

Научная статья

УДК 614.843

doi: 10.34987/2712-9233.2024.44.95.009

Проверка гипотезы о падении давления на 1 атмосферу в магистральной напорной рукавной линии, используемой для подачи огнетушащих веществ на 100 м длины

Сергей Олегович Куртов
Виталий Петрович Малый
Владимир Михайлович Макаров

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

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

Аннотация. В статье проверена известная гипотеза о том, что при подаче огнетушащих веществ давление, создаваемое пожарным насосом, уменьшается на 1 ати. (10 м напора) на 100 м расстояния от пожарного автомобиля до пожарного трехходового разветвления. На основании проведенных расчетно-теоретических исследований доказано, что при подаче ОТВ давление, создаваемое пожарным насосом, уменьшается на 1 атм. (10 м напора) на 100 м расстояния от пожарного автомобиля до пожарного трехходового разветвления только при одновременной подаче трех ручных пожарных стволов РС-50 с расходом 3,6 л/с каждого.

Ключевые слова: пожарные рукава, пожарные разветвления, напор, давление, гидравлическое сопротивление

Для цитирования: Куртов С.О., Малый В.П., Макаров В.М. Проверка гипотезы о падении давления на 1 атмосферу в магистральной напорной рукавной линии, используемой для подачи огнетушащих веществ на 100 м длины // Актуальные проблемы безопасности в техносфере 2024. № 3 (15) С 47-51. URL:<https://doi.org/10.34987/2712-9233.2024.44.95.009>

Testing the hypothesis of a 1 atmosphere pressure drop in the main pressure hose line used to supply fire extinguishing agents per 100 m of length

Sergey O. Kurtov
Vitaly P. Maly
Vladimir M. Makarov

Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia

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

Abstract. The paper tests the well-known hypothesis that when extinguishing agents are delivered, the pressure generated by a fire pump decreases by 1 ati. (10 m of head) per 100 m of distance from the fire truck to the fire three-way branch. On the basis of the carried out calculation-theoretical studies it is proved that during the supply of CTV the pressure created by the fire pump decreases by 1 ati. (10 m of head) per 100 m distance from the fire truck to the fire three-way branching only at the simultaneous supply of three hand-held fire barrels RS-50 with a flow rate of 3.6 l / s each.

Keywords: fire hoses, fire branches, head, pressure, hydraulic resistance

For citation: Kurtov S.O., Maly V.P., Makarov V. M. Testing the hypothesis of a 1 atmosphere pressure drop in the main pressure hose line used to supply fire extinguishing agents per 100 m of length // Actual problems of safety In the technosphere 2024. No. 3 (15). P. 47-51. URL:[https://doi.org/ 10.34987/2712-9233.2024.44.95.009](https://doi.org/10.34987/2712-9233.2024.44.95.009)

В действующих подразделениях пожарной охраны бытует мнение, что при подаче огнетушащих веществ (далее ОТВ) давление, создаваемое пожарным насосом, уменьшается на 1 ати. (10 м напора) на 100 м расстояния от пожарного автомобиля до пожарного трехходового разветвления (далее РТ). Авторами данной статьи поставлена цель – проверить расчетами вышеизложенную гипотезу.

С целью визуального восприятия рассматриваемого участка магистральной рукавной линии на рис.1 представлена схема боевого развертывания, при которой падение давления должно по общепринятым представлениям составить около 1 атм. на 100 м расстояния от пожарного автомобиля до РТ.

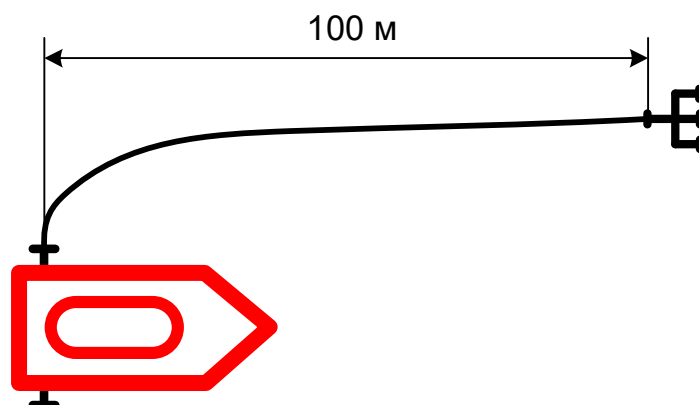


Рис. 1. Схема боевого развертывания с подачей огнетушащих веществ при использовании пожарного трехходового разветвления

Для определения количества напорных пожарных рукавов, требуемых для прокладки магистральной рукавной линии на расстояние 100 м от насоса пожарного автомобиля, воспользуемся следующей формулой [1]:

$$N_p = \frac{1,2 \times L}{20} = \frac{1,2 \times 100}{20} = 6 \text{ (шт.)}. \quad (1)$$

где N_p – количество напорных пожарных рукавов в магистральной линии, шт.;

L – расстояние от пожарного автомобиля до трехходового пожарного разветвления, м;

20 – среднее значение длины напорного пожарного рукава, м.

