

УДК 687.023

https://doi.org/10.33619/2414-2948/116/19

ИССЛЕДОВАНИЕ И ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВНЕШНЕГО ЧЕХЛА БРОНЕЖИЛЕТА

©**Бакирова Н. А.**, ORCID: 0000-0002-3508-5134, SPIN-код: 9820-4310, канд. техн. наук,
Ошский технологический университет им. М. Адышева,

г. Ош, Кыргызстан, nbakirova@oshtu.kg

©**Кочкорбаева Ч. Т.**, ORCID: 0009-0002-3001-3219, SPIN-код: 7351-6780, Ошский
технологический университет им. М. Адышева, г. Ош, Кыргызстан, chk_1181@mail.ru

©**Абдыкалыкова Н. С.**, ORCID: 0009-0006-9254-3425, SPIN-код: 1569-1776,

Ошский технологический университет им. М. Адышева,
г. Ош, Кыргызстан, nabdykalykova73@gmail.com

RESEARCH AND SELECTION OF MATERIALS FOR THE EXTERNAL COVER OF BODY ARMOUR

©**Bakirova N.**, ORCID: 0000-0002-3508-5134, SPIN-code: 9820-4310, Ph.D., Osh Technological
University named after M. Adyshev, Osh, Kyrgyzstan, nbakirova@oshtu.kg

©**Kochkorbaeva Ch.**, ORCID: 0009-0002-3001-3219, SPIN-code: 7351-6780,

Osh Technological University named after M. Adyshev, Osh, Kyrgyzstan, chk_1181@mail.ru

©**Abdykalykova N.**, ORCID: 0009-0006-9254-3425, SPIN-code: 1569-1776, Osh Technological
University named after M. Adyshev, Osh, Kyrgyzstan, nabdykalykova73@gmail.com

Аннотация. Произведен анализ и выбор материалов для внешнего чехла бронежилетов. Бронежилет является основным средством индивидуальной бронезащиты военных, представителей милиции, отрядов особого назначения и охранных бюро. В процессе анализа литературных источников были определены основные характеристики, которыми должны обладать материалы для внешнего чехла бронежилета. Также приведены основные физико-механические характеристики распространенных материалов. При проведении лабораторных исследований выявлены физико-механические характеристики 11 образцов тканей, приобретенных на рынке, в соответствии с нормативно-технической документацией, регламентирующей методику испытаний. В ходе испытаний были определены такие структурные характеристики тканей как: волокнистый состав, толщина, поверхностная плотность, плотность нитей по основе и по утку, линейная плотность нитей основы и утка. Кроме этого, определены прочностные характеристики тканей при одноосном растяжении до разрыва до и после мокрой обработки тканей. Здесь же проведены испытания на прочность тканей при их раздирании и истирании, далее осуществлено сравнение полученных показателей прочности. Результаты лабораторных исследований проанализированы и обобщены. Анализ позволяет оптимально подобрать специальные ткани для внешнего чехла бронежилета, в зависимости от условий его использования и назначения.

Abstract. Analyzes and selects materials for the outer cover of bulletproof vests. A bulletproof vest is the main means of individual armor protection for military personnel, police officers, special forces, and security agencies. In the process of analyzing literary sources, the main characteristics that materials for the outer cover of a bulletproof vest should have were determined. The main physical and mechanical characteristics of common materials are also given. During laboratory studies, the physical and mechanical characteristics of 11 fabric samples purchased on the market were identified in accordance with the normative and technical documentation regulating the testing methodology. During the tests, in laboratory conditions, the following structural characteristics of

fabrics were determined: fiber composition, thickness, surface density, warp and weft thread density, and linear density of warp and weft threads. In addition, the strength characteristics of fabrics were determined under uniaxial stretching to rupture before and after wet processing of fabrics. Here, the strength of the fabrics was tested during their tearing and abrasion, and then the obtained strength indicators were compared. The results of the laboratory studies are presented in the form of tables and graphs, which are analyzed and summarized. Analysis of fabric structural data and laboratory test results allows for the optimal selection of special fabrics for the outer cover of a bulletproof vest, depending on the conditions of its use and purpose.

Ключевые слова: бронежилет, внешний чехол, физико-механические свойства, специальные ткани.

Keywords: body armour, outer cover, physical and mechanical properties, special fabrics.

Основным средством индивидуальной защиты военнослужащих является бронеодежда. Средства индивидуальной бронезащиты предназначены для защиты человека от различных видов угроз, включая огнестрельное оружие, осколки, удары и другие виды механических повреждений. Согласно ГОСТ 34286-2017. «Бронеодежда. Классификация и общие технические требования на бронеодежду»[1] (Таблица 1).

