

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ  
НА ПРОЧНОСТЬ НАПОРНЫХ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ  
ПРИ ГИДРАВЛИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ\***

**RESEARCH OF INFLUENCE OF DIFFERENT FACTORS  
ON FORCING FIRE-HOSE STRENGTH  
AT HYDRAULIC EFFECT**

*О.С. СТЕПАНОВ, Е.В. БРАТОЛЮБОВА, А.А. ШИРОКОВ*  
*O.S. STEPANOV, E.V. BRATOLYUBOVA, A.A. SHIROKOV*

**(Ивановская государственная текстильная академия)**  
**(Ivanovo State Textile Academy)**  
E-mail: ttp@igta.ru

*В статье выполнено сравнение разрывных давлений в напорных пожарных рукавах производства ЗАО "ПО "БЕРЕГ" с разрывными давлениями в тех же рукавах, полученных в лаборатории ВНИИПО МЧС России. Достоверность теоретических положений подтверждена хорошим совпадением расчетных и экспериментальных данных.*

*The article presents the comparison of breaking pressures in forcing fire-hoses by production of "Bereg" closed company with breaking pressures in the same fire-hoses, produced in the laboratory of research institute of the Russian Emergency Ministry. Reliability of theoretical regulations has been proved by high coincidence of calculation and experimental data.*

**Ключевые слова:** напорные пожарные рукава, прочность, гидравлическое воздействие, исследование факторов.

**Keywords:** forcing fire-hoses, strength, hydraulic influence, research of factors.

В [1] получена зависимость (37), связывающая разрывное внутреннее гидравлическое давление  $p_{\text{разр}}$  в пожарном рукаве с разрывной нагрузкой в уточной нити  $N_{\text{разр}}$ , радиусом рукава  $R$ , геометрически-

ми плотностями по основе  $L_0$  и утку  $L_y$ , диаметрами нитей основы  $d_0$  и утка  $d_y$ , коэффициентами вертикального смятия основы  $\eta_{\text{ов}}$  и утка  $\eta_{\text{ув}}$ :

$$p_{\text{разр}} = \frac{2N_{\text{разр}}L_0}{R \left\{ L_y(2L_0 - d_0) + L_0 \left[ 2\sqrt{L_y^2 + (d_0\eta_{\text{ов}} + d_y\eta_{\text{ув}})^2} - d_y \right] \right\}}. \quad (1)$$

\* Статья выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Г.И. Чистобородова.

Разрывное давление, определяемое по формуле (1), является одним из важнейших прочностных параметров напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии, регламентируемых ГОСТ Р 51049–97.

Важным критерием достоверности теоретических положений и соотношений для прочностного расчета напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии [1], [2], в том числе и зависимости (1), является сравнение теоретических результатов, полученных на основании этих теоретических положений и соотношений, с имеющимися экспериментальными данными.

В связи с этим было выполнено сравнение разрывных давлений в латексированных напорных пожарных рукавах производства ЗАО "ПО "БЕРЕГ", рассчитанных по формуле (1), с разрывными давлениями в тех же рукавах, полученными опытным путем в лаборатории Всероссийского научно-исследовательского института противопожарной обороны МЧС России.

Установлено почти точное совпадение расчетных и экспериментальных значений разрывных давлений для рукавов диаметром 150 мм, близкие значения для рукавов диаметром 89 мм (расхождение 3,14%) и относительно небольшое расхождение в значениях (менее 10%) для рукавов диаметрами 77, 66 и 51 мм, что подтверждает достоверность теоретических положений и соотношения (1) для прочностного расчета напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии.

На основе полученного соотношения (1) исследовано влияние таких факторов, как разрывное усилие уточных нитей, радиус рукава, геометрические плотности по основе и утку, диаметры нитей основы и утка, коэффициенты вертикального смятия нитей на разрывное давление в латексированных напорных пожарных рукавах производства ЗАО "ПО "БЕРЕГ", рассчитанных на рабочее давление 1,6 МПа.

