

УДК 677.024

**О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИТЕЙ
ИЗ СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЖАРНЫХ НАПОРНЫХ РУКАВОВ
С УЛУЧШЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ**

**ABOUT PERSPECTIVES OF THE USE OF THREADS
FROM SUPER-HIGH-MOLECULAR POLYETHYLENE
FOR THE PRODUCTION OF FIRE-PRESSURE HOSES
WITH IMPROVED PROPERTIES**

Л.В. ЛОГИНОВА, А.Е. АРИПБАЕВА
L.V. LOGINOVA, A.E. ARIPBAYEVA

(Алматинский технологический университет,
Южно-Казахстанский государственный университет им. М.О. Ауэзова, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University,
South-Kazakhstan State University named after M. Auezov, Republic of Kazakhstan)
E-mail: akerke-1982@mail.ru

Рассмотрены перспективы использования нитей из сверхвысокомолекулярного полиэтилена для производства армирующих каркасов пожарных напорных рукавов с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Prospects for using ultra-high-molecular-weight polyethylene filaments for the production of reinforcing frames of fire-fighting pressure hoses with improved performance characteristics.

Ключевые слова: пожарный напорный рукав, тканый армирующий каркас пожарного рукава, разрывное усилие уточных нитей.

Keywords: fire pressure hose, woven reinforcing frame of fire hose, bursting force of weft yarns.

Пожарные напорные рукава (ПНР) – одно из основных средств тушения пожаров. Конструктивно они выполнены как плоскостворачиваемые гибкие трубопроводные системы на тканевой основе со слоями (слоем) резины и служат для подачи огнетушащей жидкости (воды и водных растворов пенообразователей) под давлением на расстояние к месту пожара. По отношению к ПНР чрезвычайно важно требование к их надежности и работоспособности, так как от этого напрямую зависит положительный результат при тушении пожаров, и, как следствие, – спасенные жизни людей и имущество.

Основным несущим элементом ПНР является тканый армирующий каркас, почти полностью воспринимающий усилия, обусловленные наличием давления жидкости внутри пожарного рукава.

Анализ структуры армирующих каркасов ПНР показал, что все они в большинстве случаев состоят из однослойных оболочек полотняного переплетения. По длине ПНР располагаются основные нити, которые взаимно переплетены с уточными нитями, проложенными по его окружности. Расчет на прочность ПНР сводится в основном к расчету на прочность их армирующего каркаса, способность которого сопротивляться разрушению в первую очередь определяется прочностью уточных нитей.

При эксплуатации ПНР подвергаются механическому износу, воздействию низких и высоких температур, действию солнечных лучей, необратимому процессу старения материала, случайному попаданию на них химически активных веществ и т.д. [1]. По этой причине к материалу синтетических нитей ПНР предъявляются повышенные требования, которые должны обла-

дать высокой прочностью, сопротивляемостью абразивному истиранию, относительно высокой температурой плавления, стойкостью при действии химически активных веществ. Большинство ПНР, произведенных в России, изготавливаются из полиэфирных нитей на основе полиэтилентерефталата (ПЭТФ), обладающих незначительной сминаемостью, отличной свето- и атмосферостойкостью, относительно высокой прочностью и температурой плавления, хорошей стойкостью к органическим растворителям. Однако их стойкость к истиранию недостаточна. Практика использования ПНР из полиэфирных нитей на основе ПЭТФ показывает, что основной причиной разрыва рукавов при эксплуатации является абразивный износ их поверхности. В связи с этим актуальным является вопрос выбора материала синтетических нитей для изготовления новых высокотехнологичных ПНР, превосходящих эксплуатируемые в настоящее время пожарные рукава на основе полиэфирных нитей по прочности, стойкости к абразивному истиранию и удовлетворяющих другим требованиям ГОСТа Р 51049–97 [2] по ПНР.

Мы считаем одним из перспективных направлений для производства новых долговечных и высокотехнологичных ПНР использование наряду с традиционными полиэфирными нитями на основе полиэтилентерефталата (ПЭТФ) нитей из сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ-нитей), относящихся наряду с углеродными и арамидными нитями к тройке "супернитей" и отличающихся от традиционных нитей исключительно высокой прочностью и сопротивляемостью абразивному истиранию. Так, удельная разрывная нагрузка СВМПЭ-нитей составляет 310...360 сН/текс, в то

время как аналогичный показатель для технических полиэфирных нитей находится в пределах 60...85 сН/текс. Стойкость к абразивному истиранию СВМПЭ-нитей более чем в четыре раза превосходит аналогичный показатель для технических полиэфирных нитей. Однако наряду с низкими отрицательными температурами эксплуатации (–100 °С и ниже) СВМПЭ из-за строения молекул является термопластичным веществом с относительно невысокой температурой плавления (144...152°С) и термодеструкцией (термическим разрушением структуры) при 112...115°С. Поэтому изделия из СВМПЭ не рекомендуется эксплуатировать при температурах, превышающих 100 °С. Последнее обстоятельство создает две проблемы по использованию СВМПЭ-нитей для производства ПНР.

Первая проблема связана с технологией производства прорезиненных ПНР на основе синтетических нитей, которая состоит в следующем. Одна из технологических операций производства ПНР заключается в том, что во внутрь тканого армирующего каркаса вводится резиновая оболочка с нанесенным на ее поверхность клеем. В нее под давлением 5...6 атмосфер подается пар с температурой около 150°С для распрямления резиновой оболочки и ее приклеивания к каркасу. При воздействии такой температуры, даже несмотря на то, что это воздействие передается не непосредственно на СВМПЭ-нити, а через резиновую оболочку, высока вероятность термодеструкции СВМПЭ-нитей. Решение этой проблемы может быть достигнуто снижением давления пара и, как следствие, доведением его температуры до значений, близких к 110°С, либо использованием вместо пара сжатого воздуха под давлением 5...6 атмосфер с температурой нагрева 80...100°С.