Таблица 1

КЛАССИФИКАЦИЯ БРОНЕОДЕЖДЫ

По функциональному назначению	защита туловища туловища и конечностей (за исключением стоп ног и кистей рук) конечностей (за исключением стоп ног и кистей рук)
По конструктивному исполнению	на жесткую, на основе жестких формованных броневых материалов на полужесткую, на основе мягких защитных структур с пластинами из твердых броневых материалов на мягкую
По защитным свойствам	на пулестойкую на противоосколочную на стойкую к воздействию холодного оружия на комбинированную

Самым распространенным средством бронезащиты являются бронежилеты, которые по функциональным признакам предназначены для защиты туловища человека. Бронежилет – комплексное изделие, состоящее из нескольких слоев защиты из мягких, тяжелых бронепанелей и демпферного слоя, находящиеся внутри внешнего чехла. Наружный или внешний слой наиболее подвержен воздействию внешних факторов и, соответственно, должен отвечать следующим физико-механическим требованиям: обладать устойчивостью к истиранию; устойчивостью к загрязнению; обладать высокими прочностными характеристиками; быть устойчивым к кратковременному воздействию огня; не должен оказывать раздражающего воздействия на кожу человека [2].

Ассортимент специальных тканей на зарубежном рынке довольно широкий, многие из них имеют информацию о составе и физико-механических характеристиках. Но у многих образцов специальных тканей, приобретенных на местных рынках, таких документов нет. В процессе проектирования внешнего чехла бронежилетов необходимо выбрать образцы тканей, которые больше отвечают требованиям, установленными в нормативно-технической документации. Поэтому определение волокнистого состава, структурных характеристик, а

также исследование прочностных свойств материалов, приобретенных на местных рынках, является актуальным вопросом при проектировании специальных изделий.

Для определения характеристик, которыми должны обладать ткани для внешнего чехла был проведен анализ литературных и научных источников. Вместе с тем, были проведены исследования тканей, используемых для спецодежды, имеющиеся на рынках г. Ош и Ошской области. Были проанализированы структурные характеристики тканей и определены их физико-механические свойства. Для исследования прочностных характеристик текстильных материалов были выбраны 11 тканей различного артикула. Для этих образцов определили структурные характеристики согласно ГОСТ.

Затем проводились лабораторные испытания на стойкость материалов при одноосном растяжении, а также к стирке. Испытания проводились в соответствии с ГОСТ 3813-72 «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении» [3], а также с ГОСТ 30157.0-95 «Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения» [4]. Изменение разрывных характеристик фиксировали без стирки, после первой стирки и после 5 стирок.

Для выбора наиболее оптимальных образцов местных тканей провели сравнение разрывных характеристик специальных тканей для бронежилетов с тканями, имеющимися в г. Ош по методике определения теста на истирание по Мартендейлу ISO 12947-2 и прочности на раздираание ISO 13937-2 [5].

По результатам анализа было выявлено, что наиболее распространёнными видами материалов, используемые для внешнего чехла бронежилетов являются ткани Оксфорд, Кордура и Кордон Микс, которые обладают следующими физико-механическими характеристиками (<https://lastday.club/armor-materials/>) [6] (Таблица 2).

Таблица 2

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТКАНЕЙ
 ДЛЯ ВНЕШНЕГО ЧЕХЛА БРОНЕЖИЛЕТА

Свойство	Оксфорд	Кордон Микс	Кордура
Состав	Нейлон, полиэстер	50% полиамид, 50% полиэфир	100% полиамид (Nylon 6.6 DuPont)
Стойкость к истиранию	9,000 циклов	45,000 циклов	150,000 циклов
Водонепроницаемость	1000-3000 мм вод.ст. (PU покрытие)	3000–5000 мм вод. ст.	4500–10000 мм вод. ст. (полиуретановая плёнка)
Морозостойкость	до -40°C.	до -50°C.	до -60°C.
Термостойкость	-40°C до +80°C.	-50°C до +100°C.	-60°C до +85°C.
Устойчивость к УФ	Поглощает до 90% УФ-излучения	Поглощает до 75–85% УФ-излучения.	Поглощает до 95% УФ-излучения.
Эластичность (первоначальная)	Удлинение на разрыв до 20–25%.	Удлинение на разрыв до 15–20%.	Удлинение на разрыв до 10–15%.
Прочность на разрыв (по основе)	784–1568 Н	1764–2450 Н	2940–4410
Прочность на разрыв (по утку)	441–1176 Н	1176–1960 Н	2450–3920
Химическая стойкость	Кожный жир, пот, растворители	Атмосферные воздействия	Масла, ГСМ, спирты, щёлочи, кетоны
Сохранение формы	Хорошее	Отличное	Отличное
Масса	150–260 г/м ²	200–300 г/м ²	330–600 г/м ²

