

## АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ, АССОРТИМЕНТА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

*Аль Кхдер Х.А., асп., Вассоф С.А., асп., Ермакова В.Д., маг.,  
Бесшапошникова В.И., д.т.н., проф.  
Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство),  
г. Москва, Российская Федерация*

Реферат. В работе представлены результаты исследований физико-механических и эксплуатационных свойств арамидных тканей из нитей Русар. Установлено, что ткани обладают высокой огнестойкостью и прочностными свойствами, а также высокой стойкостью к истиранию и воздействию влаги осадков и низких температур.

Ключевые слова: свойства, ткани, требования, бронезащита, арамидные.

Одним из самых перспективных направлений развития текстильной промышленности является сфера технического текстиля, объем производства и потребления которого постоянно растет [1]. Видное место в секторе занимает производство тканей специального назначения, в том числе тканей из высокопрочных пара-арамидных нитей, которые предназначены для производства средств индивидуальной бронезащиты (СИБ), что делает данную работу актуальной. Основными классификационными признаками средств индивидуальной бронезащиты являются: структура, назначение и стойкость к воздействию средств поражения.

По стойкости к воздействию средств поражения, в соответствии с ГОСТ Р 50744-95, СИБ подразделяются на десять классов, однако он не включает в качестве средства поражения высокоскоростные фрагменты - осколки, образующиеся при взрыве взрывных устройств, а также не учитывает появление новых, более мощных боеприпасов и новых типов стрелкового оружия. ГОСТ Р 50744-95 не распространяется на общевойсковые СИБ. Их классификация определяется документом «Средства индивидуальной бронезащиты. Руководство службы».

Согласно данному руководству, общевойсковые бронежилеты по уровню защиты разделяются на: противоосколочные – для оснащения расчетов артиллерийских орудий, ЗРК, САУ, личного состава штабов (от полка и выше) и подразделений обеспечения; противопульные – для оснащения личного состава, выполняющего кратковременные специальные задачи, групп захвата, разведгрупп; с дифференцированным бронированием – для оснащения личного состава боевых подразделений и войск.

Основной задачей при проектировании бронежилетов является минимизация массы при обеспечении заданного уровня защиты. В результате проведенных исследований было установлено, что максимальная допустимая масса бронежилета для военнослужащих различных специальностей, при которой они способны достаточно эффективно выполнять боевые задачи, укладывается в диапазон от 4,5 до 7,0 кг. Бронежилет должен обладать противоосколочной стойкостью на уровне скорости не менее 550 м/с и противопульной стойкостью от массовых патронов отечественного и зарубежного стрелкового оружия калибра до 9 мм включительно, воздействующих с дальностью от 5 до 100 м в зависимости от энергии поражающего боеприпаса. Проверка качества бронежилета, не находящегося в контакте с защищаемым объектом, проводится с определением баллистического предела. Если бронежилет контактирует с защищаемым объектом существует критерий определения тупой травмы, который применяется для сравнения бронежилетов различных классов [2, 3].

В работе, методом анализа мнения экспертов (экспертный метод), были выявлены наиболее значимые показатели качества материалов для бронежилетов, а именно: баллистическая стойкость, устойчивость к проколу штыком, кислородный индекс, время остаточного горения/тления, прочность при растяжении, грязеотталкивание, поверхностная плотность, устойчивость к истиранию по плоскости, прочность при раздирании, длина обугленного участка, электризуемость, водонепроницаемость, маскировка. Статистическая обработка экспертных оценок сводилась к расчету коэффициента конкордации ( $W = 0,794$ ) и критерия Пирсона ( $\chi^2 = 190,46$ ), что свидетельствуют о согласованности мнений экспертов.

Анализируя ассортимент материалов для бронезилетов, выявили, что сегодня рынок предлагает несколько десятков различных марок пара-арамидных баллистических тканей, отличающихся толщиной и массой, видом переплетения, структурой нитей и свойствами. На сегодняшний день самыми распространенными марками пара-арамидных волокон для бронезащиты являются: отечественные – Армос, Руслан, Русар, СВМ; зарубежные – Twaron®, Kevlar® и Херакрон® [4]. В работах [2, 3] для повышения баллистической стойкости предлагают нити и ткани предварительно подвергать специальной обработке, в том числе, нано-структурированными композициями. Нити серии Русар характеризуются высокими относительной прочностью – 230-300 сН/текс и модулем упругости 140–180 ГПа, низким удлинением при разрыве (2–3,5 %) и используются в основном в средствах баллистической защиты. Перспективные нити нового поколения Русар-НТ и Русар-SX. Нити Русар-SX имеют увеличенное количество филаментов, что обусловило их применение при создании сверхлегких баллистических тканей, для сверхлегких бронезилетов и композитной брони [4].

Благодаря высокому модулю упругости, отвод энергии баллистического удара от пятна контакта происходит более эффективно. Нити Русар-НТ обладают рекордно высокой стойкостью к воздействию влаги, так как водопоглощение в 4–5 раз меньше по сравнению с нитями Русар и Русар-С, что обеспечивает 100 % сохранение прочности нити после многократного увлажнения и обладают повышенным модулем упругости.