Разрывное давление пожарного рукава прямо пропорционально разрывному усилию уточных нитей и обратно пропорцио-

нально радиусу пожарного рукава при постоянстве всех других его параметров, что непосредственно следует из соотношения (1). С увеличением (уменьшением) величины разрывного усилия уточных нитей разрывное давление (то есть, фактически, прочность пожарного рукава) существенно возрастает (падает) (рис. 1 – зависимость величины разрывного давления  $P_{\text{разр}}$  от разрывного усилия уточной нити несущей тканой оболочки напорных пожарных рукавов разных диаметров: 1 – для диаметра 150 мм; 2 – для диаметра 89 мм; 3 – для диаметра 77 мм; 4 – для диаметра 66 мм; 5 – для диаметра 51 мм). С увеличением (уменьшением) радиуса пожарного рукава его разрывное давление уменьшается (возрастает), причем с уменьшением радиусов поперечных сечений пожарных рукавов крутизна характеристик возрастает (рис. 1).

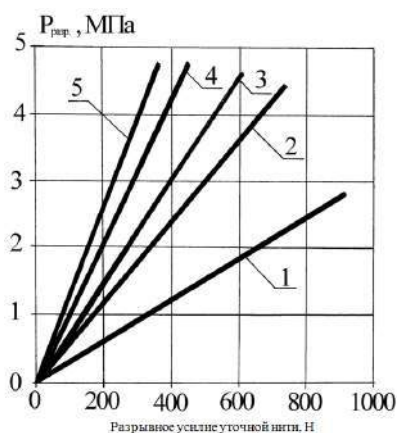


Рис. 1

На рис. 2 (зависимость величины разрывного давления  $p_{\text{разр}}$  от геометрической плотности по основе несущей тканой оболочки напорного пожарного рукава диаметром 89 мм) и рис. 3 (зависимость величины разрывного давления  $p_{\text{разр}}$  от геометрической плотности по утку несущей тканой оболочки напорного пожарного рукава диаметром 89 мм) представлены зависимости величин разрывных давлений от геометрических плотностей по основе и утку нитей несущей тканой оболочки латексированного напорного пожарного рукава диаметром 89 мм, рассчитанного на рабочее давление 1,6 МПа.

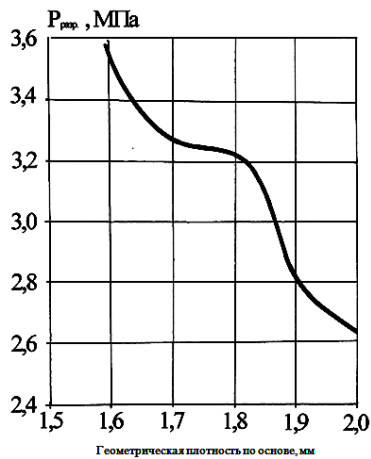


Рис. 2

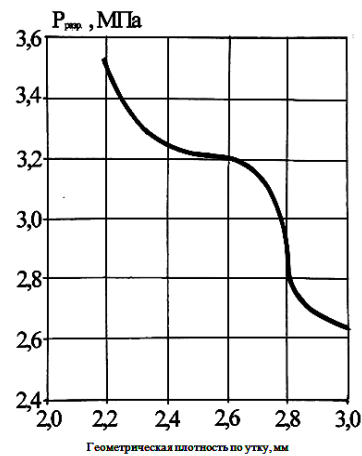


Рис. 3

Анализ зависимостей показывает, что разрывное давление пожарного рукава существенно возрастает (падает) при уменьшении (увеличении) геометрических плотностей по основе и утку нитей несущей тканой оболочки.

Установленная тенденция увеличения разрывного давления пожарного рукава с уменьшением геометрических плотностей по основе и утку нитей несущей тканой оболочки может быть обоснована следующим образом. С уменьшением геометрических плотностей по основе  $L_0$  и утку  $L_y$  нитей уменьшаются площади полосок с приложенным к ним гидравлическим давлением, приходящиеся на рассматриваемые отрезки нитей [2, рис. 1-а, б)], а следовательно, уменьшатся и нагрузки, воспринимаемые этими отрезками нитей. В этом случае при одном и том же разрывном усилии уточной нити равновесие рассматриваемого отрезка нити утка будет сохранено лишь при более высоком значении гидравлического давления внутри пожарного рукава.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что разрывное давление латексированного напорного пожарного рукава, то есть его прочностные характеристики при гидравлическом воздействии, существенно зависят от геометрических плотностей по основе и утку нитей несущей тканой оболочки, что важно учитывать при проектировании новых пожарных рукавов. Уменьшение геометрических плотностей по основе и утку нитей несущей

