

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2022.6-1.74>

УДК 614.843.2

ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ НАПОРНЫХ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ

Навроцкий О.Д., Михалев Р.Н., Грачулин А.В., Рябцев В.Н., Красавин В.Е.

Цель. Определение фактических значений гидравлического сопротивления напорных пожарных рукавов на основе экспериментальных исследований для использования при расчете насосно-рукавных систем.

Методы. Для достижения поставленной цели применен экспериментальный метод, основанный на определении потери напора (давления) в рукавной линии путем установления разницы давления в начале и конце рукавной линии с последующим расчетом удельного сопротивления погонного метра пожарного рукава, а затем умножением сопротивления погонного метра пожарного рукава на его длину.

Результаты. Выполнен сравнительный анализ значений гидравлического сопротивления напорных пожарных рукавов диаметром 77, 66, 51 мм. Установлено, что применяемые в настоящее время значения могут значительно отличаться в зависимости от источника информации. Разработана методика выполнения измерений при проведении исследований потерь давления в насосно-рукавных системах. Проведены экспериментальные исследования и определено гидравлическое сопротивление напорных пожарных рукавов диаметром 77, 66, 51 мм.

Область применения исследований. Пожарная тактика, расчет насосно-рукавных систем.

Ключевые слова: пожарная тактика, напорные рукава, насосно-рукавные системы.

(Поступила в редакцию 10 января 2022 г.)

Введение

Пожарный рукав – это гибкий трубопровод, оборудованный рукавными соединительными головками и предназначенный для транспортирования огнетушащих веществ от водоисточника к месту пожара. Пожарные напорные рукава являются самым распространенным средством доставки огнетушащего вещества непосредственно к очагу возгорания¹. Одним из основных параметров рукавов является их внутренний диаметр. В соответствии с СТБ 11.13.17-2010² напорные пожарные рукава могут быть диаметром 25, 38, 51, 66, 77, 89, 150 мм. В настоящее время на вооружении в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям республики находятся напорные пожарные рукава различного диаметра, основные: 38, 51, 66, 77, 89, 150 мм.

Рукава подразделяются:

- на всасывающие рукава – предназначены для забора воды из водоисточника с помощью пожарного насоса и ее транспортирования;
- напорно-всасывающие рукава – предназначены для забора воды из водоисточника или из системы противопожарного водоснабжения и ее транспортирования;
- напорные рукава – предназначены для транспортирования огнетушащих веществ от водоисточника к месту пожара под избыточным давлением.

Производят напорные пожарные рукава из льняных и синтетических нитей в виде тканого круглого чехла с герметизацией его полимерными материалами или резиной. В от-

¹ Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника. Термины и определения: ГОСТ 12.2.047-86. – Введ. 30.06.86. – Гос. комитет СССР по стандартам: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. – 24 с.

² Система стандартов пожарной безопасности. Рукава пожарные напорные. Общие технические условия: СТБ 11.13.17-2010. – Введ. 12.03.10. – Госстандарт Республики Беларусь: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2010. – 18 с.

личие от жестких трубопроводов в мягких рукавах при подаче воды может происходить изменение длины и площади поперечного сечения. Тонкая резиновая или латексная прокладка под напором воды вдавливаются в ткань рукава, вследствие чего шероховатость внутренней поверхности может увеличиваться. Кроме того, прямая рукавная линия при удлинении рукавов принимает волнистую форму. Таким образом, с одной стороны, имеет место уменьшение потерь напора вследствие увеличения диаметра и, с другой стороны, возрастание потерь напора из-за удлинения рукавной линии и увеличения шероховатости. Проведенные исследования показали, что эти изменения в потерях напора уравниваются между собой, и поэтому их отдельно на практике не учитывают.

Подача воды во время тушения осуществляется насосно-рукавными системами, вид которых определяется характером развития пожара и требованиями обеспечения быстрого и надежного его тушения. Эффективность использования техники на пожаре во многом зависит от взаимного соответствия характеристик применяемого оборудования, и в первую очередь насосов, рукавов, стволов. Пропускная способность рукавов (подача количества огнетушащего вещества в единицу времени) зависит от гидравлического сопротивления напорных пожарных рукавов и их длины. Пропускная способность рукавов также зависит от способа прокладки рукавных линий, а также от потерь напора, которые могут быть допущены для обеспечения нормальной работы насосов и стволов. Следовательно, для рукавов одного диаметра с известной величиной гидравлического сопротивления пропускная способность будет обусловлена допустимой величиной потерь напора и длиной рукавной линии.