Для определения потерь напора в рукавных линиях ΔH_p при обычно осуществляемом турбулентном режиме течения жидкости используем следующую формулу [2]:

$$\Delta H_p = N_p \times S_p \times Q^2, \text{ (м)}. \quad (2)$$

N_p – количество пожарных рукавов в рассматриваемой линии, шт.;

S_p – гидравлическое сопротивление одного пожарного рукава длиной 20 метров в зависимости от типа и диаметра, $((\text{с/л})^2 \times \text{м})$;

Q – объем воды, проходящей через поперечное сечение рассматриваемой рукавной линии в единицу времени, л/с.

Для визуального восприятия условий поставленной задачи на рис.2 представлена схема боевого развертывания с подачей ОТВ одним ручным пожарным стволом РС-50 при рабочем напоре – 40 м и расходом 3,6 л/с [1].

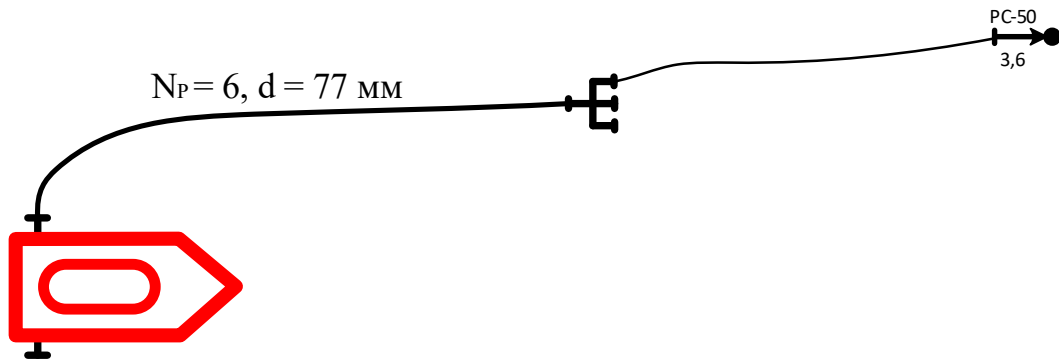


Рис. 2. Схема боевого развертывания с подачей одного пожарного ствола РС-50

Авторы в своей научной работе [3] «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 ΔH_p^{77} в рукавной линии, выполненной из 6 прорезиненных пожарных рукавов диаметром 77 мм каждый длиной 20 метров ($N_p=6$) при развитом турбулентном режиме течения жидкости ($Re^{обыч} \cong 100\ 000$), используя максимальное из известных литературных источников табличное значение гидравлического сопротивления $^{max}S_p = 0,015 ((c/l)^2 \times m)$ [3].

Для расчета потерь напора в магистральной рукавной линии воспользуемся вышеприведенной формулой (2):

$$\Delta H_p^{77} = N_p \times ^{max}S_p \times Q^2 = 6 \times 0,015 \times 3,6^2 = 1,2 \text{ (м)}.$$

Таким образом, приняв во внимание полученные выше значения потерь напора $\Delta H_p^{77} = 1,2$ м в магистральной рукавной линии проложенной из 6 прорезиненных напорных пожарных рукавов диаметром 77 мм длиной 20 метров каждый, устанавливаем, что при подаче воды на тушение одним пожарным стволом РС-50 падение напора в магистральной линии составит значение в разы меньше 10^0 м, а именно – в 8 раз меньше (1,2°м).

Далее проверим падение напора в магистральной линии при подаче двух пожарных стволов РС-50 (рис.3.) или одного пожарного ствола РС-70 с расходом 7,4 л/с.

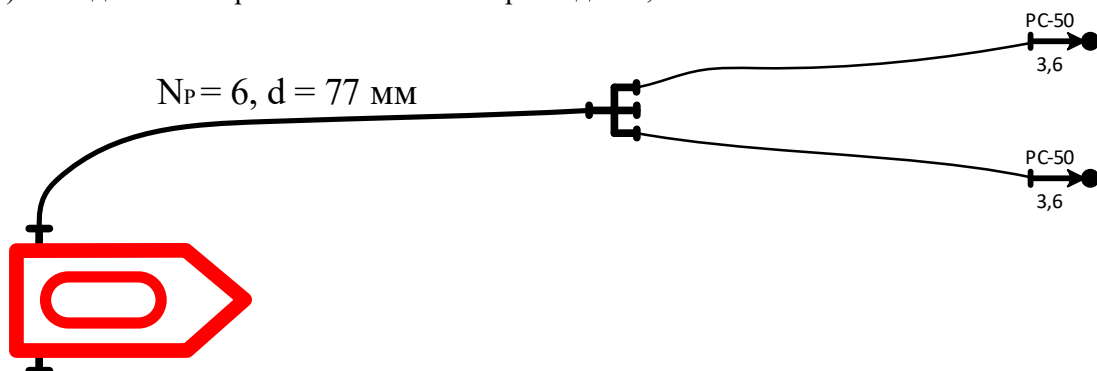


Рис. 3. Схема боевого развертывания с одновременной подачей двух пожарных стволов РС-50

