

РАЗРАБОТКА СТРУКТУР ТКАНЕЙ И ТРИКОТАЖА С ПОВЫШЕННОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ НА ПРОКОЛ

DEVELOPMENT OF FABRIC AND KNITWEAR STRUCTURES WITH INCREASED PUNCTURE RESISTANCE

П.Е. САФОНОВ¹, Н.М. ЛЕВАКОВА¹, С.С. ЮХИН², С.И. ПИВКИНА², О.П. ФОМИНА²

P.E. SAFONOV¹, N.M. LEVAKOVA¹, S.S. YUKHIN², S.I. PIVKINA², O.P. FOMINA²

(¹ООО «ТЕКС-ЦЕНТР»,

²Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(¹TEKS-CENTRE Ltd,

²The Kosygin State University of Russia)

E-mail: info@teks-centre.ru, pavlin722007@yandex.ru

Исследование посвящено вопросам проектирования и оценки физико-механических свойств тканей и трикотажных полотен с повышенной устойчивостью при проколе. Разработанные материалы предназначены для изготовления экипировки фехтовальщиков и должны отвечать основным требованиям Международной федерации фехтования.

Для изготовления тканей с повышенным сопротивлением проколу предлагается вводить в структуру ткани (или трикотажа) в ограниченном количестве высокопрочные полиэфирные нити, нити СВМПЭ и высокоэластичные текстурированные нити для обеспечения лучших усадочных свойств в процессе отделки и лучшего сцепления нитей при проколе ткани. Ткани и трикотажные полотна рекомендуется изготавливать двухслойными переплетениями.

Разработана структура и технологические режимы изготовления двухслойной полиэфирной ткани с прижимным утком с расчетной поверхностной плотностью 468 г/м² и двухслойной ткани с комбинированным соединением слоев из нитей СВМПЭ с расчетной поверхностной плотностью 371 г/м², а также разработана структура двухслойного трикотажа на базе производной глади с заданным соединением слоев и поверхностной плотностью до 600 г/м².

The research is devoted to the issues of designing and evaluating the physico-mechanical properties of fabrics and knitted fabrics with increased puncture resistance. The developed materials are intended for the manufacture of fencing equipment and must meet the basic requirements of the International Fencing Federation.

To produce fabrics with increased puncture resistance, it is proposed to incorporate high-strength polyester yarns, UHMWPE yarns, and highly stretchable textured yarns into the fabric (or knit) structure in limited quantities to ensure improved shrinkage properties during finishing and better yarn adhesion during puncture. It is recommended to produce fabrics and knitted fabrics in two-layer weaves.

The structure and technological modes for the production of a two-layer polyester fabric with a pressing weft with an estimated surface density of 468 g/m² and a two-layer fabric with a combined connection of layers of UHMWPE threads with

an estimated surface density of 371 g/m² have been developed, as well as the structure of a two-layer knitwear based on a derivative smooth surface with a given connection of layers and a surface density of up to 600 g/m².

Ключевые слова: двухслойное переплетение, стойкость при проколе, высокопрочный полиэфир, высокомодульный СВМПЭ, экипировка фехтовальщика.

Keywords: double-layer weave, puncture resistance, high-strength polyester, high-modulus UHMWPE, fencing equipment.

Введение

Актуальность разработки тканей с повышенной устойчивостью к проколу, применяемых в том числе для пошива спортивной экипировки (курток, набочников фехтовальщиков), обусловлена фактическим отсутствием в Российской Федерации данных материалов отечественного производства.

Требования, предъявляемые к тканям для фехтовальной экипировки, регламентированы Международной федерацией фехтования (Federation Internationale d'Escrime, FIE) и Международной федерацией спорта инвалидов-колясочников и ампутантов (International Wheelchair and Amputee Sports Federation, IWAS).

В соответствии с главой 2 «Снаряжение и одежда» Международных правил проведения соревнований по фехтованию (далее Правила) [1] снаряжение и одежда спортсмена должны обеспечивать его максимальную защиту, совместимую со свободой движений, необходимых для занятий фехтованием.

