

УДК 614.84

DOI 10.47367/0021-3497_2025_3_262

**РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНЫХ СТЕНДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА
РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ НАПОРНЫХ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ**

**DEVELOPMENT OF LABORATORY STANDS FOR ASSESSING
THE QUALITY OF REPAIR AND RESTORATION OF PRESSURE FIRE HOSES**

А.Л. НИКИФОРОВ¹, И.А. ЛЕГКОВА¹, Н.Ю. НОВИЧКОВА¹, С.Н. УЛЬЕВА¹, В.Е. РУМЯНЦЕВА^{1,2}

A.L. NIKIFOROV¹, I.A. LEGKOVA¹, N.Yu. NOVICHKOVA¹, S.N. ULEVA¹, V.E. RUMYANTSEVA^{1,2}

¹Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

²Ивановский государственный политехнический университет)

¹Ivanovo Fire and Rescue Academy of the SFC of EMERCOM of Russia,

²Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: anikiforoff@list.ru, legkovai@mail.ru, n.nature@mail.ru,

jivotjagina@mail.ru, varrym@gmail.com

Для устранения повреждений напорных пожарных рукавов предложен способ, позволяющий осуществлять их ремонт с использованием различных полимерных составов с их последующей термообработкой. В результате проведенного исследования выявлены клеящие составы, имеющие высокое сродство к целлюлозосодержащим и полиэфирным текстильным материалам, которые используются при производстве напорных пожарных рукавов и могут быть применены для их ремонта. При этом важна оценка качества результатов проведенных ремонтных мероприятий. В данной статье представлено экспериментальное оборудование (лабораторные стенды), предназначенное для проведения испытания отремонтированного участка пожарного рукава на прочность, основанного на его способности выдерживать рабочее давление. Испытания, проведенные на данных стендах, позволяют отработать предложенную технологию текущего и капитального ремонта напорных пожарных рукавов: подобрать полимерные составы, обеспечивающие наилучшее качество ремонтных работ, и определить режимы их проведения.

To eliminate damage to pressure fire hoses, a method that allows them to be repaired using various polymer compositions with their subsequent heat treatment has been proposed. As a result of the research, adhesives with a high affinity for cellulose-containing and polyester textile materials were identified, which are used in the production of pressure hoses and can be used for their repair. At the same time, it is important to assess the quality of the results of the repair activities carried out. This

article presents experimental equipment (laboratory installations) designed to test the repaired section of the fire hose for strength based on its ability to withstand operating pressure. The tests carried out at these installations allow us to work out the proposed technology of current and major repairs of pressure fire hoses: to select polymer compositions that allow the most high-quality repair work, and to determine the modes of repair activities.

Ключевые слова: напорный пожарный рукав; повреждение; ремонт; полимерные составы; испытание; лабораторный стенд; рабочее давление.

Keywords: fire hose; damage; repair; polymer dispersions; test; laboratory installation; operating pressure.

В процессе эксплуатации пожарные рукава (ПР) подвергаются воздействию внешних негативных факторов, которые могут привести к преждевременному выходу их из строя. Это, в свою очередь, приводит к снижению количества или полному прекращению подачи огнетушащих веществ и увеличению времени тушения пожара [1, 2]. Качественное и своевременное техническое обслуживание пожарных рукавов является актуальной задачей. Основной целью технического обслуживания пожарных рукавов является поддержание их работоспособности, надежности и соответствия нормам безопасности [3, 4].

После каждого использования пожарные рукава подвергаются техническому обслуживанию: мойка, внешний осмотр, испытание, сушка, скатка; при необходимости проводится ремонт [4, 5]. Основными причинами выхода из строя напорных пожарных рукавов (НПР) являются: прогары, порезы, проколы и т. п. Принятие соответствующих мер по устранению неисправностей НПР происходит на основании наличия дефектов и недостатков, выявленных при проведении внешнего осмотра, проверок и соответствующих испытаний рукавной базы, и направлено на обеспечение бесперебойного функционирования технических средств пожаротушения. В настоящее время традиционно ремонт напорных пожарных рукавов производится двумя основными способами: наклеиванием заплат на наружную поверхность рукава клеевыми составами и вулканизацией сырой резиной [6]. Однако данные способы морально устарели, так как предполагают использование

неэффективных материалов, требуют существенных затрат труда и времени и не обеспечивают необходимой надежности отремонтированного изделия.