Основными расчетами, связанными с эксплуатацией напорных пожарных рукавов, являются расчеты объема количества огнетушащего вещества и максимального расстояния его подачи, основанного на значении гидравлического сопротивления рукава соответствующего диаметра. Такие расчеты часто проводятся при проектировании систем противопожарного водоснабжения, а также при расчете насосно-рукавных систем подачи огнетушащих веществ от основной пожарной аварийно-спасательной техники.

На пожарах, особенно крупных, личному составу часто приходится иметь дело с достаточно большим количеством напорных пожарных рукавов разного диаметра, соответственно, и порядок расчета их гидравлических характеристик зависит от выбранной схемы соединения. Важно отметить, что проведение расчетов насосно-рукавных систем является важной частью тактической подготовки руководящего состава пожарно-спасательных подразделений и входит в перечень его компетенций [1].

Основная часть

Под гидравлическими потерями или гидравлическим сопротивлением понимаются безвозвратные потери удельной энергии (переход ее в теплоту) на участках гидравлических систем, обусловленные наличием вязкого трения [2; 3]. В большинстве случаев величина гидравлических потерь в пожарных напорных рукавах зависит от таких факторов, как:

- материал и технология изготовления пожарных рукавов, от которых зависит шероховатость внутренней поверхности рукава и, соответственно, гидравлическое сопротивление;
- давление и температура, при которых применяются пожарные рукава, могут привести к расширению или сужению рукава, и это отразится на величине потерь;
- огнетушащие вещества (вода, водные растворы пенообразователей, смачивателей, полимеров), подаваемые по рукаву к очагу пожара, отличаются по свойствам, и поэтому перемещаются с различной скоростью.

Гидравлические потери в насосно-рукавных системах также возникают из-за сопротивления в соединительных и крепежных элементах, арматуре. Основная причина – это стремительное расширение или сужение потока, его разделение или перемена основного направления. Величина таких потерь может быть достаточно большой.

Во многих случаях гидравлические потери приблизительно пропорциональны скорости течения жидкости во второй степени, поэтому в гидравлике принят следующий общий способ выражения гидравлических потерь напора (давления) в линейных единицах в рукавных линиях [2; 3]:

$$h_{\text{р.л.}} = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot l \quad (\text{м}), \quad (1)$$

где λ – коэффициент сопротивления трению, зависящий от материала рукавов и шероховатости их внутренней поверхности; d – диаметр рукава, м; v – средняя скорость воды в рукавной линии, м/с; g – ускорение свободного падения, 9,81 м/с²; l – длина рукавной линии, м.

В практических расчетах потери напора определяются не по скорости движения, а по расходу воды [4]. Выразив в формуле (1) скорость v через расход воды Q (м³/с) и диаметр d , получим:

$$h_{\text{р.л.}} = K \cdot \frac{Q^2}{d^5} \cdot l \quad (\text{м}), \quad (2)$$

где K – коэффициент, зависящий от материала рукавов и шероховатости их внутренней поверхности, с²·м⁻¹.

Обозначив $K/d^5 = A_h$, для рукавов определенного диаметра получим формулу:

$$h_{\text{р.л.}} = A_h \cdot Q^2 \cdot l \quad (\text{м}), \quad (3)$$

где A_h – коэффициент удельного сопротивления одного погонного метра рукава, с²·м⁻⁶.

Для упрощения расчетов рукавных систем экспериментально устанавливают величину гидравлического сопротивления одного пожарного рукава длиной 20 м при рабочих напорах, применяемых в практике пожаротушения.

Если гидравлическое сопротивление одного рукава длиной 20 м обозначить S_h (с²·м⁻⁵), тогда потери напора в рукавных линиях можно определить по формуле:

$$h_{\text{р.л.}} = n \cdot S_h \cdot Q^2 \quad (\text{м}), \quad (4)$$

где n – количество рукавов, шт.