Свойство	Оксфорд	Кордон Микс	Кордура
Внешний вид			

Результаты структурных характеристик 11 местных образцов тканей указаны в Таблице 2. Анализ структурных данных тканей дает следующие результаты. Наибольшую толщину имеют образцы №3 (Турция) и №8 (Китай), но поверхностная плотность образца №8 в 1,6 раза меньше, чем №3. Наибольшая толщина у образца №3, а наименьшая плотность – образец №6 (Турция). Линейная плотность по основе у большинства образцов меньше, чем по утку. Величина заполнения на 100 мм максимальная у образца №1 (Китай), а наименьшая у образца №3. По волокнистому составу образец №3 состоит из 100% хлопка, а образец №1 состоит из смеси синтетических волокон. Остальные ткани смесовые с содержанием натуральных и искусственных волокон.

В Таблице 3 представлены результаты прочностных характеристик данных тканей до и после стирок. Таблица 3 и Рисунки 1, 2 представляют результаты определения разрывной нагрузки тканей, используемых для спецодежды. Анализ полученных данных показывает, что во всех исследованных образцах разрывная нагрузка по основе превосходит разрывную нагрузку по утку. Это объясняется различными структурными характеристиками тканей: плотности ткани, типа волокна (например, натуральный хлопок менее прочный, чем синтетические волокна), переплетения (например, полотняное переплетение более прочное, чем сатиновое), обработка ткани (например, пропитка ткани водоотталкивающим составом может снизить ее прочность). Многократные стирки оказывают значительное влияние на прочность текстильных материалов. После многократных стирок разрывная нагрузка тканей, как правило, снижается. Это происходит из-за постепенного изнашивания волокон, вызванного как химическим воздействием моющих средств, так и механическими нагрузками, возникающими при трении и растяжении в стиральной машине. Наилучшими прочными характеристиками по основе после 5 стирок у образца №4 (Турция) с 85% содержанием смеси натуральных волокон. Различие в изменении прочностных характеристик после количества стирок у образцов №1, №6, №7, №8, №10, №11 по основе находится на одном уровне около 5%. Наибольшее после 5 стирок снизились прочностные характеристики у образцов №3, №4 и №9.

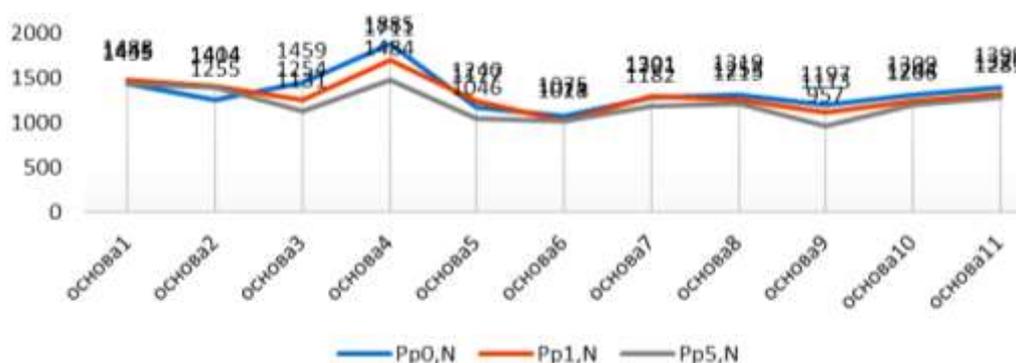


Рисунок 1. Зависимость разрывной нагрузки по основе тканей для внешнего чехла от количества стирок



Рисунок 2. Зависимость разрывной нагрузки по утку тканей для внешнего чехла от количества стирок

Наибольшая разрывная нагрузка по утку у образца №1. Это объясняется большой плотностью расположения нитей, а также волокнистым составом, в котором отсутствуют натуральные волокна. Образцы №2 и №8 (Китай) с обладают удовлетворяющими прочностными показателями, также в этих тканях имеются волокна натурального происхождения – хлопок более 35%. Но образцы №5 и №6 (Турция) с таким же волокнистым составом и примерно одинаковой плотностью, имеют более низкие прочностные характеристики (на 15%). Анализ показал прочность нитей утка напрямую зависит от плотности нитей в ткани. Так по утку прочность материалов с содержанием натуральных волокон после многократных стирок наиболее высокая у образца №8, т.к. в ткань смесовая с 45% содержанием хлопка и 55% полиэфира.