Для устранения повреждений напорных пожарных рукавов предложены новые подходы, позволяющие осуществлять их ремонт с использованием различных полимерных составов с их последующей термофиксацией [9, 10]. В результате проведения научного поиска выбраны составы, имеющие высокое сродство к целлюлозосодержащим и полиэфирным текстильным материалам, которые используются при производстве напорных пожарных рукавов. На основании сравнительного анализа технических характеристик и эксплуатационных свойств определены полимерные композиции, пригодные для ремонта пожарных рукавов: ПВХ-пластизоли, водные полиуретановые дисперсии, силиконовые герметики. Предложена технология проведения ремонта с использованием данных составов в качестве клеящей основы, отверждение которых производится с применением волновых методов нагрева (ИК-излучения или электромагнитных полей ВЧ/СВЧ диапазона). Данные методы более эффективны по сравнению с традиционными контактными и конвективными методами подвода тепла [11].

Важным вопросом является оценка качества результатов проведенных ремонтных мероприятий [12, 13]. Традиционно результатом оценки является определение способности восстановленного изделия выдерживать рабочее давление. Суть сводится к тому, что отремонтированное изделие

подвергается воздействию давления, которое должно соответствовать показателю рабочего давления. Для осуществления контроля используются установки, приведенные в нормативных документах [6...8, 14]. Однако в нашем случае использование гос-тированных методик на данном этапе существенно затрудняет работу, что объясняется большим количеством испытаний при отработке технологических режимов и подборе оптимальных составов и концентраций новых полимерных композиций. В связи с этим нами были разработаны малогабаритные лабораторные установки для оценки качества текущего и капитального ремонта напорных пожарных рукавов.

Установка для отработки методики текущего ремонта представлена на рис. 1.

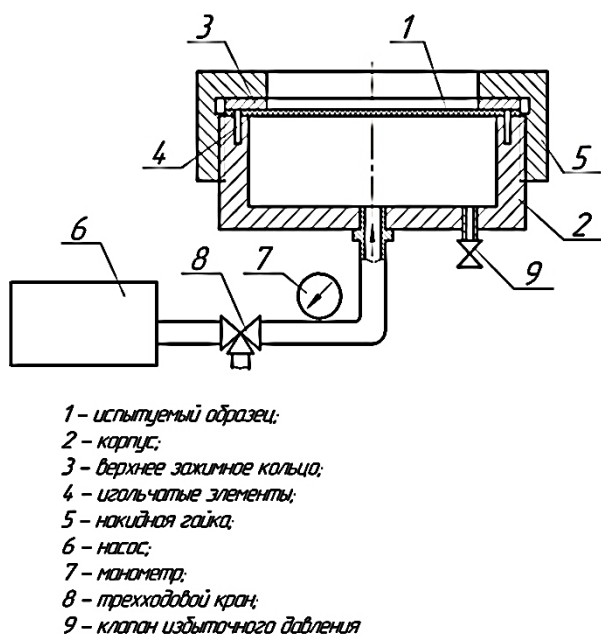


Рис. 1

Испытания проводятся в следующем порядке:

- выбирается напорный пожарный рукав с характерными повреждениями, которые имеют малую площадь (не более 100 мм²). Из него вырезается соответствующий участок длиной 120 мм и разрезается вдоль; из полученного плоского элемента вырезается образец, который представляет собой плоскую круглую мембрану диаметром 120 мм;
- поврежденный участок на образце обрабатывается полимерным составом (при

необходимости может наноситься несколько слоев) с последующей термофиксацией с использованием инфракрасного (ИК) нагрева, который по параметрам должен соответствовать ИК-излучению, используемому в установке, предназначенной для текущего ремонта напорных пожарных рукавов;

- по завершении проведения ремонтных мероприятий образец помещается в лабораторную испытательную установку (отремонтированный участок должен находиться по центру образца). Исследуемый образец 1 фиксируется внутри испытательной камеры 2 шайбой 3, имеющей игольчатые элементы 4. После размещения испытуемого образца внутри камеры он фиксируется и дополнительно уплотняется за счет использования накидной гайки 5 (рис. 1);

- после этого внутри испытательной камеры 2 с помощью насоса 6 создается необходимое давление воды или воздуха, которое фиксируется манометром 7. Перед манометром 7 размещается трехходовой кран 8, позволяющий после проведения испытания сбросить избыточное давление внутри испытательной камеры 2, что необходимо для проведения исследований циклических нагрузок на ремонтное изделие и при замене образца. Камера снабжается автоматическим аварийным клапаном сброса давления 9;

- испытуемый образец выдерживается при заданном давлении в течение 10...15 минут. Оценивается способность отремонтированного изделия выдерживать действие высокого давления с учетом циклическости и температурных показателей.