В единицах давления формулу (3) можно выразить следующим образом:

$$P_{\text{р.л.}} = A_p \cdot Q^2 \cdot l \quad (\text{Па}), \quad (5)$$

$$A_p = A_h \cdot \rho \cdot g, \quad (6)$$

где A_p – коэффициент удельного сопротивления в единицах давления одного погонного метра рукава, Па·с²·м⁻⁷; ρ – плотность воды, кг·м⁻³.

Тогда потери напора в рукавных линиях можно определить по формуле:

$$P_{\text{р.л.}} = n \cdot S_p \cdot Q^2 \quad (\text{Па}), \quad (7)$$

где S_p – гидравлическое сопротивление в единицах давления одного пожарного рукава длиной 20 м в зависимости от типа и диаметра, Па·с²·м⁻⁶.

В справочных материалах значения гидравлического сопротивления напорных пожарных рукавов могут существенно различаться (табл. 1). Это связано в первую очередь с тем, что рукава изготавливаются с использованием разных технологий и материалов.

В Беларуси пожарные напорные рукава производит ОАО «Могилевхимволокно». Данные рукава выпускаются из синтетического материала с односторонним внутренним покрытием, в качестве которого используется полимерный материал (полиуретан). Сведения о гидравлическом сопротивлении данных рукавов в открытых источниках не обнару-

жены. На основании изложенного представляется необходимым проведение исследований для определения значений гидравлических сопротивлений пожарных рукавов разного диаметра производства ОАО «Могилевхимволокно» и других производителей.

Таблица 1. – Сведения о гидравлическом сопротивлении в единицах давления рукавов по данным литературных источников

| Диаметр рукава, мм | Гидравлическое сопротивление в единицах давления пожарного рукава длиной 20 м, S_p (кПа·с ² ·(дм ³) ⁻²) | | | |
|--------------------|--|--------|-------|--|
| | [5] | [6] | [7] | Инструкция о порядке эксплуатации пожарных рукавов в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям ³ |
| 51 | 1,5 | 1,3 | 1,3 | 1,2 |
| 66 | 0,35 | 0,34 | 0,34 | 0,23 |
| 77 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,117 |
| 89 | 0,04 | 0,035 | 0,039 | 0,046 |
| 150 | 0,0046 | 0,0046 | – | 0,0046 |

Технические нормативные правовые акты не определяют четких требований к гидравлическому сопротивлению напорных пожарных рукавов, также значения сопротивления не указывают производители. Пропускная способность напорных пожарных рукавов может значительно отличаться от справочной, что может существенно повлиять на выбор оптимальных и рациональных схем боевого развертывания и прокладки рукавных линий, а также повлиять на успех тушения пожара.

Для определения фактических значений гидравлического сопротивления была разработана методика выполнения измерений, которая устанавливает порядок проведения исследований в насосно-рукавных системах с целью определения сопротивления одного пожарного рукава с учетом его действительной длины. Сущность метода заключается в определении потери давления в рукавной линии путем установления разницы давления в начале и конце рукавной линии с последующим расчетом удельного сопротивления пожарного рукава, а затем умножением удельного сопротивления на длину 20 м. Исследования показали, что получаемые посредством применения приведенной методики данные достоверны и коррелируют с данными, представленными в литературе.

Для проведения измерений использовалось оборудование и средства измерений, перечисленные в таблице 2.

Таблица 2. – Испытательное оборудование и средства измерения

| Наименование средств измерения, оборудования | Наименования измеряемых физических величин | Класс точности, погрешность |
|---|--|--|
| Пожарная автоцистерна | расход воды не менее 40 л/с при давлении 0,6 МПа | |
| Рукав напорный Ø 51, 66, 77 мм | длина 20 м | |
| Манометр МП | (0–1) МПа | 0,6 |
| Лазерный дальномер Leica DISTO D510 расстояние, м угол наклона, ° | 0,05–200 м 0–360 | $\pm 2 \cdot (1,0 + 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot D)^*$ $\pm (0,3 + 0,01 \cdot \alpha)^*$ |
| Электромагнитный расходомер «Взлет ЭМ» | 1,25–217,3 м ³ /ч | $\pm 0,01\%$ |
| Рукавная вставка с головками муфтовыми для подключения рукавов | Ø 70 мм длина 250 мм | ± 50 мм |

Примечание. * D – измеряемое расстояние, мм; α – измеряемый угол, °.