В соответствии с Правилами одежда спортсмена должна быть сделана из ткани, имеющей сопротивление проколу 800 Н (350 Н для детско-юношеского разряда и тренировочных костюмов), при этом особое внимание должно быть уделено выполнению швов при их наличии в области подмышечной впадины. Обязательно необходимо использовать набочник для защиты жизненно важных верхних частей тела спортсмена, сопротивление проколу ткани набочника также должно составлять 800 Н (в соревнованиях во всех видах оружия).

В Правилах FIE отмечается, что одежда фехтовальщика может быть различных цве-

тов, но туловище при этом должно быть одного цвета (белого или светлого) [1]. Это важное замечание, так как оно накладывает ограничение на использование в качестве материала верха куртки некоторых специальных высокопрочных волокон и нитей, например параарамидных.

Анализ используемых материалов

Из патента РФ 2113566 [2] известна ткань, которая может быть использована для пошива одежды фехтовальщиков: спортивных костюмов, защитных набочников, тренировочных нагрудников. Ткань вырабатывается однослойным мелкоузорчатым переплетением, образованным путем комбинации двух репсовых переплетений. Переплетение образуется способом смещения базовых переплетений относительно друг друга одновременно по горизонтали и вертикали.

По данным авторов, среднегеометрическое заполнение ткани по основе и утку составляет 84...89%, при этом заявляется, что ткань обладает существенно более низкой жесткостью на изгиб с сохранением высокой механической прочности при достаточной воздухопроницаемости.

Ткань по патенту РФ 2113566 вырабатывается из полиэфирных комплексных нитей 28,3x2 текс и обладает жесткостью на изгиб 2,0 гс/см, воздухопроницаемостью 80 дм³/м²с, поверхностной плотностью 350 г/м² и устойчивостью при проколе индентором в виде пирамидки 475 Н. Данная ткань не удовлетворяет требованиям FIE и IWAS по устойчивости к проколу – не менее 800 Н.

Известны [2] ткани типа "Рапира-1" и "Рапира-2". Ткань "Рапира-1" выполнена

переплетением сложная ломаная саржа из полиэфирных комплексных нитей 28,3x2 текс. Ткань "Рапира-2" выполнена двухслойным комбинированным переплетением, в котором основа и лицевой уток содержат полиэфирные комплексные нити 28,3x2 текс, а подкладочный уток – хлопколавсановую и хлопчатобумажную пряжу 50 текс. Среднегеометрическое заполнение тканей по основе и утку находится в пределах 84...89%, что обеспечивает устойчивость на прокол металлическим стержнем 3x3 мм – не менее 400 Н. Ткани "Рапира-1" и "Рапира-2" обладают повышенной жесткостью на изгиб 7,82 гс/см и 10,6 гс/см соответственно.

Известна ткань «кольчуга» (патент РФ 2137868) [3], выполненная мелкоузорчатым однослойным переплетением с числом нитей в раппорте, равным шести. Ткань может быть выполнена из синтетических нитей, например, арамидных (СВМ, армос, терлон, кевлар), полиэфирных комплексных крученых нитей или полиэтиленовых нитей.

По мнению авторов патента РФ 2137868 [3], предложенное чередование нитей в раппорте ткани с наполнением до 170% позволяет обеспечить поверхностную плотность на уровне 280...320 г/м², жесткость на изгиб 1,4...1,5 гс/см², воздухопроницаемость 82...86 дм³/м²с, толщину 0,6 мм. Устойчивость на прокол при использовании в ткани полиэфирных комплексных нитей 28,3x2 текс составляет 475 Н, а при использовании полиэтиленовых нитей 820 Н.

Однослойная ткань, предложенная в патенте РФ 2137868 [3], по устойчивости при проколе формально удовлетворяет требованиям FIE и IWAS, но имеет слишком малую толщину и чрезвычайно высокое наполнение (в силу малой длины перекрытий основы и утка в раппорте переплетения), что делает ее структуру крайне жесткой и плохо драпируемой.

