

## Потери напора в пожарных рукавах Михневич Э.И., (БГПА) Яковчук В.И. (ВПУ МЧС Республики Беларусь)

В пожарной технике для подачи к месту пожара воды или водных растворов пенообразователей используются гибкие трубопроводы - напорные пожарные рукава. Первые пожарные рукава были выпущены в 1676 году в Амстердаме (Голландия) и изготавливались из кожи, скрепленной заклепками. Рукава были тяжелыми и негибкими и предназначались для подачи воды от ручных насосов к месту пожара. В 1821 году в Англии появились рукава из тканого льна, а в 1868 г. в той же Англии были запатентованы рукава с резиновым внутренним слоем.

Дальнейшая эволюция пожарных рукавов была связана с появлением высокопрочных синтетических волокон (нейлона, поливинилхлорида, полиуретана), применение которых позволило в 1957 году выпустить первые синтетические рукава. С 1963 года для производства пожарных рукавов стали применяться полиамидные полиэфиры. Применение новых материалов позволило существенно снизить массу рукавов, повысить их долговечность и прочность.

В настоящее время практически во всем мире наметилась тенденция замены льняных рукавов на рукава из синтетических материалов. В ФРГ, например, фирмы Suter и Growag выпускают рукава, имеющие внутреннее резиновое покрытие и внешнюю оболочку из полиэфира. Рукава отличаются высоким качеством и надежностью в работе.

Стандарт Великобритании В8 3165:1986 содержит сведения о конструктивных и механических свойствах, порядке испытаний и эксплуатации рукавных линий, изготовленных с применением резин и пластмасс. А фирма Yilvertown выпускает рукава из силиконовой резины и асбестовых волокон, что позволяет подвергать их воздействию открытого пламени в течение 19 минут. Из этого же материала фирма изготавливает трубопроводы для подачи огнетушащих веществ в автоматические установки пожаротушения на химических предприятиях, военных объектах и самолетах.

На производстве пожарных рукавов специализируется норвежская фирма Mandals, основанная еще в 1775 году. Выпускаемые ею пожарные рукава изготавливаются из прочной ткани, получаемой из полиэфирных волокон с покрытием из полиэфирного эластомера. Они устойчивы к гидролизу и химикатам, к изгибанию, показывают отличные механические свойства и выдерживают температуры от -

50°С до 90°С. К тому же они легковесны и долговечны в эксплуатации.

Фирма **National fire hose corp.** (Канада) выпускает пожарные рукава длительного срока эксплуатации. Материалом для наружного слоя рукавов служат износостойкие синтетические волокна Nylon желтого или коричневого цвета, не теряющие своих эластичных и прочностных свойств при воздействии тепла и низких температур, при длительном хранении и эксплуатации. Внутренняя часть рукава представляет собой слой ткани из синтетических волокон, которая тщательно проверяется на гидростатическое давление. Соединение слоев производится эластичной резиной. Фирма гарантирует эксплуатацию рукавов в течение 10 лет.

Главным поставщиком пожарных рукавов в Чехии является завод Technolen, который в последние годы значительно обновил выпускаемый ассортимент, используя иностранные лицензии и собственные разработки. Завод выпускает пожарные рукава полиамидные с внутренним полиэфирным слоем, те и другие диаметром 52 и 75 мм. Разработаны новые типы пеньковых рукавов диаметром 25, 52 и 75 мм; полиамидных с внутренним резиновым слоем диаметром 110 мм, за которыми последуют другие размеры. В будущем предусмотрен выпуск полиэфирных пожарных рукавов. Все рукава отвечают повышенным требованиям к прочности, износостойкости и другим характеристикам на уровне мировых стандартов.

Основным поставщиком пожарных рукавов для пожарной службы и объектов хозяйствования Беларуси является Россия (Павлово-посадский льнокомбинат и Бийский химкомбинат).