Измерительная установка собиралась в соответствии со схемой, представленной на рисунке 1.

³ Инструкция о порядке эксплуатации пожарных рукавов в органах и подразделениях по чрезвычайным ситуациям: утв. приказом Мин-ва по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь, 7 окт. 2019 г., № 300.

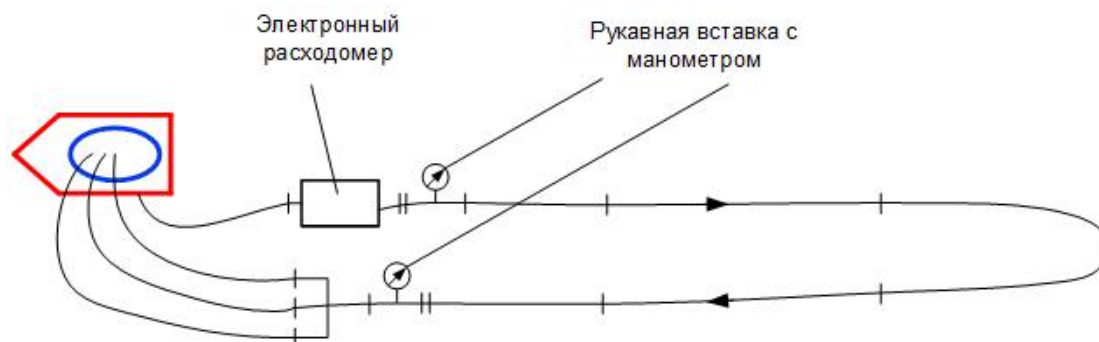


Рисунок 1. – Схема размещения средств измерения и оборудования при определении гидравлического сопротивления рукавов пожарных напорных с рециркуляцией воды

Измерения проводились в следующем порядке:

1. Измеряли длину исследуемой рукавной линии между манометрами.
2. Включали насос пожарного автомобиля и выводили его на рабочий режим.
3. Подавали воду при рабочем давлении 600 ± 100 кПа на насосе пожарного автомобиля.
4. Фиксировали показания давления в рукавной линии, используя манометры, установленные в начале и конце исследуемой рукавной линии.
5. С помощью электромагнитного расходомера определяли расход воды.
6. Потери давления по длине рукавной линии вычисляли по формуле:

$$P_{р.л.} = P_1 - P_2 \quad (\text{кПа}), \quad (8)$$

где P_1 и P_2 – давление на входе и выходе из рукавной линии, кПа.

7. Коэффициент удельного сопротивления пожарного рукава рассчитывали по формуле:

$$A_p = \frac{P_{р.л.}}{Q^2 \cdot l} \quad (\text{кПа} \cdot \text{с}^2 \cdot (\text{дм}^3)^{-2} \cdot \text{м}^{-1}). \quad (9)$$

8. Гидравлическое сопротивление в единицах давления одного пожарного рукава длины 20 м рассчитывали по формуле:

$$S_P = 20A \quad (\text{кПа} \cdot \text{с}^2 \cdot (\text{дм}^3)^{-2}). \quad (10)$$

В соответствии с разработанной методикой проведены исследования в насосно-рукавных системах с применением напорных пожарных рукавов диаметром 51, 66, 77 мм. Определение гидравлических потерь в насосно-рукавной системе проводилось с использованием питьевой воды из городского водопровода.

Результаты экспериментально полученных гидравлических сопротивлений пожарных рукавов приведены в таблице 3. Как видно из таблицы, латексированные рукава диаметром 77 мм № 1 (новые, производство ОАО «Могилевхимволокно»), № 2 (б/у, производство ОАО «Могилевхимволокно») и № 3 (новые, производство ПО «Берег») по гидравлическому сопротивлению отличаются незначительно. Прорезиненные рукава диаметром 77 мм № 1 и № 2 по гидравлическому сопротивлению, с учетом погрешности измерений, не отличаются. В то же время результаты, представленные в таблице, свидетельствуют, что гидравлическое сопротивление у прорезиненных рукавов примерно на 20 % меньше, чем у латексированных. Это может быть связано с большей шероховатостью внутренней поверхности латексированных рукавов.