Из патента US20180163329A1 [4] известно высокопрочное трикотажное полотно для защитной одежды фехтовальщиков, где в качестве исходного сырья используются волокна СВМПЭ линейной плотности 360...420D (40...46,7 текс) и высокопрочные полиэфирные нити (терилен) линейной

плотности 460...540D (51,1...60 текс). Полученное полотно имеет устойчивость при проколе 3300 Н при поверхностной плотности 600 г/м².

СВМПЭ и полиэфирные нити перед процессом вязания подвергаются кручению до 70...100 кр./м, крученые нити имеют абсолютную разрывную нагрузку 15...20 кг для СВМПЭ и 6...8 кг для полиэфира.

Вязание полотна осуществляется на двухсторонней кругловязальной машине, полученное полотно отделяют при 90...105°C, после высыхания пропускают через раствор мягчителя с концентрацией 0,6...1,0%, затем высушивают и стабилизируют при температуре 90...110°C.

Как видно из патента US20180163329A1 [4], трикотажные полотна, связанные из СВМПЭ нитей предложенным способом, удовлетворяют требованиям FIE и являются альтернативой тканым структурам.

К недостаткам трикотажных полотен можно отнести их большую растяжимость при деформировании и большой удельный вес в сравнении с тканями при прочих равных условиях, что обусловлено существенно большей длиной нити в петле трикотажа по сравнению с длиной нити в элементе раппорта ткани.

В патенте US5514457A [5] отмечается, что в фехтовальной одежде обычно использовались два или три слоя тканей из арамидного волокна для достижения требуемого сопротивления проколу, которое должно быть выше 800 Н, чтобы предотвратить травмирование спортсмена. При этом обязательным условием является выбор плотной структуры ткани, т. е. ткани с большим числом нитей по основе и утку на единицу длины.

Предлагается [5] для изготовления ткани с поверхностной плотностью 510 г/м² и устойчивостью при проколе 840 Н использовать ароматические полиамидные нити линейной плотности 840 дтекс, обкрученные в двух направлениях на прядильных машинах – внутренний слой из полиэфирных волокон 1,7 дтекс с длиной волокна 32 мм, а внешний слой из отбеленной хлопчатобумажной пряжи. Соотношение компонентов в армированной нити: 40% арома-

тического полиамидного волокна, 30% полиэфирного волокна и 30% хлопка. Ткань необходимо выработать переплетением саржа 1/3 с числом нитей основы 13 нить/см и утка 12 нить/см.

Недостатком такой однослойной ткани является повышенная жесткость и осыпаемость толстых нитей при крое.

В патенте РФ 2240713С2 [6] предлагается многослойный пакет из тканей, защищающий от воздействия ударов ножом. Многослойный пакет выполняется без специальных связующих, поверхностной плотностью не менее 3,0 кг/м². Ткань слоев должна быть изготовлена из комплексных нитей (арамида, полиолефинов, полибензоксазола, полибензотиазола и их комбинаций), имеющих прочность на разрыв не менее 10 г/дтекс и модуль прочности на разрыв не менее 150 г/дтекс, коэффициент плотности ткани должен быть от 0,2 до 0,65, что обеспечивает улучшенную стойкость к пробиванию лезвием ножа.

Недостатком изобретения является повышенный вес предлагаемых защитных пакетов, что не позволяет использовать их при занятиях спортом.

Из приведенных выше патентных источников видно, что для создания современных материалов с повышенной устойчивостью к проколам и порезам нашли применение нити на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена – СВМПЭ/УНМВРЕ.

Лидером рынка фехтовальной экипировки является компания Allstar (Германия), которая выпускает экипировку первого уровня защиты (level 1) для детско-юношеских соревнований и тренировок с сопротивлением проколу не менее 350 Н и экипировку второго уровня защиты (level 2), соответствующую требованию FIE – сопротивление проколу не менее 800 Н.