тканой оболочки пожарного рукава (если есть для этого технологические возможности) представляется нам наиболее эффективным путем увеличения прочностных характеристик пожарного рукава при гидравлическом воздействии в отличие от непосредственного увеличения разрывных усилий уточных нитей, так как последнее связано при неизменности материала нитей (например, лавсан) с увеличением их диаметра, а следовательно, и с более существенным увеличением затрат на сырье при производстве пожарных рукавов. Более того, затраты на сырье при производстве пожарных рукавов в некоторых случаях могут быть даже сокращены, если изготавливать из нитей меньшего диаметра более плотные по основе и утку ткани несущих оболочек пожарных рукавов при неизменности их прочностных характеристик при гидравлическом воздействии, что, на наш взгляд, технологически возможно. Теоретическое обоснование этого и необходимые расчеты могут быть выполнены по формуле (1).

На основе зависимости (1) установлено, что разрывное давление пожарного рукава несущественно возрастает с увеличением диаметров нитей основы и утка ткани его несущей оболочки (рис. 4 – зависимость величины разрывного давления  $P_{разр}$  от диаметра основных нитей, рис. 5 – уточных нитей, несущей тканой оболочки напорного пожарного рукава диаметром 89 мм. Та же тенденция возрастания, хотя и более существенного, разрывного давле-

ния пожарного рукава наблюдается и с увеличением вертикального смятия нитей ткани его несущей оболочки (рис. 6 – зависимость величины разрывного давления



Рис. 4

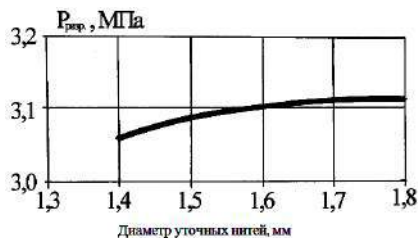


Рис. 5

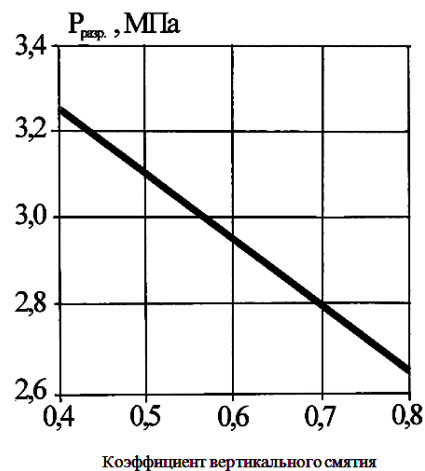


Рис. 6

Проведенное исследование влияния различных факторов на прочность напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии следует учитывать при проектировании и создании новых напорных пожарных рукавов.

Формула (1) и полученные на ее основе результаты исследования влияния различных факторов на прочность напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии могут быть положены в основу методики рационального проектирования напорных пожарных рукавов с заданными характеристиками прочности, позволяющей выполнить важный этап изготовления новых напорных пожарных рукавов, а именно произвести прочностной расчет и подобрать рациональные параметры тканой несущей оболочки (тканого каркаса) пожарного рукава.

## ВЫВОДЫ

1. Достоверность теоретических положений и формулы (1) для прочностного расчета напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии подтверждены достаточно хорошим совпадением расчетных данных по разрывным давлени-

$P_{разр}$  от коэффициента вертикального смятия нитей несущей тканой оболочки напорного пожарного рукава диаметром 89 мм).

ниям, полученным на основе этой формулы, и существующих экспериментальных данных.

2. Исследовано влияние таких факторов, как разрывное усилие уточных нитей, радиус рукава, геометрические плотности по основе и утку, диаметры нитей основы и утка, коэффициенты вертикального смятия нитей на разрывное давление в латексированных напорных пожарных рукавах производства ЗАО "ПО "БЕРЕГ", рассчитанных на рабочее давление 1,6 МПа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Моторин Л.В., Степанов О.С., Братолобова Е.В. Упрощенная математическая модель для прочностного расчета напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №1. С. 126...133.
2. Моторин Л.В., Степанов О.С., Братолобова Е.В. Математическая модель для прочностного расчета напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №8. С. 103...109.

Рекомендована кафедрой инженерной графики.  
Поступила 01.06.12.