Также были проведены исследования гидравлического сопротивления латексированных рукавов диаметром 77 мм, имеющих значительный срок службы (третьей категории), неоднократно подвергшихся ремонту, и при подаче воды в рукавную линию были об-

наружены свищи, которые пережимались тремя рукавными зажимами. Результаты измерений представлены в таблице 4.

Таблица 3. – Гидравлические сопротивления в единицах давления напорных пожарных рукавов

| Вид рукава | Гидравлическое сопротивление в единицах давления пожарного рукава длиной 20 м, S_p (кПа·с ² ·(дм ³) ⁻²) | Происхождение рукава |
|-------------------------------|--|---|
| Ø 77 мм, латексированные, № 1 | 0,221 ± 0,011 | новые (производство ОАО «Могилевхимволокно») |
| Ø 77 мм, латексированные, № 2 | 0,200 ± 0,006 | находящиеся в боевом расчете (производство ОАО «Могилевхимволокно») |
| Ø 77 мм, латексированные, № 3 | 0,204 ± 0,013 | новые (производство ПО «Берег», Россия) |
| Ø 77 мм, прорезиненные, № 1 | 0,173 ± 0,016 | находящиеся в боевом расчете |
| Ø 77 мм, прорезиненные, № 2 | 0,175 ± 0,008 | – // – |
| Ø 66 мм, латексированные | 0,315 ± 0,009 | – // – |
| Ø 51 мм, латексированные | 1,75 ± 0,10 | – // – |

Таблица 4. – Гидравлические показатели рукавов третьей категории

| Вид рукава (длина рукавной линии – 90,35 м) | Гидравлическое сопротивление в единицах давления пожарного рукава длиной 20 м, S_p (кПа·с ² ·(дм ³) ⁻²) |
|--|--|
| Ø 77 мм, латексированные, третьей категории | 0,206 ± 0,014 |
| Ø 77 мм, латексированные, третьей категории с 3 зажимами | 0,357 ± 0,019 |

Как видно из таблицы 4, использование рукавных зажимов для устранения свищей значительно увеличивает гидравлическое сопротивление напорных пожарных рукавов.

Также были проведены исследования по изменению гидравлического сопротивления и потере давления при наличии нескольких изгибов (приблизительно на 90° каждый) рукавных линий. Результаты измерений представлены в таблице 5.

Таблица 5. – Гидравлические показатели насосно-рукавной системы при наличии изгибов

| Вид рукава | Гидравлическое сопротивление в единицах давления пожарного рукава длиной 20 м, S_p (кПа·с ² ·(дм ³) ⁻²) |
|---|--|
| Ø 77 мм, латексированные, № 3, без изгибов | 0,204 ± 0,013 |
| Ø 77 мм, латексированные, № 3, с 2 изгибами | 0,387 ± 0,013 |
| Ø 77 мм, прорезиненные, № 2, без изгибов | 0,175 ± 0,008 |
| Ø 77 мм, прорезиненные, с 3 изгибами | 0,255 ± 0,007 |

Сравнивая значения гидравлического сопротивления рукава без изгибов и с наличием изгибов, определено значение гидравлического сопротивления одного изгиба. Среднее значение сопротивления одного изгиба латексированного пожарного рукава составляет $0,09 \pm 0,02$ кПа·с²·(дм³)⁻², одного изгиба прорезиненного пожарного рукава $0,03 \pm 0,01$ кПа·с²·(дм³)⁻². Таким образом, наличие изгибов рукавных линий повышает сопротивление напорных пожарных рукавов, причем это более выражено для латексированных рукавов.