Анализ материала костюма Allstar показал, что верх куртки представляет собой двухлицевое трикотажное полотно из нитей СВМПЭ 48 текс 70 кр./м на лицевой стороне и текстурированных полиамидных нитей 26 текс на изнаночной стороне, соединение слоев осуществлено с помощью текстурированных полиамидных нитей 12,6 текс. Поверхностная плотность трико-

тажного полотна 733,5 г/м², толщина 1,56 мм, усилие при проколе 877 Н при прогибе 22 мм.

Материалы и методы исследования

Для изготовления тканей с повышенным сопротивлением проколу предлагается вводить в структуру ткани (или трикотажа) в ограниченном количестве высокопрочные полиэфирные нити, нити СВМПЭ и высокоэластичные текстурированные нити для обеспечения лучших усадочных свойств в процессе отделки и лучшего сцепления нитей при проколе ткани.

Спроектированы ткани и трикотаж двухслойных переплетений:

1) полиэфирная ткань с расчетной поверхностной плотностью 468 г/м² двухслойного переплетения с прижимными нитями утка, в качестве которых использованы текстурированные высокоэластичные полиамидные нити эластик 20 текс. На рис. 1 представлен фрагмент схемы расположения основных и уточных нитей в ткани, где П1...П4 – прижимной уток;

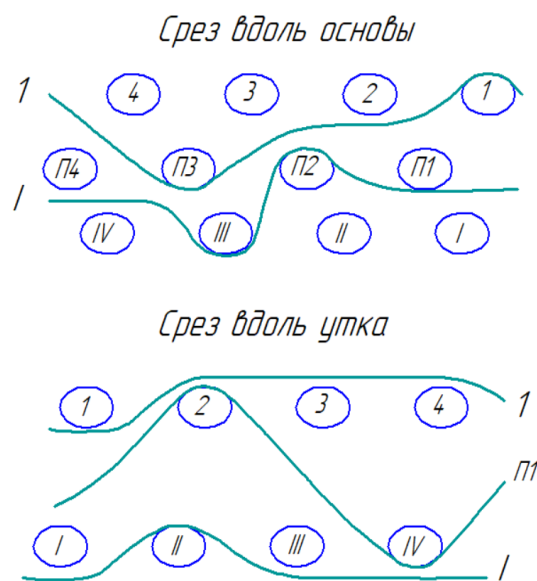


Рис. 1

2) ткань из СВМПЭ нитей 44 текс с расчетной поверхностной плотностью 371 г/м² с комбинированным способом соединения слоев, что позволяет получить наиболее прочную и плотную структуру. На рис. 2 представлен фрагмент схемы расположения основных и уточных нитей в ткани;

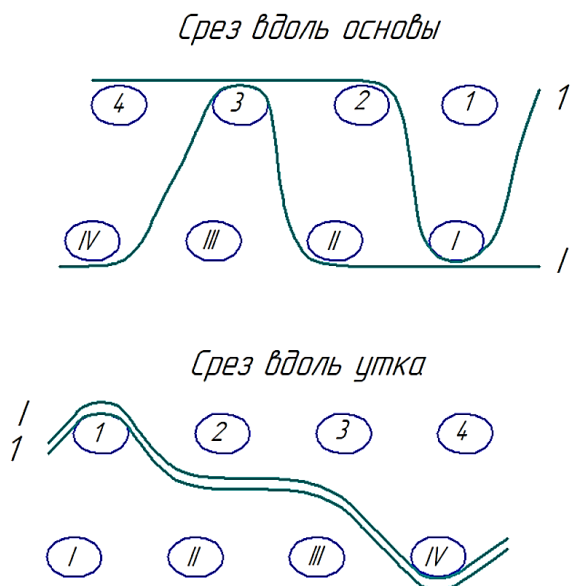


Рис. 2

3) двухслойное трикотажное полотно на базе производной глади с соединением слоев переплетением ластиков 1:1 из СВМПЭ нитей 44 текс и текстурированных высокоэластичных полиамидных нитей эластик 20 текс в соотношении 55:45% и 83:17%. Причем текстурированные полиамидные нити должны быть выведены на изнаночную сторону, а СВМПЭ нити – на лицевую. На рис. 3 представлен фрагмент раппорта трикотажного полотна.