Используемые в настоящее время в теории и практике пожаротушения значения гидравлических сопротивлений пожарных рукавов были получены Н.А.Тарасовым-Агалаковым еще в 40-50-е годы для прорезиненных и непрорезиненных рукавов с чехлом из натуральных волокон (в основном лен), которые в настоящее время почти не используются, им на смену пришли рукава из синтетических материалов, что требует исследования их гидравлических параметров и совершенствования методики их гидравлического расчета. В существующей методике данный расчет базируется на допущении, что при движении воды по пожарным рукавам реализуются рабочие расходы, обеспечивающие квадратичную область турбулентного режима. При таком допущении потери напора в рукаве прямо пропорциональны квадрату расхода жидкости  $Q^2$ :

$$h = SQ^2.$$

Коэффициент пропорциональности 8 называют сопротивлением пожарного рукава (стандартная длина 20 м). Его значения, используемые в современной методике гидравлического расчета пожарных рукавов, приведены в табл.1, взятой из справочной литературы (Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара).

Таблица 1

**Значения сопротивлений S пожарных рукавов**

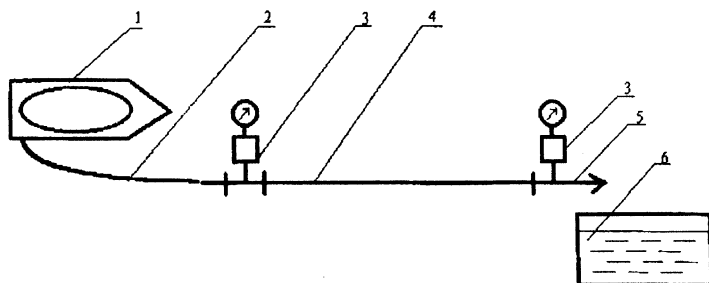
Рукава	Диаметр рукава, мм			
	51	66	77	89
Прорезиненные	0,15	0,035	0,015	0,004
Непрорезиненные	0,3	0,077	0,03	-

Как видно из табл.1, гидравлическое сопротивление напорных пожарных рукавов определяется диаметром и типом рукава (прорезиненный, непрорезиненный). Гидравлический расчет рукавов, изготовленных из других материалов, например латексированных, производится по значениям гидравлического сопротивления прорезиненных рукавов. Однако, как показывает практика, расчеты по этой методике с использованием данных значений сопротивлений не всегда соответствуют действительности. Это объясняется несовершенством данной методики, согласно которой гидравлическое сопротивление не зависит от критерия Рейнольдса, сроков службы рукава, материала его изготовления, вида транспортируемой жидкости (ведь мы подаем на тушение не только воду, но и водные растворы пенообразователей различной концентрации) и т.д.

Для определения величин гидравлического сопротивления современных напорных рукавов и его зависимости от вышеизложенных факторов в ВПТУ МЧС Республики Беларусь были проведены экспериментальные исследования в натуральных условиях по схеме, приведенной на рис. 1. Исследованию подвергались льняные непрорезиненные (ГОСТ 472-75), прорезиненные (ГОСТ 7877-75) и латексированные (ТУ 17 РСФСР 40-6851-77) напорные пожарные рукава, наиболее часто используемых в практике пожаротушения диаметров (51, 66, 77 мм) и с различными сроками эксплуатации (от новых до 8 лет.)

Методика эксперимента состояла в следующем. Пожарным насосом автомобиля 1 вода подавалась по соединительному рукаву 2 в исследуемый рукав 4. Соединительный рукав применялся для уменьшения турбулентности потока и создания прямолинейного входа в рукав 4. Потери напора фиксировались по разности показаний

образцовых манометров, расположенных в начале и в конце исследуемого участка. Для уменьшения погрешностей измерений, вызванной пульсациями давления в линии, манометры устанавливались на специальных вставках 3 с воздушными колпаками. Расход воды определялся по стволу - водомеру 5, протарированному объемным способом с помощью тарировочной емкости 6. Регулирование расхода осуществлялось задвижкой на напорном патрубке насоса. Опытные данные обрабатывались на компьютере, с помощью подготовленных для этого и имеющихся стандартных программ.