Заключение

Установлено, что гидравлическое сопротивление новых латексированных пожарных напорных рукавов диаметром 77 мм производства ОАО «Могилевхимволокно» составляет $0,221 \pm 0,011$ кПа·с²·(дм³)⁻². По величине гидравлического сопротивления данные рукава незначительно отличаются от рукавов производства ПО «Берег», у которых гидравлическое сопротивление составляет $0,204 \pm 0,013$ кПа·с²·(дм³)⁻². Гидравлическое сопротивление исследованных прорезиненных напорных рукавов диаметром 77 мм составляет $0,175 \pm 0,008$ кПа·с²·(дм³)⁻².

Гидравлическое сопротивление латексированных пожарных напорных рукавов диаметром 66 мм составляет $0,315 \pm 0,009 \text{ кПа} \cdot \text{с}^2 \cdot (\text{дм}^3)^{-2}$, рукавов диаметром 51 мм – $1,75 \pm 0,10 \text{ кПа} \cdot \text{с}^2 \cdot (\text{дм}^3)^{-2}$.

Использование рукавных зажимов для устранения свищей значительно увеличивает гидравлическое сопротивление напорных пожарных рукавов. Наличие изгибов рукавных линий также повышает сопротивление напорных пожарных рукавов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Малютин, О.С. Проблема гидравлического расчета насосно-рукавных систем в пожарной тактике / О.С. Малютин, С.А. Васильев // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2018. – № 4 (11). – С. 67–72.
2. Идельчик, И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И.Е. Идельчик; под ред. М.О. Штейнберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.
3. Башта, Т.М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: учебник для машиностроительных вузов / Т.М. Башта [и др.]. – 4-е изд., – М.: Альянс, 2010. – 423 с.
4. Тарасов-Агалаков, Н.А. Практическая гидравлика в пожарном деле / Н.А. Тарасов-Агалаков. – М.: Министерство коммунального хозяйства РСФСР, 1959. – 264 с.
5. Иванников, В.П. Справочник руководителя тушения пожара / В.П. Иванников, П.П. Ключ. – М.: Стройиздат, 1987. – 288 с.
6. Тербнев, В.В. Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений / В.В. Тербнев. – М.: Пожкнига, 2004. – 256 с.
7. Ходаков, В.Ф. Гидравлика в пожарном деле / В.Ф. Ходаков – М.: Высшая школа МООП РСФСР, 1965. – 204 с.

Гидравлическое сопротивление напорных пожарных рукавов
Hydraulic resistance of pressure fire hoses

Навроцкий Олег Дмитриевич

кандидат технических наук, доцент
Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», кафедра автоматиче-
ских систем безопасности, доцент
Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
Email: Oleg.Navrotsky@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4137-2519

Oleg D. Navrotskiy

PhD in Technical Sciences, Associate Professor
State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Automatic System Security,
Associate Professor
Address: Mashinostroiteley str., 25,
220118, Minsk, Belarus
Email: Oleg.Navrotsky@gmail.com
ORCID: 0000-0002-4137-2519

Михалев Руслан Николаевич

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», факультет
техносферной безопасности, заместитель
начальника факультета
Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
Email: 21mrn12@gmail.com
ORCID: 0000-0002-3719-2646

Ruslan N. Mikhalev

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Technosphere Safety Faculty,
Deputy Head of the Faculty
Address: Mashinostroiteley str., 25,
220118, Minsk, Belarus
Email: 21mrn12@gmail.com
ORCID: 0000-0002-3719-2646

Грачулин Александр Владимирович

кандидат технических наук, доцент
Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», кафедра
автоматических систем безопасности,
старший преподаватель
Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
Email: Grachulin_a@mail.ru
ORCID: 0000-0003-3832-8258

Aleksandr V. Grachulin

PhD in Technical Sciences, Associate Professor
State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Automatic Safety Systems,
Senior Lecturer
Address: Mashinostroiteley str., 25,
220118, Minsk, Belarus
Email: Grachulin_a@mail.ru
ORCID: 0000-0003-3832-8258

Рябцев Виталий Николаевич

кандидат технических наук, доцент
Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», кафедра
автоматических систем безопасности,
начальник кафедры
Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь
Email: v.reabtsev@ucp.by
ORCID: 0000-0002-2830-591X