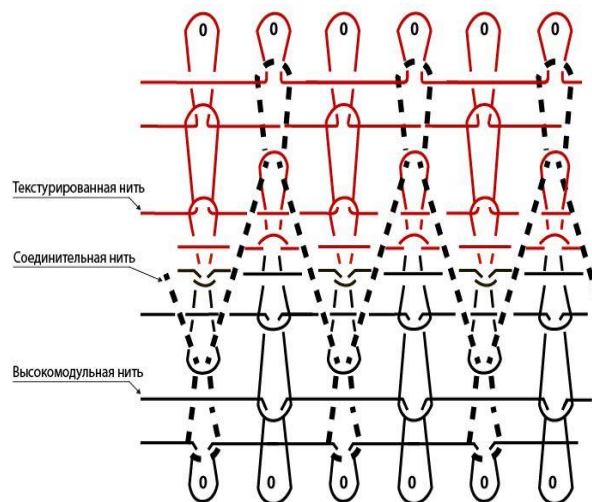


Рис. 3

Результаты и их обсуждение

В табл. 1 представлены значения показателей физико-механических свойств нитей, выбранных для изготовления противопрокольных материалов. Установлено, что относительная разрывная нагрузка нитей СВМПЭ находится на уровне 290 сН/текс при модуле упругости 91...101 ГПа, что существенно превышает аналогичные показатели для традиционных полиэфирных, полиамидных нитей и даже некоторых марок параарамидных нитей.

Т а б л и ц а 1

Наименование показателя свойств	Наименование нити			
	Ткань из СВМПЭ		Ткань из ПЭ	
	основа	уток	основа и уток	прижимной уток
	СВМПЭ/ UHMWPF 44 текс	СВМПЭ/ UHMWPF 66 текс	нить полиэфир- ная 27,8*2 текс	прижимной уток нить полиамид- ная эластик 5*4 текс
Линейная плотность, текс	45,3	68,6	57,3	19,8
Отклонение фактической линейной плотности от номинальной, %	+3,0	+3,9	+3,1	-1,0
Коэффициент вариации по линейной плотности, %	1,6	2,8	1,1	0,8
Крутка нити, кр./м	100 «S»	70 «S»	200 «S»	140 «S»
Разрывная нагрузка нити, сН	13136,7	20075,8	3341,7	1035,5
Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	290,0	292,7	58,3	52,3
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	5,3	7,5	3,1	7,6
Удлинение нити при разрыве, %	3,6	3,3	8,5	23,3
Коэффициент вариации по удлинению, %	6,0	8,2	7,1	7,7
Модуль упругости, ГПа	91,4	101,3	15,3	4,7

Для изготовления спроектированных двухслойных тканей выбран ткацкий станок с гибкими рапирами марки BestMax-210, для изготовления трикотажного полотна заданного строения – кругловязальная машина 18-го класса с двумя системами игольниц.

Снование основ разработанных тканей предложено производить на ленточной сновальной машине HF998С при скорости снования 200 м/мин. и скорости перевивания 50 м/мин.

Установлено, что средний уровень натяжения при сновании полиэфирных нитей не должен превышать 2% от разрывной нагрузки, а максимальный уровень не должен превышать 4%; средний уровень натяжения при сновании высокомодульных СВМПЭ нитей составляет всего 0,2% от разрывной нагрузки, а максимальный уровень – 0,7...1,3% от разрывной нагрузки нити.

Отметим, что при навивании ленты на барабан производится обработка нитей синтетическим шлихтующим препаратом Техувах CF, что позволяет снизить повреждаемость нитей в процессе ткачества на высокоскоростном оборудовании.

