

УДК 677.024

АНАЛИЗ СВОЙСТВ ТКАНЕЙ ИЗ ПАРА – АРАМИДНОЙ ПРЯЖИ

*А.И. Слугин, соискатель, И.В. Слугин, соискатель, С.Д. Николаев, ректор,
Б.М. Фомин, докторант,*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Московский государственный текстильный
университет имени А.Н. Косыгина»,
г. Москва, Российская Федерация*

В работе проведены исследования баллистических свойств тканей различного переплетения из пара – арамидных комплексных нитей. Разработанные ткани из регенерированного арамидного волокна прошли натурные испытания при создании внутренней противоосколочной защиты экипажей бронированной техники.

Исследования, проведенные нами, показали, что баллистическая стойкость тканей выработанных из регенерированных арамидных штапельных волокон лишь на 16,5 % ниже баллистической стойкости тканей, изготовленных из пара-aramидных комплексных нитей. Эти результаты были получены на тяжелых тканях с поверхностной плотностью 340-420 г/м² и вызвали оживленную дискуссию среди специалистов-баллистиков о механизме разрушения защитного пакета при воздействии поражающего элемента. Было признано, что основная часть кинетической энергии пули или осколка рассеивается за счет взаимного перемещения нитей и волокна под воздействием баллистического снаряда. Исходя из этого, а также принимая во внимание, что с увеличением количества слоев ткани в пакете баллистическая стойкость последнего растет, было принято решение повторить серию испытаний на облегченных тканях.

По мнению специалистов, занимающихся разработкой баллистических материалов проектируемая ткань должна отвечать следующим требованиям: иметь поверхностную плотность не более 130 г/м²; иметь одинаковые физико-механические характеристики по основе и по утку; иметь одинаковое усилие выдергивания основных и уточных нитей; иметь саржевое или полотняное переплетение.

При проектировании новой ткани был использован метод проектирования ткани по поверхностной плотности. Спроектированная ткань имеет следующие показатели: линейная плотность основных и уточных нитей – 30×2 текс, плотность ткани по основе и по утку – 95 нит/дм, переплетения ткани – полотно, саржа.

Были наработаны и испытаны ткани. Результаты физико-механических испытаний следующие: поверхностная плотность ткани – 111,8 г/м² (саржа), 116,9 г/м² (полотно), разрывная нагрузка полоски ткани – по основе: 547 Н (саржа), 534 Н (полотно), по утку: 545 Н (саржа), 592 Н (полотно), разрывное удлинение полоски ткани – по основе: 8 % (саржа), 8,5 % (полотно), 9,2 % (саржа), 10,6 % (полотно); толщина ткани – 0,37 мм (саржа), 0,30 мм (полотно).

Изготовленные ткани обоих переплетений были подвергнуты баллистическим испытаниям, на противоосколочную стойкость, которую характеризуют показателями V_{50} – скоростью, при которой вероятность непробития составляет 50 %. Испытания проводили в лаборатории путем метания одиночного поражающего элемента в определенном диапазоне скоростей с оценкой результатов его взаимодействия с преградой. Результаты испытаний баллистических пакетов следующие: количество слоев ткани – 44 (саржа), 43 (полотно); поверхностная плотность пакета – 4987,5 г/м² (саржа), 5030,1 г/м² (полотно); $V_{50} = 503$ м/с (саржа), 481,6 м/с (полотно).

Баллистическая стойкость пакетов, изготовленных из легких изотропных тканей, находится на высоком уровне по сравнению с баллистической стойкостью пакетов, изготовленных из тяжелых тканей ($V_{50} = 411-434$ м/сек).

С целью дальнейшего повышения защитных характеристик тканей из регенерированного пара-арамидного волокна было принято решение изготовить ткани различного переплетения из комбинированной нити.

Для этого одиночную пряжу из регенерированных арамидных волокон линейной плотностью 30 текс скрутили с комплексной арамидной нитью 29,4 текс. Параметры заправки ткацкого станка оставили такими же, как в предыдущем опыте, заменив при этом пряжу 30 текс x 2 на комбинированную нить 30 текс + 29,4 текс.

Результаты физико-механических испытаний баллистических тканей, изготовленных из комбинированных нитей следующие: поверхностная плотность ткани – 111,2 г/м² (саржа), 111,8 г/м² (полотно), разрывная нагрузка полоски ткани – по основе: 1529 Н (саржа), 1513 Н (полотно), по утку: 1756 Н (саржа), 1780 Н (полотно), разрывное удлинение полоски ткани – по основе: 5,5 % (саржа), 6,3 % (полотно), 7,1 % (саржа), 6,8 % (полотно); толщина ткани – 0,49 мм (саржа), 0,43 мм (полотно).

Результаты испытаний баллистических пакетов следующие: количество слоев ткани – 45 (саржа), 45 (полотно); поверхностная плотность пакета – 5005,4 г/м² (саржа), 5032,4 г/м² (полотно); $V_{50} = 539,5$ м/с (саржа), 576,9 м/с (полотно).

Баллистическая стойкость пакетов, изготовленных из тканей из комбинированных нитей возросла по сравнению с баллистической стойкостью пакетов, изготовленных из ткани из регенерированного волокна в среднем на 13 %, несмотря на то, что разрывная нагрузка ткани при этом возросла в 3 раза. Полученные результаты еще раз подтверждают, что прочность исходной нити является важной для баллистической стойкости защитного пакета, но не является определяющей эту стойкость.

Основными критериями, определяющими выбор материала в качестве противоосколочной защиты, являются следующие: удельная баллистическая стойкость (баллистическая стойкость защиты, отнесенная к ее весу); огнестойкость; теплостойкость (стабильность характеристик во всем диапазоне рабочих температур); количество и токсичность дыма при возгорании; технологичность материала при монтаже внутренней защиты; возможность использования материала защиты в качестве несущих элементов конструкции; доступность материала на внутреннем рынке; цена.

Каждый тип защиты имеет свои достоинства и свои недостатки, которые, в конечном счете, определяют область применения.

В настоящее время для защиты внутреннего пространства бронированной машины в основном, используются или многослойные тканевые экраны из арамидных комплексных нитей Русар или композитные панели на основе полиолефиновых волокон.

Наивысшие баллистические характеристики имеют тканевые защитные экраны из арамидных комплексных нитей. В тоже время высокая цена, невозможность использования в качестве конструкционного материала и ряд других причин сдерживают их применение в технике.

Баллистическая эффективность композитных панелей из олефиновых волокон ниже, чем у защитных материалов на основе арамидных нитей. Кроме того, они обладают низкой тепло- и термостойкостью и высокой горючестью и, соответственно, дымовыделением. Однако относительно низкая цена делает эти материалы конкурентоспособными и востребованными.