81.31.002

Аналитическое обоснование необходимости экспериментального определения гидравлических сопротивлений пожарных трехходовых разветвлений и переходных соединительных головок различных диаметров

Сергей Олегович Куртов

Виталий Петрович Малый

Владимир Михайлович Макаров

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия

Автор ответственный за переписку: Сергей Олегович Куртов, kurtovsergej1983@yandex.ru

Аннотация. В статье обоснована острая необходимость в проведении экспериментальных исследований фактических значений гидравлических сопротивлений каждого из патрубков трехходовых пожарных разветвлений и переходных соединительных головок различных диаметров. Полученные расчетно-экспериментальные значения гидравлических сопротивлений пожарных разветвлений и переходных соединительных головок позволят составлять более обоснованные и эффективные насосно-рукавные системы при тушении пожаров.

Ключевые слова: пожарные рукава, пожарные разветвления, напор, давление, гидравлическое сопротивление, пожарные переходные соединительные головки

Для цитирования: Куртов С.О., Малый В.П., Макаров В.М. Аналитическое обоснование необходимости экспериментального определения гидравлических сопротивлений пожарных трехходовых разветвлений и переходных соединительных головок различных диаметров // Актуальные проблемы безопасности в техносфере 2024. № 1 (13). С. 10-13. URL:<https://doi.org/10.34987/2712-9233.2024.81.31.002>

Analytical substantiation of the necessity of experimental determination of hydraulic resistances of fire three-way branches and transition connection heads of different diameters

Sergey O. Kurtov

Vitaly P. Maly

Vladimir M. Makarov

Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia

Corresponding author: Sergey O. Kurtov, kurtovsergej1983@yandex.ru

Abstract. The article substantiates the urgent need to conduct experimental studies of the actual values of hydraulic resistance of each of the branch pipes of three-way fire branches and transitional connecting heads of different diameters. Obtained calculation-experimental values of hydraulic resistances of fire branches and transitional connecting heads will allow to make more reasonable and effective pump-hose systems at fire extinguishing.

Keywords: fire hoses, fire branches, head, pressure, pressure, hydraulic resistance, fire transition connection heads

For citation: Kurtov S.O., Maly V.P., Makarov V. M. Analytical substantiation of the necessity of experimental determination of hydraulic resistances of fire three-way branches and transition connection heads of different diameters // Actual problems of safety In the technosphere 2024. No. 1 (13). P. 10-13. URL:<https://doi.org/10.34987/2712-9233.2024.81.31.002>

Авторами данной публикации, после проведенного анализа существующих методик расчета предельного расстояния установки пожарного автомобиля от места тушения пожара (обеспечивающего подачу воды) [1;2;3], установлено, что в МЧС общепринято принимать потери напора на участке от окончания магистральной линии (перед пожарным трехходовым разветвлением (далее РТ) до пожарного ствола равным $\Delta H_{\text{ПР}} = 10$ м. Для визуального восприятия на рис.1 изображен рассматриваемый участок насосно-рукавной системы (далее НРС), предусматривающий использование РТ.

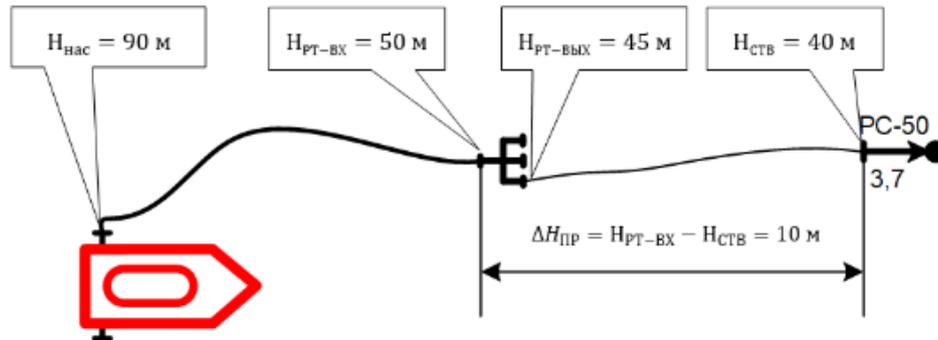


Рис. 1. Схема боевого развертывания с подачей одного пожарного ствола с использованием пожарного трехходового разветвления