Установлено, что средний уровень натяжения основы при зевобразовании при формировании полиэфирной ткани составляет 1,5% от разрывной нагрузки нити, а максимальный уровень натяжения основы при прибое – 3,4%; средний уровень натяжения основы при зевобразовании при формировании СВМПЭ ткани составляет 0,4...0,7% от разрывной нагрузки нити, а максимальный уровень натяжения основы при прибое – 2...2,5%.

На рис. 4 представлены фотографии поверхности разработанных тканей и трикотажного полотна: *а* – полиэфирная двухслойная ткань на базе неправильного четырехремизного сатина; *б* – двухслойная СВМПЭ ткань на базе неправильного четырехремизного атласа; *в* – двухслойное трикотажное СВМПЭ/ПА полотно на базе производной глади.

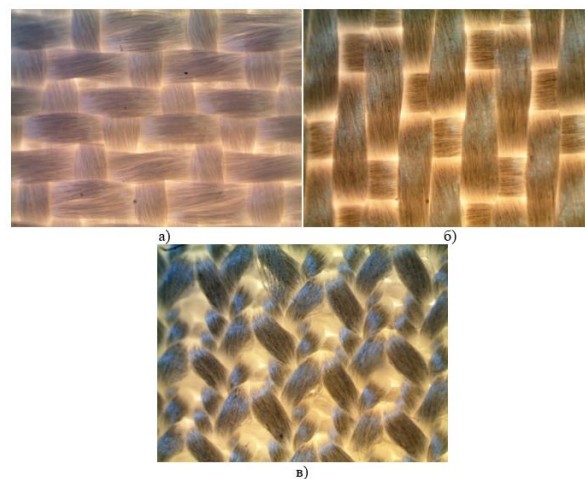


Рис. 4

В табл. 2 представлены значения показателей физико-механических свойств разработанных тканей и трикотажных полотен с повышенным сопротивлением проколу.

Испытания на сопротивление проколу проведены в соответствии с требованиями ГОСТ Р 12.4.260-2011 с дополнением: устойчивость на прокол определена с помощью металлического индентора сечением 3*3 мм с пирамидальной заточкой граней под углом 30 град. к основанию, что позволило имитировать воздействие острого обломка оружия фехтовальщика.

Т а б л и ц а 2

Наименование показателей	Значения показателей				
	Арт. 5613-23 сур.	Арт. 5613-23 гот.	Арт. 5614-23 сур.	Трикотаж 2-сл.	Трикотаж 2-сл.
Сырьевой состав	93% ПЭ, 7% ПА	93% ПЭ, 7% ПА	100% СВМПЭ	83% СВМПЭ, 17% ПА	55% СВМПЭ, 45% ПА
Переплетение	Двухслойное с прижимным утком		Двухслойное с комбинированным соединением слоев	Двухслойное комбинированное на базе производной глади	
Толщина полотна, мм	0,78	0,76	0,73	1,41	1,41
Поверхностная плотность, г/м ²	448,8	499,2	365,3	599,1	554,6

Количество нитей на 10 см: по основе	375	396	365	100 ¹⁾	110 ¹⁾
по утку	486	509	262	190+60 ¹⁾	210+150 ¹⁾
Разрывная нагрузка полоски ткани (25x200) мм, Н:					
по основе	6146 ²⁾	6426 ²⁾	4177	504	353
по утку	5000 ²⁾	5720 ²⁾	6860	2390	3710
Удлинение полоски ткани (25x200) мм, %:					
по основе	16,6	26,9	16,9	209 ³⁾	167 ³⁾
по утку	17,5	23,2	10,7	80,4 ³⁾	131 ³⁾
Устойчивость на прокол, Н	442	522	418	632	399
Максимальное перемещение индентора при проколе, мм	5,5	6,8	10,2	14,3	21,7
Усилие вытягивания нити, Н:					
основа	10,1	11,2	55,2	-/-	-/-
уток	5,8	7,0	16,4	-/-	-/-
Воздухопроницаемость, дм ³ /м ² с	27,3	20,9	Менее 6,9	79,7	149,8

П р и м е ч а н и е: ¹⁾ количество рядов и петель в ряду соответственно; ²⁾ размер полоски ткани арт. 5613-23 при определении разрывной нагрузки и удлинения составлял 50x200 мм; ³⁾ размер полоски трикотажного полотна при определении разрывной нагрузки и удлинения составлял 25x100 мм.