**Рис. 1. Схема экспериментальной установки**

Исследования напорных пожарных рукавов показали, что с увеличением внутреннего давления  $P_{\text{вн}}$  транспортируемой жидкости имеет место деформация растяжения материала чехла рукавов, что приводит к увеличению расчетной площади поперечного сечения и длины рукавов.

Фактическую площадь поперечного сечения напорных рукавов в зависимости от внутреннего давления в них рекомендуется определять по значениям фактического диаметра, представленных в виде кривых на рис. 2, которые построены по экспериментальным данным. Увеличение длины рукавов достигает 6%.

На рис. 3 изображены экспериментальные зависимости коэффициента гидравлического трения Дарси  $A$ , от критерия Рейнольдса  $Re$  для напорных пожарных рукавов диаметром 51 мм. Как видно, гидравлические сопротивления льняных, латексированных и прорезиненных пожарных рукавов отличаются друг от друга, и поэтому гидравлический расчет латексированных рукавов по значениям сопротивлений прорезиненных приводит на практике к погрешностям. Квадратичная зона сопротивлений в данных рукавах реализуются при числах Рейнольдса более 180000-200000, что соответствует расходу воды более 7-9 л/с, в то время как в практике пожаротушения в

рукавах диаметром 51 мм реализуются, в основном, рабочие расходы (3-5 л/с). В этом случае величина сопротивлений превышает табличные значения, что также приводит к ошибкам в гидравлическом расчете рукавов.

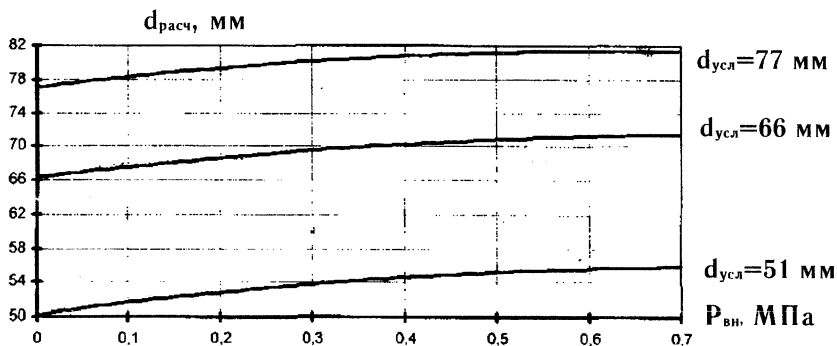


Рис.2. Зависимость  $d_{расч} = f(P_{вн})$

Напорные пожарные рукава в зависимости от срока эксплуатации делятся на 4 категории: I - до 3 лет эксплуатации, II - 3-6 лет, III - 6-7 лет, IV - рукава, которые не выдерживают норм испытаний для III категории. Однако в существующей методике в расчет принимаются значения гидравлического сопротивления рукавов I категории, а на рис. 3 также видно, что с увеличением срока службы рукавов их гидравлическое сопротивление возрастает примерно на 8-10% при переходе в последующую категорию. Пренебрежение этим в существующей методике также приводит к существенным ошибкам в расчете рукавных систем.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что для более точного определения потерь напора следует использовать рекомендуемую нами формулу, в которой учитываются сроки эксплуатации рукава:

$$h = knSg^2,$$

где  $k$  - коэффициент, зависящий от категории (срока эксплуатации рукава) и принимаемый:

$k = 1$  для рукавов I категории;

$k = 1,1$  для рукавов II категории;

$k = 1,2$  для рукавов III категории;

$n$  - количество рукавов в рукавной линии.