Проведение циклических испытаний единичного образца проводится для определения жизненного цикла отремонтированного изделия. При этом должна выполняться визуальная оценка целостности покрытия на наличие отслоения (оценка адгезионной прочности покрытия).

На основании предложенной методики испытаний осуществляется подбор полимерных составов, обеспечивающих наиболее качественное проведение ремонта пожарных рукавов, и определяются оптимальные режимы отверждения данных составов.

Для проверки качества проведения капитального ремонта напорных пожарных рукавов разработана установка, представленная на рис. 2, которая состоит из источника давления (насоса) 1; манометра 2; полугайки 3, к которой присоединяется испытуемый образец 4; заглушки 5 и трехходового крана 6, позволяющего по завершении испытания сбросить избыточное давление из системы.

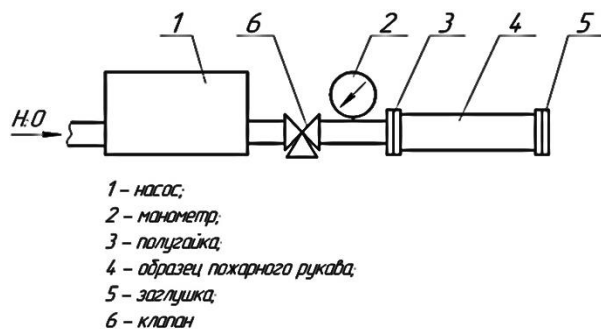


Рис. 2

На данной установке производится оценка качества проведения капитального ремонта напорных пожарных рукавов, имеющих большие площади повреждений, например, порезы, длина которых составляет более 100 мм. Испытания предполагается проводить на имеющих характерные повреждения образцах длиной 0,5 м.

Суть проведения ремонтно-восстановительных мероприятий сводится к тому, что на очищенную поверхность поврежденного рукава наносится восстанавливающий полимерный состав в сочетании с армирующим слоем. Фиксация полимера на лабораторных образцах поврежденного пожарного рукава в данном случае производится в СВЧ установке. После отверждения полимера образец закрепляется на лабораторном испытательном стенде (рис. 2), и производится оценка качества ремонтных работ. Для этого один конец отремонтированного участка рукава присоединяется к полугайке 3, а на другой устанавливается заглушка 5. Далее с помощью насоса 1 создается необходимое давление воды, которое фиксируется манометром 2. Испытуемый образец выдерживается при заданном давлении в течение 10...15 мин. Оценивается способность отремонтированного изделия

выдерживать рабочее давление. По окончании испытания производится сброс избыточного давления внутри испытательной установки, после чего можно производить замену образца и проводить дальнейшие исследования.

В данном случае производится отработка методики проведения ремонтных работ, подбор эффективных полимерных составов, что оценивается по прочностным значениям и адгезионным характеристикам. На этом этапе также производится отработка режимов проведения ремонтных работ (мощности и продолжительности обработки пожарного рукава в СВЧ установке).

Сертификационные испытания качества проведения ремонтных работ будут проводиться только для тех образцов полимерных покрытий, которые показали наилучшие результаты на стадии лабораторных исследований.

ВЫВОДЫ

Предложенные лабораторные установки позволяют отработать технологию текущего и капитального ремонта напорных пожарных рукавов без использования в ходе проведения исследований дорогостоящего оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сараев И.В., Бубнов А.Г., Курочкин В.Ю. и др. Относительная общая польза – дополнительный комплексный критерий выбора пожарных рукавов // Пожаровзрывобезопасность. 2015. Т. 24. № 4. С. 66...71.
2. Полозов А.А., Самохвалов Ю.П. Определение относительных частот использования пожарного оборудования на пожарах // Пожаровзрывобезопасность. 2006. Т. 15, № 4. С. 62...65.
3. Елфимова М.В. Обслуживание пожарных рукавов // Вестник Восточно-Сибирского института Министерства внутренних дел России. 2010. № 3 (54). С. 55...62.
4. Новичкова Н.Ю., Сараев И.В., Новожилова К.А., Никифоров А.Л. Зарубежный опыт эксплуатации пожарных рукавов // Современные проблемы гражданской защиты. 2024. №3 (52). С. 39...45.
5. Новичкова Н.Ю., Легкова И.А., Ульяева С.Н., Бубнов А.Г. Пожарные рукава – требования по производству, эксплуатации и хранению. Мировой опыт // Современные проблемы гражданской защиты. 2024. №1 (50). С. 84...91.