При анализе данных табл. 2 установлено, что полиэфирная ткань с поверхностной плотностью 449 г/м² в суровом виде имеет усилие при проколе на уровне 442 Н, после процесса отделки ткани усилие при проколе увеличивается на 18% – до 522 Н. Также после машинных стирок полиэфирной ткани ее устойчивость к проколу продолжает увеличиваться – до 627 Н после трех стирок и до 646 Н после десяти стирок. Это объясняется тем, что высокообъемные и высокоэластичные текстурированные нити эластик, использованные в качестве прижимного утка, подвергаются усадке после мокрых обработок ткани.

При испытаниях ткани из СВМПЭ установлено, что несмотря на уникально высокую относительную разрывную нагрузку усилие при проколе ткани составило всего 418 Н. При этом нити СВМПЭ, не разрываясь, вытягиваются из ткани при взаимодействии с поражающим элементом.

На рис. 5 представлен характер разрушения разработанных материалов: *а* – разрушение нитей в полиэфирной ткани; *б* – частичное разрушение и вытягивание нитей в СВМПЭ ткани; *в* – разрушение нитей в трикотаже и прогиб трикотажа.

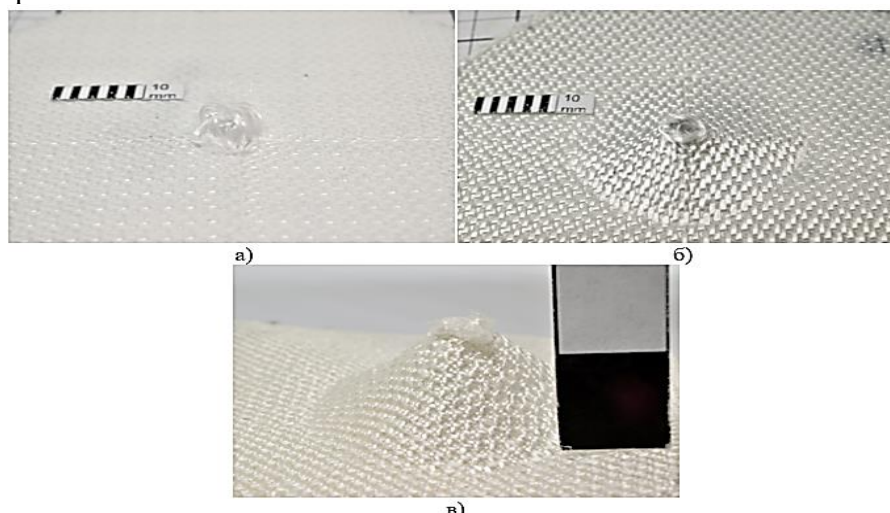


Рис. 5

Вытягивание нитей без разрушения из высокоплотной двухслойной ткани на основе СВМПЭ особенно примечательно, так как усилие вытягивания нити основы из данной ткани в 5 раз выше, чем из полиэфирной ткани, а утка выше в 2,3 раза, но усилие при проколе оказывается выше у полиэфирной ткани.

Для более полной реализации свойств нитей СВМПЭ, для предотвращения их вытягивания при проколе рекомендуется использовать трикотажные полотна, а не тканые структуры.

Установлено, что трикотажное полотно с соотношением СВМПЭ/ПА 55:45% при соединении слоев за счет текстурированных полиамидных нитей имеет устойчивость при проколе 399 Н, что ниже, чем у разработанных тканей.

При соотношении СВМПЭ/ПА 83:17% при соединении слоев за счет СВМПЭ нитей устойчивость при проколе трикотажного полотна существенно увеличивается и составляет 632 Н.

