

Научная статья

УДК 614.843

doi: 10.34987/2712-9233.2024.41.67.004

Критический анализ работоспособности гидроэлеваторных систем, применяемых для забора воды пожарной техникой

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. Профессорско-преподавательский состав Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России продолжает исследования в области организации бесперебойной подачи огнетушащих веществ на месте тушения пожара и при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. В настоящей статье подвергнута критическому анализу действующая методика расчета работоспособности гидроэлеваторной системы, применяемой для забора воды пожарными насосами в случае, когда «классический» вариант (с использованием всасывающей линии) не эффективен. Установлено, что при напоре за гидроэлеватором 17 м (с учетом указанной производительности 600 л/мин) рассмотренная авторами схема является неработоспособной (даже без учета гидравлического сопротивления напорно-всасывающего рукава, используемого в конце напорной рукавной линии).

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

Для цитирования: Куртов С.О., Малый В.П., Макаров В.М. Критический анализ работоспособности гидроэлеваторных систем, применяемых для забора воды пожарной техникой // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. 2024. № 4 (16). С. 29-32. URL: <https://doi.org/10.34987/2712-9233.2024.41.67.004>

Critical analysis of the performance of hydroelevator systems used for water intake by fire-fighting equipment

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 teaching staff of the Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire and Rescue Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia continues research in the field of organization of uninterrupted supply of fire extinguishing agents at the scene of fire extinguishing and during the elimination of emergency situations. In this article critically analyzed the current method of calculating the performance of the hydro-

elevator system used for water intake by fire pumps in the case where the “classical” version (using the suction line) is not effective. It is established that at a head behind the hydraulic elevator 17 m (taking into account the specified capacity of 600 l/min), the scheme considered by the authors is inoperable (even without taking into account the hydraulic resistance of the pressure-suction hose used at the end of the pressure hose line).

Keywords: fire hoses, hydro-elevator, head, pressure, hydraulic resistance

For citation: Kurtov S.O., Maly V.P., Makarov V. M. Critical performance analysis of hydro-elevator systems used for water intake by fire apparatus // Actual problems of safety in the technosphere. 2024. No. 4 (12). P. 29-32. URL: <https://doi.org/10.34987/2712-9233.2024.41.67.004>

Научным коллективом Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России (далее – Академия) продолжают исследования в области организации бесперебойной подачи огнетушащих веществ на месте тушения пожара и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. В данной публикации предлагается рассмотреть методику расчета работоспособности гидроэлеваторной системы, применяемой для забора воды пожарными насосами, в случае, когда «классический» вариант (с использованием всасывающей линии) не эффективен.

Основные тактико-технические характеристики гидроэлеватора [1] (далее – Г-600) приведены в таблице.

Таблица. Основные тактико-технические характеристики гидроэлеватора

Наименование параметра	Значение
Расход воды при давлении перед гидроэлеватором 0,8 МПа (8 кгс/см ²), л/мин, не более	550
Производительность, л/мин, не менее	600
Давление за гидроэлеватором (при указанной производительности), МПа (кгс/см ²), не менее	0,17 (1,7)

Считается [2; 3; 4], что забор воды Г-600 возможно организовать при максимальной удаленности пожарного насоса от открытого водоисточника на расстоянии 100 м. Для визуального восприятия на рисунке представлена составленная авторами схема забора воды при помощи одного Г-600 от пожарной автоцистерны (далее – АЦ).

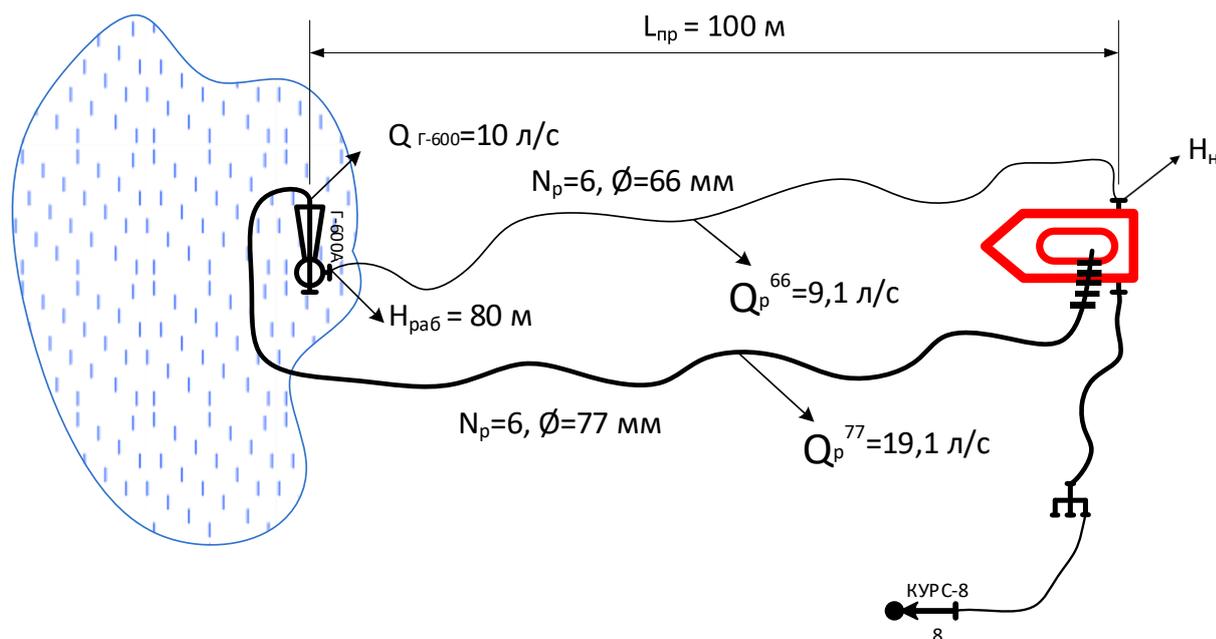


Рисунок. Схема забора воды при помощи одного Г-600 от пожарной автоцистерны, расположенной на расстоянии 100 м от водоисточника

На рисунке приведены следующие параметры насосно-рукавной системы:

$L_{\text{пр}}$ – предельная (максимальная) удаленность пожарного насоса автомобиля от открытого водоисточника, м;

$H_{\text{раб}}$ – рабочий напор воды перед гидроэлеватором, м;

$H_{\text{н}}$ – рабочий напор насоса, м;

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

$Q_{\text{р}}$ – объемный расход в рассматриваемой рукавной линии, л/с;

$Q^{\Gamma-600}$ – производительность гидроэлеватора, л/с.