6. ГОСТ Р 51049-2019. Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытаний.

7. НПБ 152-2000. Техника пожарная. Рукава пожарные напорные Технические требования пожарной безопасности. Методы испытаний.

8. ГОСТ Р 53277-2009. Техника пожарная. Оборудование по обслуживанию пожарных рукавов. Общие технические требования. Методы испытаний.

9. Ульева С.Н., Легкова И.А., Никифоров А.Л. и др. Возможности использования полимерных дисперсий для ремонта и восстановления пожарных напорных рукавов // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2024. № 3 (411). С. 141...148.

10. Дрогун А.Е., Циркина О.Г., Никифоров А.Л. Особенности процесса желирования ПВХ-пластизолов в поле токов высокой частоты при формировании полимерных покрытий на текстильных материалах // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2010. №4 (325). С. 67...70.

11. Сараев И.В., Семенов А.Д. Альтернативный способ ремонта напорных пожарных рукавов// Современные проблемы гражданской защиты. 2023. №4 (48). С. 116...123.

12. Сараев И.В., Бубнов А.Г. и др. Особенности восстановления технической готовности напорных пожарных рукавов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2025. №2 (416). С. 294...301.

13. Никифоров А.Л., Легкова И.А., Ульева С.Н., Колобов М.Ю. Использование полимерных дисперсий для ремонта напорных пожарных рукавов // Современные наукоемкие технологии. 2024. №2. С.93...98.

14. Методическое руководство по организации и порядку эксплуатации пожарных рукавов. М.: ВНИИПО, 2008. 55 с.

REFERENCES

1. Saraev I.V., Bubnov A.G., Kurochkin V.YU., Moiseev YU.N., Semenov A.D. Relative overall benefit – an additional comprehensive criterion for the selection of fire hoses // Fire and explosion safety. 2015, vol. 24, №4. P. 66...71.

2. Polozov A.A., Samokhvalov Yu.P. Determination of relative frequencies of fire equipment use in fires // Fire and explosion safety. 2006, vol. 15, № 4. P. 62...65.

3. Elfimova M.V. Maintenance of fire hoses // Bulletin of the East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 2010. № 3 (54). P. 55...62.

4. Novichkova N.Yu., Saraev I.V., Novozhilova K.A., Nikiforov A.L. Foreign experience in the operation of fire hoses // Modern problems of civil protection. 2024. № 3 (52). P. 39...45.

5. Novichkova N.Yu., Legkova I.A., Uleva S.N., Bubnov A.G. Fire hoses – requirements for production, operation and storage. World experience // Modern problems of civil protection. 2024. № 1 (50). P. 84...91.

6. GOST R 51049-2019. Fire fighting equipment. Pressure fire hoses. General technical requirements. Test methods.

7. NPB 152-2000. Fire fighting equipment. Fire hoses pressure Technical requirements of fire safety. Test methods.

8. GOST R 53277-2009. Fire fighting equipment. Equipment for the maintenance of fire hoses. General technical requirements. Test methods.

9. Uleva S.N., Legkova I.A., Nikiforov A.L. etc. Possibilities of polymer dispersions using for repair and restoration of fire pressure hoses // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2024. №3 (411). P. 141...148.

10. Drogun A.E., Tsikina O.G., Nikiforov A.L. Features of the gelling process of PVC plastisols in the field of high-frequency currents during the formation of polymer coatings on textile materials // Izvestiya higher educational institutions. Technology of the textile industry. 2010. № 4 (325). P. 67...70.

11. Saraev I.V., Semenov A.D. Alternative method of repairing pressure fire hoses // Modern problems of civil defense. 2023. No. 3 (48). P. 116...123.

12. Saraev I.V., Bubnov A.G. etc. Features of restoration of technical readiness of pressure fire hoses // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. 2025. № 2 (416). P. 294...301.

13. Nikiforov A.L., Legkova I.A., Uleva S.N., Kolobov M.Yu. The use of polymer dispersions for the repair of pressure fire hoses // Modern high-tech technologies. 2024, № 2. P. 93...98.

14. Methodological guide to the organization and operation of fire hoses. М.: ВНИИПО, 2008. 55 p.

Рекомендована кафедрой пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК «Государственный надзор») Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. Поступила 05.12.24.