Однако поверхностная плотность такого трикотажного полотна составляет 599 г/м², что на 100 г/м², или 20%, выше, чем у полиэфирной ткани арт. 5613-23. Таким образом, относительная устойчивость при проколе полиэфирной ткани арт. 5613-23 (1,046 Н/г/м²) и трикотажного полотна из СВМПЭ (1,055 Н/г/м²) фактически совпадают.

Еще одной особенностью деформирования трикотажного полотна при проколе является значительный прогиб в момент разрушения. Прогиб трикотажа при проколе достигает 22 мм, а ткани максимум 11 мм (см. рис. 4).

Значительный прогиб защитного материала даже без его разрушения может привести к травме спортсмена – так называемой запреградной травме.

Таким образом, в результате проведенной работы спроектированы и изготовлены на промышленном оборудовании защитные материалы с повышенным сопротивлением проколу на основе полиэфирных и СВМПЭ нитей. Данные ткани и трикотажные полотна могут быть использованы для пошива костюмов фехтовальщиков.

На сегодняшний день при изготовлении защитной экипировки внедрена полиэфирная ткань арт. 5613-23, которая используется в несколько слоев в воротнике (защита горла) масок фехтовальщиков.

ВЫВОДЫ

На основании сделанного обзора и анализа литературных источников спроектированы образцы двухслойных тканей и трикотажа с заданной поверхностной плотностью и параметрами строения.

Для изготовления тканей с повышенным сопротивлением проколу предложено вводить в структуру ткани (или трикотажа) в ограниченном количестве высокопрочные полиэфирные нити, нити СВМПЭ и высокорастяжимые текстурированные нити для обеспечения лучших усадочных свойств в процессе отделки и лучшего сцепления нитей при проколе ткани.

По результатам работы в состав экипировки фехтовальщика внедрена двухслойная полиэфирная ткань с поверхностной плотностью 499 г/м². Данная ткань имеет сопротивление при проколе, равное 522 Н, при этом после машинных стирок устойчивость к проколу увеличивается до 646 Н, что является полезным свойством данной структуры.

Рекомендуется перерабатывать высокопрочные и высокомолекулярные нити СВМПЭ в трикотажные полотна, а не в тканые структуры, что позволит в наибольшей степени реализовать свойства данных нитей за счет меньшей способности вытягиваться.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://elpn.ru/f/pravilapofekhtovaniyu.pdf?ysclid=lu9fipe5dz702476012> (дата обращения 27.03.2024).
2. Пат. РФ 2113566, МПК D03D15/00. Ткань для защитной одежды.
3. Пат. РФ 2137868, МПК D03D15/00. Ткань «Кольчуга» для защитной одежды.
4. Pat. US20180163329A1, D04B 1/14, D04B 21/16, D04B 1/22; PCT/CN2015/097444. Light-weight high-strength fabric for fencing protective clothing and preparation process thereof.
5. Pat. US5514457A, F41H 1/02; D03D 3700; D02G 3/00; B32B5/02. Textile structure for protective clothing.

6. Пат. РФ 2240713С2; МПК А41D 31/00, F41H 1/02. Композит, стойкий к ударам ножа.

REFERENCES

1. <https://elpn.ru/f/pravilapofekhtovaniyu.pdf?ysclid=lu9fipe5dz702476012> (accessed 03.27.2024).

2. Pat. RF 2113566, IPC D03D15/00. Fabric for protective clothing.

3. Pat. RF 2137868, IPC D03D15/00. Chainmail fabric for protective clothing.

4. Pat. US20180163329A1, D04B 1/14, D04B 21/16, D04B 1/22; PCT/CN2015/097444. Light-weight

high-strength fabric for fencing protective clothing and preparation process thereof.

5. Pat. US5514457A, F41H 1/02; D03D 3700; D02G 3/00; B32B5/02. Textile structure for protective clothing.

6. Pat. RF 2240713С2; IPC А41D 31/00, F41H 1/02. Composite, resistant to knife blows.

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий РГУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 13.03.25.