Гидравлическое сопротивление  $S$  пожарных рукавов при этом

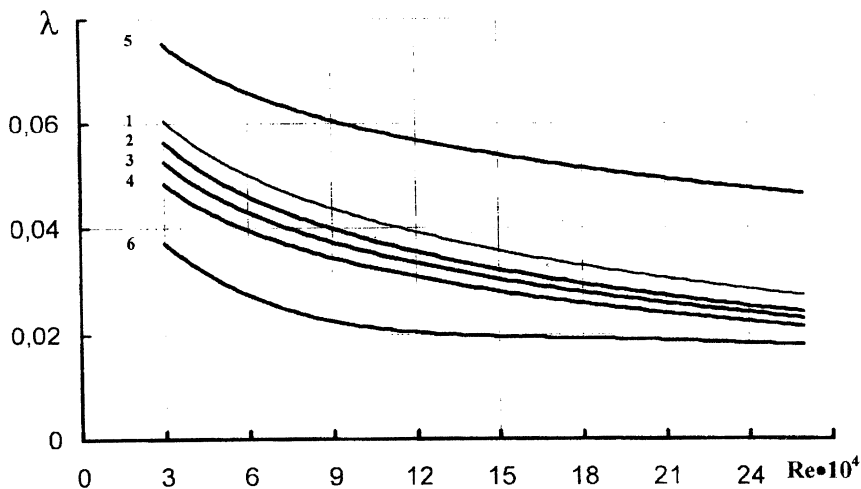


Рис. 3. Гидравлические сопротивления напорных пожарных рукавов диаметром 51 мм: латексированные 1 - I категории, 2 - II категории, 3 - III категории, 4 - IV категории; 5- льняные непрорезиненные I категории; 6- прорезиненные I категории.

предлагается определять по уточненным опытным путем значениям, которые приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Значения гидравлического сопротивления напорных пожарных рукавов**

Тип рукава	Диаметр рукава, мм.		
	51	66	77
Прорезиненный	0,13	0,035	0,015
Латексированный	0,15	0,040	0,021
Непрорезиненный	0,30	0,077	0,033

Из табл.2 видно, что гидравлическое сопротивление латексированных рукавов отличается от аналогичных значений прорезиненных рукавов и расчет насосно-рукавных систем, с латексированными рукавами по значениям гидравлических сопротивлений прорезиненных рукавов приводит к большим погрешностям.

Таким образом, из вышеизложенного можно сделать вывод, что существующая методика гидравлического расчета насосно-рукавных систем нуждается в переработке. В ней необходимо учесть влияние

деформаций рукавов под действием внутреннего давления транспортируемой по ним жидкости, срок их эксплуатации и другие факторы.

## **Фильтрационные исследования придамбового дренажа** **Круглов Г.Г.** **Джайсвал Мохан Прасад** **(БГПА)**

Одним из наиболее негативных последствий создания водохранилищ является затопление и подтопление земель, и связанное с этим, уменьшение земельного фонда. По данным А.Б.Авакяна в целом по странам СНГ при создании водохранилищ затоплено около 7 млн.га. земель, 10% из которых приходится на долю пашни и 29% – на сеякосы и пастбища. Площади подтоплений оцениваются в 10-15% от площади затоплений, а при неблагоприятных природных условиях (равнинный характер территории, водопроницаемые и обводненные грунты и т.д.) и в зависимости от площади зеркала водохранилища они могут достигать 70-80%.

Строительство прудов и водохранилищ в условиях равнинного рельефа Беларуси, когда грунты ложа водохранилищ на большей части территории республики представлены песчаными и супесчаными четвертичными отложениями с грунтовыми водами, залегающими близко к дневной поверхности, всегда связано с необходимостью защищать значительные территории от затоплений и подтоплений.

Наиболее часто в состав защитных сооружений белорусских водохранилищ входят оградительные дамбы, трубчатый дренаж и придамбовый канал, которые предназначены для организационного сбора и отвода в НБ воды, фильтрующей через тело плотины и ее основание.

Оградительные дамбы отсыпаются из местного грунта, чаще всего мелкого песка и супеси, средняя высота дамб 3-5 м, заложение верхового откоса 3-7, низового – 2,5. Дренаж низового откоса дамб выполняется из гончарных трубок диаметром 200 мм с устройством обратного фильтра. Для обеспечения необходимого понижения кривой депрессии в зоне низового откоса дрена заглубляется на 0,6-1,0 м от подошвы плотины и располагается в теле плотины на расстоянии до 5 м от бровки низового откоса.

Параллельно низовому откосу плотины, на расстоянии 15-20 м от