Vitaly N. Ryabtsev

PhD in Technical Sciences, Associate Professor
State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Chair of Automatic Safety Systems,
Head of the Chair
Address: Mashinostroiteley str., 25,
220118, Minsk, Belarus
Email: v.reabtsev@ucp.by
ORCID: 0000-0002-2830-591X

Красавин Василий Ефимович

Государственное учреждение образования
«Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям
Республики Беларусь», факультет
предупреждения и ликвидации
чрезвычайных ситуаций, курсант

Адрес: ул. Машиностроителей, 25,
220118, г. Минск, Беларусь

Email: vasya.vi@mail.ru

ORCID: 0000-0001-9860-0167

Vasiliy E. Krasavin

State Educational Establishment «University
of Civil Protection of the Ministry for Emergency
Situations of the Republic of Belarus»,
Faculty of Emergency Prevention and Elimination,
cadet

Address: Mashinostroiteley str., 25,
220118, Minsk, Belarus

Email: vasya.vi@mail.ru

ORCID: 0000-0001-9860-0167

DOI: <https://doi.org/10.33408/2519-237X.2022.6-1.74>

HYDRAULIC RESISTANCE OF PRESSURE FIRE HOSES

Navrotsky O.D., Mikhailiov R.N., Grachulin A.V., Ryabtsev V.N., Krasavin V.E.

Purpose. Determination of the actual values of the hydraulic resistance of pressure fire hoses based on experimental and theoretical studies for use in the calculation of pump-hose systems.

Methods. To achieve this goal, an experimental method was used, based on determining the pressure loss (pressure) in the hose line by establishing the pressure difference at the beginning and end of the hose line, followed by calculating the resistivity of a fire hose running meter, and then multiplying the resistance of a fire hose running meter sleeves to its length.

Findings. A comparative analysis of the hydraulic resistance values of pressure fire hoses with a diameter of 77, 66, 51 mm was performed. It has been found that currently used values may differ significantly depending on the source of information. A technique for performing measurements in the course of research on pressure losses in pump-hose systems has been developed. Experimental studies have been carried out and the main indicators of the hydraulic resistance of pressure fire hoses with a diameter of 77, 66, 51 mm have been determined.

Application field of research. Fire tactics, calculation of pumping and hose systems.

Keywords: fire tactics, pressure hoses, pump and hose systems.

(The date of submitting: January 5, 2022)

REFERENCES

1. Malyutin O.S., Vasil'ev S.A. Problema gidravlicheskogo rascheta nasosno-rukavnykh sistem v pozharной taktike [Pump-hose systems hydraulic calculations problem in fire tactics]. *Sibirskiy pozharно-spatatel'nyy vestnik*, 2018. No. 4 (11). Pp. 67–72. (rus)
2. Idel'chik I.E. *Spravochnik po gidravlicheskim soprotivleniyam [Handbook of hydraulic Resistances]*. Moscow: Mashinostroenie, 1992. 672 p. (rus)
3. Bashta T.M., Rudnev S.S., Nekrasov B.B., Baybakov O.V., Kirillovskiy Yu.L. *Gidravlika, gidromashiny i gidroprivody [Hydraulics, hydraulic machines and hydraulic drives]*: textbook for engineering universities. Moscow: Al'yans, 2010. 423 p. (rus)
4. Tarasov-Agalakov N.A. *Prakticheskaya gidravlika v pozharном dele [Practical hydraulics in fire fighting]*. Moscow: Ministry of Municipal Economy of the RSFSR, 1959. 264 p. (rus)
5. Ivannikov V.P., Klyus P.P. *Spravochnik rukovoditelya tusheniya pozhara [Handbook of the fire extinguishing manager]*. Moscow: Stroyizdat, 1987. 288 p. (rus)
6. Terebnev V.V. *Spravochnik rukovoditelya tusheniya pozhara. Takticheskie vozmozhnosti pozharных подразделений [Handbook of the fire extinguishing manager. Tactical capabilities of fire departments]*. Moscow: Pozhkniga, 2004. 256 p. (rus)
7. Khodakov V.F. *Gidravlika v pozharном dele [Hydraulics in the fire business]*. Moscow: Vysshaya shkola MOOP RSFSR, 1965. 204 p. (rus)