Вторая проблема связана с тем, что ПНР с армирующим каркасом только лишь из СВМПЭ-нитей с высокой вероятностью не пройдет испытания по стойкости к контактному прожигу (регламентируется ГОСТом Р 51049–97 [2]) из-за относительно низкой температуры термодеструкции. Данная проблема, по нашему мнению, может быть решена путем использования в армиру-

щем каркасе в качестве уточных комплексной бикомпонентной синтетической нити, состоящей из относительно термостойкой традиционной полиэфирной нити и равнопрочной первой, но имеющей меньшую линейную плотность СВМПЭ-нити.

При проектировании армирующего каркаса ПНР на основе методики расчета и рационального проектирования, в основу которой положена формула (1) из [3], условно принимаем, что разрывное усилие комплексной нити равно разрывному усилию полиэфирной нити, входящей в ее состав, а прочность на разрыв СВМПЭ-нити не учитываем. Линейная плотность полиэфирных нитей и параметры армирующего каркаса выбираются такими, чтобы они полностью удовлетворяли требованиям ГОСТа Р 51049–97, в том числе по разрывному давлению, стойкости к контактному прожигу и др. Таким образом, будет спроектирован армирующий каркас ПНР с фактической удвоенной разрывной прочностью комплексной уточной нити, что, по нашему мнению, будет оправдано в силу следующих соображений. Как отмечалось выше, основной причиной разрыва рукавов при эксплуатации является абразивный износ их поверхности из-за недостаточной стойкости к истиранию полиэфирных нитей. При эксплуатации ПНР, в армирующий каркас которого заработана комплексная синтетическая нить, состоящая из полиэфирной нити и равнопрочной ей СВМПЭ-нити, в первую очередь будет изнашиваться существенно менее стойкая к абразивному износу полиэфирная нить. Но даже полный износ полиэфирной нити, по нашему мнению, не приведет к разрыву рукава, так как действие внутреннего гидравлического давления будет воспринимать стойкая к износу СВМПЭ-нить. Вместе с тем, наличие относительно термостойкой традиционной полиэфирной нити необходимо, поскольку последняя обеспечит требуемую стойкость армирующего каркаса к контактному прожигу.

Следует отметить, что такое решение проблемы не приведет к существенному перерасходу материала, а следовательно, к значительному увеличению массы ПНР и его удорожанию, так как дополнительный

расход СВМПЭ-нитей составит всего несколько сот граммов.

С другой стороны, такой ПНР будет иметь, как мы ожидаем, существенно более высокие эксплуатационные характеристики по сравнению с традиционными рукавами на основе полиэфирных нитей, а именно:

1) как минимум, вдвое возрастет прочность ПНР, и он будет соответствовать требованиям ГОСТа не только на рабочее давление 1,6 МПа, но и на 3,0 МПа (по крайней мере, для рукавов диаметром 38, 51, 66 и 79 мм), что делает его универсальным;

2) в несколько раз возрастет стойкость ПНР к абразивному износу (за счет использования СВМПЭ-нитей) при одинаковых по интенсивности условиях эксплуатации;

3) в несколько раз возрастет надежность и долговечность ПНР.

По нашему мнению, использование в армирующем каркасе ПНР бикомпонентной синтетической нити, состоящей из полиэфирной нити и равнопрочной ей СВМПЭ-нити, которое обеспечит существенно более высокие эксплуатационные характеристики ПНР по сравнению с традиционными рукавами на основе полиэфирных нитей, оправдывает себя, даже несмотря на удорожание ПНР из-за использования СВМПЭ-нитей, так как в несколько раз возрастает прочность, износостойкость, надежность и долговечность ПНР.

ВЫВОДЫ

Предложено перспективное направление по созданию новых долговечных и высокотехнологичных ПНР, базирующееся на

использовании при производстве тканых армирующих каркасов ПНР бикомпонентной синтетической нити, состоящей из полиэфирной нити и равнопрочной ей СВМПЭ-нити, которое обеспечит существенно более высокие эксплуатационные характеристики ПНР по сравнению с традиционными рукавами на основе полиэфирных нитей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безбородько М.Д., Алексеев П.П., Максимов В.А., Новиков Г.И. Пожарная техника. – М., 1979.

2. ГОСТ Р 51049–97. Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытания.

3. Арипбаева А.Е. О расчете и рациональном проектировании армирующих каркасов пожарных напорных рукавов при действии внутреннего гидравлического давления // Сб. мат. VIII Всероссийск. научн.-практич. конф.: Надежность и долговечность машин и механизмов. – Иваново, 2017. С. 3...6.

REFERENCES

1. Bezborod'ko M.D., Alekseev P.P., Maksimov V.A., Novikov G.I. Pozharnaja tehnika. – M., 1979.

2. GOST R 51049–97. Tehnika pozharnaja. Rukava pozharnye napornye. Obshhie tehicheskie trebovanija. Metody ispytanija.

3. Aripbaeva A.E. O raschete i racional'nom proektirovanii armirujushhikh karkasov pozharnyh napornyh rukavov pri dejstvii vnutrennego gidravlicheskogo davlenija // Sb. mat. VIII Vserosijsk. nauchn.-praktich. konf.: Nadezhnost' i dolgovechnost' mashin i mehanizmov. – Ivanovo, 2017. S. 3...6.

Рекомендована кафедрой технологии и дизайна текстильных материалов АТУ. Поступила 16.08.17.