Результаты исследований тканей разной структуры из нитей Русар представлены в (табл. 1). Все ткани выработаны из нитей линейной плотности 29,4 текс в 1, 2 и 4 сложения, что отражается на плотности и поверхностной плотности тканей.

Таблица 1 – Показатели качества тканей разной структуры из нитей Русар

Характеристики свойств	Артикул тканей из нитей Русар						
	11938	11943	12086	12097	11939	12071	12036
Линейная плотность нити, текс	29,4 x 2	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4 x 4	29,4
Тип ткани	Полотно	Вафельное	Саржа	Саржа	Саржа	Атлас 12/7	Атлас
Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	225	145	110	115	125	460	145
Количество нитей основы /100 мм	130	240	180	194	200	180	240
Количество нитей утка /100мм	130	240	180	194	200	180	240
Прочность при разрыве, кгс, основа/утка	290/290	300/300	240/240	250/250	260/260	940/920	320/320
Разрывное удлинение, %, основа/уток	4/4	5/5	6/6	6/6	4/4	4 / 4	5/5
Изменение разрывной нагрузки после 50 мокрых обработок, %	0	0	0	0	0	0	0
Изменение разрывной нагрузки после 50 000 циклов истирания, %	0,8	0,9	0,7	0,7	0,7	0,4	0,5
КИ, %	85	85	85	85	85	90	85
Время остаточного горения /тления, с	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0

Сравнивая прочность тканей, выработанных из нитей одинаковой линейной плотности и одним видом переплетения (саржа), но разной плотности можно отметить линейное возрастание разрывной нагрузки с 240 до 260 кгс. С увеличением числа сложений до четырех, разрывная нагрузка тканей арт. 12036 и арт. 12071 атласного переплетения возрастает в 4 раза и достигает 1200 кгс. При этом разрывное удлинение снижается на 1 %. После многократной мокрой обработки (по условиям ГОСТ 30157.0-95) прочностные свойства не изменяются, благодаря гидрофобной структуре волокон.

Исследование влияния многократного истирания на прочностные свойства тканей осуществляли по методике Мартиндейла (ГОСТ Р ИСО 12947-1-2011) на приборе Weartester. Результаты исследований подтвердили высокую устойчивость тканей к многократному истиранию. После 50000 циклов истирания прочность тканей изменилась лишь на 0,5-0,9 %, что находится в пределах ошибки эксперимента.

Ткани обладают высокой устойчивостью к воспламенению (ГОСТ 12.1.044-89 и ГОСТ Р 50810-95), кислородный индекс очень высокий 85–90 % об., время остаточного горения и тления равно нулю.

Учитывая, что изделия будут также эксплуатировать и при низких температурах, до минус 30°C, то исследовали влияние криолиза (многократное замораживание – оттаивание) на структуру и свойства исследуемых тканей. Установлено, что разрывная нагрузка тканей после 100 циклов замораживания – оттаивания снижается лишь на 1–2 %, что свидетельствует о высокой устойчивости арамидных тканей из нитей Русар к многократному перепаду температур.

### **Выводы**

Таким образом, на основании проведенных исследований физико-механических и эксплуатационных свойств арамидных тканей из нитей Русар установлено, что ткани обладают высокой огнестойкостью и прочностными свойствами, а также высокой стойкостью к истиранию и воздействию влаги осадков и низких температур. Стабильность свойств при низких температурах обуславливает возможность использования изделий из них в самых суровых условиях эксплуатации. Все это позволяет применять данные арамидные ткани для формирования структуры текстильных бронепакетов, а также бронечехлов для бронепластин.

### **Список использованных источников**

1. MarketsandMarkets [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.https://marketsandmarkets.com](https://marketsandmarkets.com). – Дата доступа: 24.03.2024.
2. Галиновский, А. Л., Колпаков, В. И., Муляр, С. Г. Анализ эффективности различных средств индивидуальной бронезащиты // Электронное научно-техническое издание «Наука и образование». – 2012. № 3.
3. Сильников, М. В. Средства индивидуальной бронезащиты : учеб. пособие / М. В. Сильников, В. А. Химичев. – СПб: Фонд «Университет». 2000, – 478 с.
4. Бешапошникова, В. И. Термостойкие и негорючие волокна и текстильные материалы : монография / В. И. Бешапошникова, М. В. Загоруйко. – М. : ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2020. – 180 с.

УДК 677.025

## **О ПРОЦЕССЕ НАРУШЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО РАВНОВЕСИЯ СИСТЕМЫ ПЕТЕЛЬ**

**Гуляева Г.Х., PhD, доц., Шин И.Г., д.т.н., проф., Мукимов М.М., д.т.н., проф.,  
Агзамова С.М., соискатель**

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

**Реферат.** В статье механизм деформации трикотажа при приложении внешней нагрузки рассматривается как процесс нарушения внутреннего равновесия системы петель с применением методики треугольника возможных (предельных) состояний параметров петель. Также разработан алгоритм расчета коэффициента формоустойчивости трикотажных полотен по данным петельной структуры.

**Ключевые слова:** трикотаж, формоустойчивость, деформируемость, структура, механизм деформации трикотажа.

Механизм деформации трикотажа при приложении внешней нагрузки рассматривается как процесс нарушения внутреннего равновесия системы петель. Данный процесс включает в себя