Для определения количества напорных пожарных рукавов, требуемых для прокладки рукавной линии с диаметром 66 мм на расстояние 100 м от насоса пожарного автомобиля, воспользуемся следующей формулой [5]:

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

$K_{\text{нп}}$ – коэффициент, учитывающий неровности прокладки рукавных линий – 1,2;

L – расстояние от пожарного автомобиля до гидроэлеватора, м;

20 – среднее значение длины напорного пожарного рукава, м.

Для определения потерь напора в рукавных линиях $\Delta H_{\text{р}}$ при обычно осуществляемом турбулентном режиме течения жидкости используем следующую формулу [6]:

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

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

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

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

Авторы в своей научной работе [7] «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 $\Delta H_{\text{р}}^{66}$ в рукавной линии, выполненной из 6 прорезиненных пожарных рукавов диаметром 66 мм каждый длиной 20 метров ($N_{\text{р}}=6$) при развитом турбулентном режиме течения жидкости ($Re^{\text{обыч}} \cong 100\,000$), используя максимальное из приведенных в известных литературных источниках табличное значение гидравлического сопротивления $^{\text{макс}}S_{\text{р}} = 0,035 ((\text{с/л})^2 \times \text{м})$ [7].

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

$$\Delta H_{\text{р}}^{66} = N_{\text{р}} \times ^{\text{макс}}S_{\text{р}} \times Q^2 = 6 \times 0,035 \times 9,1^2 = 17,4 \text{ (м)}.$$

Таким образом, приняв во внимание полученные выше значения потерь напора $\Delta H_{\text{р}}^{66} = 17,4$ м в рукавной линии, проложенной из 6 прорезиненных напорных пожарных рукавов диаметром 66 мм длиной 20 метров каждый, устанавливаем, что при организации схемы забора воды, представленной на рисунке, напор на насосе $H_{\text{н}}$ должен составлять не менее 97,4 м.

Далее проверим по формуле (2) падение напора в рукавной линии (от Г-600 до насоса пожарного автомобиля), проложенной из 6 прорезиненных напорных пожарных рукавов диаметром 77 мм длиной 20 метров каждый:

$$\Delta H_{\text{р}}^{77} = N_{\text{р}} \times ^{\text{макс}}S_{\text{р}} \times Q^2 = 6 \times 0,015 \times 19,1^2 = 32,8 \text{ (м)}.$$

Таким образом, приняв во внимание полученные выше значения потерь напора $\Delta H_{\text{р}}^{77} = 32,8$ м в рукавной линии, проложенной из 6 прорезиненных напорных пожарных рукавов диаметром 77 мм длиной 20 метров каждый, устанавливаем, что при напоре за гидроэлеватором 17 м (с учетом указанной производительности 600 л/мин) рассматриваемая на рисунке схема является неработоспособной (даже без учета гидравлического сопротивления напорно-всасывающего рукава, используемого в конце напорной рукавной линии).

Авторы намерены в ближайшее время осуществить экспериментальную верификацию полученных расчетно-теоретических результатов с использованием разработанной в СПСА экспериментально-исследовательской установки [8]. По итогам экспериментов предлагается сформулировать окончательные рекомендации по уточнению методики расчета параметров применению гидроэлеваторных систем в практической деятельности подразделений МЧС.

Список использованных источников:

1. Российские пожарные системы: гидроэлеватор Г-600 [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosfiresystem.ru/f/gidroelevator-g-600.pdf> (дата обращения: 10.10.2024);
2. Черепанов, Н. С. Повышение производительности гидроэлеватора Г-600 А / Н. С. Черепанов, А. С. Григорьев // Наука в исследованиях молодежи - 2020: Материалы студенческой научной конференции. В II частях, Курган, 25 марта 2020 года / Под общей редакцией И.Н. Миколайчика. Том Часть II. – Курган: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2020. – С. 132-133. ;
3. Калениченко, Е. А. Совершенствование применения гидроэлеваторных систем. Использование инновационной гидроэлеваторной системы «Южная» / Е. А. Калениченко // Высшая школа: научные исследования: Сборник научных статей по итогам работы Межвузовского научного конгресса, Москва, 27 сентября 2019 года / Ответственный редактор Д.Р. Хисматуллин. – Москва: Инфинити, 2019. – С. 190-196.;
4. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара. – М.: Стройиздат, 1987. – 254 с.;
5. Повзик, Я.С. Справочник руководителя тушения пожара / Я.С. Повзик. – Москва, ЗАО «Спецтехника», 2000 – 361с. ;
6. Жучков В.В., Пименов А.А., Карасев Ю.Л. и др. Противопожарное водоснабжение: Учебник. – М.: АГПС МЧС России, 2016. – 320 с.;
7. 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;
8. 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 17.10.2024; одобрена после рецензирования 12.11.2024; принята к публикации 26.12.2024.

The article was submitted 17.10.2024, approved after reviewing 12.11.2024, accepted for publication 26.12.2024.