Для расчета потерь напора в магистральной рукавной линии при одновременной подаче двух пожарных стволов РС-50 воспользуемся формулой (2):

$$\Delta H_p^{77} = N_p \times ^{max}S_p \times Q^2 = 6 \times 0,015 \times 7,2^2 = 4,9 \text{ (м)}.$$

Для расчета потерь напора в магистральной рукавной линии при подаче одного пожарного ствола РС-70 с расходом 7,4 л/с воспользуемся той же формулой (2):

$$\Delta H_p^{77} = N_p \times S_p^{max} \times Q^2 = 6 \times 0,015 \times 7,4^2 = 4,7 \text{ (м)}.$$

В анализе полученных значений наблюдаем, что при одновременной подаче воды на тушение от двух пожарных стволов РС-50 или одним пожарным стволом РС-70 падения напора в магистральной линии составят значения более, чем в 2 раза меньше 10 м.

Теперь рассмотрим падение напора в магистральной линии при одновременной подаче трех пожарных стволов РС-50 (рис.4.) или одного пожарного ствола РС-70 и одного РС-50.

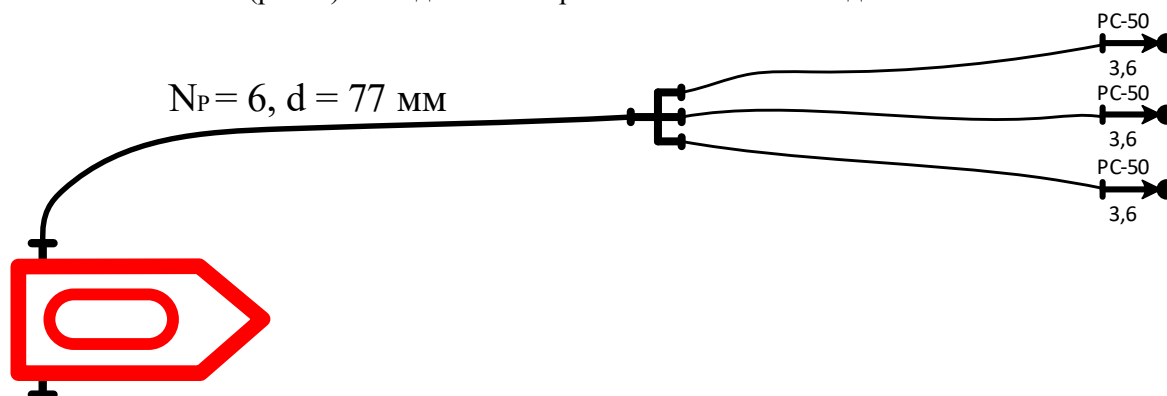


Рис. 4. Схема боевого развертывания с одновременной подачей трех пожарных стволов РС-50

Для расчета потерь напора в магистральной рукавной линии при одновременной подаче трех пожарных стволов РС-50 воспользуемся формулой (2):

$$\Delta H_p^{77} = N_p \cdot S_p^{max} \cdot Q^2 = 6 \cdot 0,015 \cdot 10,8^2 = 10,5 \text{ (м)}.$$

Таким образом, проведенными расчетно-теоретическими исследованиями доказано, что при подаче ОТВ давление, создаваемое пожарным насосом, уменьшается на 1 ати. (10 м напора) на 100 м расстояния от пожарного автомобиля до РТ только при одновременной подаче трех ручных пожарных стволов РС-50 с расходом 3,6 л/с каждого. В остальных случаях потери напора многократно ниже.

Авторы планируют в ближайшее время провести экспериментальную проверку (тестирование) полученных расчетно-теоретических результатов на основе созданной в СПСА экспериментально-исследовательской установке [4] и выдать окончательные рекомендации для использования этих результатов в практической деятельности подразделений МЧС.

Список использованных источников

1. Повзик, Я.С. Справочник руководителя тушения пожара / Я.С. Повзик. – Москва, ЗАО «Спецтехника», 2000 – 361с.
2. Жучков, В.В., Пименов А.А., Карасев Ю.Л. и др. Противопожарное водоснабжение: Учебник – М.: АГПС МЧС России, 2016.
3. 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.
4. Обоснование выбора состава экспериментально-исследовательской установки для измерения теплогидравлических параметров элементов насосно-рукавных систем / В. П. Малый, С. О. Куртов, А. С. Лунев [и др.] // Южно-Сибирский научный вестник. – 2024. – № 2(54). – С. 60-68. – DOI 10.25699/SSSB.2024.54.2.006.

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 12.06.2024, одобрена после рецензирования 27.07.2024, принята к публикации 25.09.2024.

The article was submitted 12.06.2024, approved after reviewing 27.07.2024, accepted for publication 25.09.2024.