Авторами учебника [4] при проведении расчетов НРС предлагается принимать потери напора конкретно в одном трехходовом пожарном разветвлении равным $\Delta H_{\text{РТ}} = 5$ м, а потери напора в рабочей рукавной линии $\Delta H_{\text{р}}$ (линия из $N_{\text{р}}$ напорных пожарных рукавов от пожарного разветвления до пожарного ствола) при обычно осуществляемом турбулентном режиме течения жидкости рассчитывать отдельно по следующей «квадратичной» формуле:

$$\Delta H_{\text{р}} = N_{\text{р}} \cdot S_{\text{р}} \cdot Q^2, (\text{м}).$$

$N_{\text{р}}$ – количество пожарных рукавов в рассматриваемой линии, шт.;

$S_{\text{р}}$ – гидравлическое сопротивление одного пожарного рукава длиной 20 метров в зависимости от типа и диаметра, а также от давления и температуры воды, $((\text{с/л})^2 \times \text{м})$;

Q – объем воды, проходящей через поперечное сечение рассматриваемой рукавной линии в единицу времени рис.1 (объемный расход Q воды через пожарный ствол РС-50 при рабочем напоре воды в стволе $^{\text{РС-50}}H_{\text{ств}} = 40$ м), л/с.

Авторы в своей научной работе [5] «О необходимости уточнения гидравлических характеристик, поступающих в подразделения МЧС России новых пожарных рукавов» проанализировали и привели основные значения гидравлических сопротивлений одного пожарного рукава длиной 20 метров в зависимости от типа и диаметра. Определим потери напора $\Delta H_{\text{р}}^{51}$ в одном ($N_{\text{р}}=1$) прорезиненном напорном пожарном рукаве диаметром 51 мм длиной 20 метров при развитом турбулентном режиме течения жидкости ($Re^{\text{обыч}} \cong 100\,000$), используя максимальное из известных литературных источников табличное значение гидравлического сопротивления $^{\text{макс}}S_{\text{р}} = 0,15 ((\text{с/л})^2 \times \text{м})$ [5]:

$$\Delta H_{\text{р}}^{51} = N_{\text{р}} \cdot ^{\text{макс}}S_{\text{р}} \cdot Q^2 = 1 \cdot 0,15 \cdot 3,7^2 = 2,05 (\text{м}).$$

Принимая во внимание полученные выше значения потерь напора $\Delta H_{\text{р}}^{51} = 2,05$ м в одном прорезиненном напорном пожарном рукаве диаметром 51 мм длиной 20 метров, а также потери в одном трехходовом пожарном разветвлении $\Delta H_{\text{РТ}} = 5$ м, устанавливаем, что при подаче воды на тушение пожарным стволом РС-50 при рабочей характеристике напора рукавная линия не может состоять более чем из 3 напорных прорезиненных пожарных рукавов диаметром 51 мм длиной 20 метров, а фактически – из двух пожарных рукавов.

В настоящее время производителями пожарно-технического вооружения представлен большой спектр универсальных ручных пожарных стволов, как российского производства (ИТС-50-8, ИТС-70-15, КУРС-8, УРСК-50-8, УРСК-70-15, РСКУ-50А, РСКУ-70А СРКУ-8, СРКУ-20), так и зарубежного (Optrapons-500, Optrapons-1000 RM, Delta Attack-500 С, Delta Attack-750 С, Thunder Fog-1,5, Thunder Fog-2,5, Mid-Force, Dual-Force, Quadra Fog) с регулируемыми параметрами объемного расхода воды до 20 л/с.

Проверим, как повлияют объемные расходы воды через современные пожарные стволы на потери напора в одном прорезиненном напорном пожарном рукаве диаметром 51 мм длиной 20 метров. Для примера выберем комбинированный универсальный ручной ствол КУРС-8 с максимальным расходом 8 л/с. Определим потери напора $\Delta H_{\text{р}}^{51}$ в одном прорезиненном напорном пожарном рукаве диаметром 51 мм длиной 20 метров, при турбулентном режиме течения жидкости, используя максимальные значения гидравлических сопротивлений $^{\text{макс}}S_{\text{р}} = 0,15 ((\text{с/л})^2 \times \text{м})$ [5]:

$$\Delta H_{\text{р}}^{51} = N_{\text{р}} \cdot ^{\text{макс}}S_{\text{р}} \cdot Q^2 = 1 \cdot 0,15 \cdot 8^2 = 9,6 (\text{м}).$$

Анализ полученных значений свидетельствует о том, что для проведения уточнённых пожарно-тактических расчетов с использованием современных пожарных стволов необходимо экспериментально определить гидравлическое сопротивление каждого патрубка трехходового пожарного разветвления, представленного на рис.2.



Рис. 2. Вид трехходового пожарного разветвления, гидравлические сопротивления которых планируется измерять

Авторы убеждены, что боковые патрубки трехходового пожарного разветвления РТ-80 и РТ-70 обладают существенно большими значениями гидравлических сопротивлений в сравнении с центральным патрубком. Стоит отметить, что гидравлические сопротивления патрубков трехходового пожарного разветвления РТ-80 и РТ-70 также отличаются между собой.

Актуальным, по мнению авторов, остается вопрос экспериментального определения гидравлических сопротивлений пожарных переходных соединительных головок (далее ГП) рис.3, используемых при прокладке сложных НРС, в том числе при наличии в схеме трехходового пожарного разветвления.



Рис. 3. Основные виды переходных соединительных головок, используемых пожарными подразделениями при тушении пожара а) ГП 66×77 б) ГП 51×77 в) ГП 51×66

На основании проведённых расчетно-теоретических исследований и из большого опыта практической работы Авторы убеждены, что гидравлические сопротивления переходных соединительных головок, как и сопротивления патрубков трёхходовых пожарных разветвлений, существенно влияют на общие потери напора в НРС, особенно при значительных значениях расхода огнетушащих веществ в них.

Основные результаты работы

1. Показано, что актуальным вопросом остаётся учет фактических значений гидравлических сопротивлений каждого из патрубков трехходовых пожарных разветвлений и переходных соединительных головок различных диаметров, особенно в случаях применения пожарными подразделениями для тушения пожаров современных пожарных стволов с увеличенными значениями расхода воды.

2. Для решения этого вопроса авторами планируется проведение исследований по приборному измерению гидравлических сопротивлений патрубков трехходовых пожарных разветвлений и переходных соединительных головок различных диаметров с использованием разработанной в Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России экспериментально-исследовательской установки [5;6]. Полученные расчетно-экспериментальные значения гидравлических сопротивлений рассматриваемого пожарно-технического вооружения позволят составлять более обоснованные и эффективные насосно-рукавные системы при тушении пожаров.

Список источников

1. Иванников В.П., Ключ П.П., Справочник руководителя тушения пожара, Москва, Стройиздат, 1987.
2. Повзик, Я.С. Справочник руководителя тушения пожара / Я.С. Повзик. – Москва, ЗАО «Спецтехника», 2000 – 361с.
3. Богданов М.И., Архипов Г.Ф., Мясенков Е.И., Справочник по пожарной технике и тактике, Санкт-Петербург, 2002.
4. Жучков, В.В., Пименов А.А., Карасев Ю.Л. и др. Противопожарное водоснабжение: Учебник – М.: АГПС МЧС России, 2016.
5. Малый, В.П. О необходимости уточнения гидравлических характеристик, поступающих в подразделения МЧС России новых пожарных рукавов / В.П. Малый, С.О. Куртов, В.Ю. Яровой // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2022. – № 1(24). – С. 54-61. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2022.84.93.008. – EDN IUCOPT.
6. Анализ процессов, протекающих при свободной конвекции огнетушащего вещества в напорном пожарном рукаве / В.П. Малый, И.Н. Пожаркова, С.О. Куртов, С.В. Бабенышев // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2023. – Т. 12, № 4(64). – С. 64-71. – EDN AGJPHG.

Информация об авторах

В.П. Малый– доктор физико-математических наук, доцент

Information about the author

V.P. Maly– Holder of an Advanced Doctorate (Doctor of Science) in Physico-mathematical Sciences, Docent

Статья поступила в редакцию 12.03.2024, одобрена после рецензирования 27.03.2024; принята к публикации 28.03.2024.

The article was submitted 12.03.2024, approved after reviewing 27.03.2024, accepted for publication 28.03.2024.