Таблица 2

СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТКАНЕЙ

Условное обозначение	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10	№11
Масса, г	5,5	5,5	8,5	7,75	5,5	4,75	6,5	5,04	5,92	5,82	6,12
Страна производитель	Китай	Китай	Турция	Турция	Турция	Турция	Турция	Китай	Китай	Китай	Китай
Волокнистый состав ткани, % содержание	20% лавсан, 80% полиэстер	35% жд., 65% п/эст	100% хлопок	52%хлопок, 16%конопл, 16%бамбук, 16%тексель	35% жд., 65% п/эст	35% жд., 65% п/эст	93% жд., 7% эласт	45% жд., 55% п/эфир	93% ж/б., 7% эласт		15% жд., 85% полиэфир
Толщина ткани b, мм	0,64	0,61	0,9	0,82	0,52	0,54	0,65	0,762	0,579	0,484	0,734
Поверхностная плотность M1, г/м ²	229,2	229,2	354,2	322,9	229,2	197,9	270,8	210,0	246,7	242,5	255,0
Кодво нитей по основе на 1 см при длине 5 см	72,0	57,0	30,0	33,0	47,0	46,0	47,0	46,0	44,0	50,0	48,0
Масса нити по основе	0,0894	0,0812	0,1241	0,1179	0,0719	0,0701	0,0756	0,0706	0,0836	0,0783	0,0878
Линейная плотность нитей основы T ₀ , текс	25	28	83	71	31	30	32	31	38	31	37
Кодво нитей по утку на 1 см при длине 5 см	45	24	16	29	26	22	19	27	25	26	23
Масса нити по утку	0,0347	0,0484	0,0812	0,0701	0,0601	0,0353	0,0788	0,0418	0,0482	0,0512	0,0493
Линейная плотность нитей утка T _y , текс	15	40	102	48	46	32	83	31	39	39	43
Число нитей основы на 100мм ткани П ₀	720	570	300	330	470	460	470	460	440	500	480
Число нитей утка на 100мм ткани П _y	450	240	160	290	260	220	190	270	250	260	230
Расчетная поверхностная плотность ткани без учета вработки нитей. г/м ²	223,38	233,28	369,54	338,4	237,6	189,72	277,92	202,32	237,24	233,1	246,78

Таблица 3

ПОКАЗАТЕЛИ ТКАНЕЙ ПРИ ОДНОСНОМ РАСТЯЖЕНИИ ДО РАЗРЫВА

Кол.во- стирка	Обр. №1	Обр. №2	Обр. №3	Обр. №4	Обр. №5	Обр. №6	Обр. №7	Обр. №8	Обр. №9	Обр. №10	Обр. №11											
	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11											
Без стирки																						
Pp0, N	1445	1382	1255	944	1459	678	1885	479	1177	664	1075	506	1291	646	1319	989	1197	521	1309	473	1399	634
Ip0, mm	59	21	20	20	20	16	20	37	18	16	15	16	15	51	19	28	56	26	35	28	16	29
ep0, %	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Rp0, J	48	8	15	10	8	4	11	3	10	5	6	3	6	6	2	8	30	8	26	6	8	4
tp0, s	12	4	4	4	4	3	4	7	4	3	3	3	3	10	6	8	17	8	10	9	5	9
После 1 стирки																						
Pp1, N	1488	1316	1414	993	1254	526	1711	469	1240	678	1021	478	1301	402	1253	949	1113	485	1244	440	1329	602
Ip1, mm	64	19	24	23	17	15	17	33	20	17	16	15	19	49	18	27	52	24	33	27	15	28
ep1, %	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rp1, J	53	7	19	12	6	2	9	3	12	5	6	2	7	3	1	8	28	7	25	6	8	4
tp1, s	13	4	5	5	3	3	3	7	4	3	3	3	4	10	5	8	16	7	10	8	4	8
После 5 стирки																						
Pp5, N	1435	1052	1404	775	1131	406	1484	410	1046	624	1018	482	1182	478	1215	854	957	412	1206	400	1289	554
Ip5, mm	68	19	26	17	20	15	20	32	19	18	17	17	19	38	17	24	45	20	32	25	14	26
ep5, %	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rp5, J	49	7	19	7	6	2	8	3	9	5	6	3	6	4	1	7	24	6	24	6	7	4
tp5, s	14	4	5	3	4	3	4	6	4	4	3	3	4	8	5	7	13	6	10	7	4	8



Для сравнения характеристик брендовых и местных образцов тканей были выбраны технические характеристики ткани Кордура, Оксфорд (нейлон) и образцов №1(полиэстер) и №8 (с высоким содержанием хлопка). Полученные результаты прочности на истирание и на раздирание представлены в виде графиков на Рисунке 3, 4:

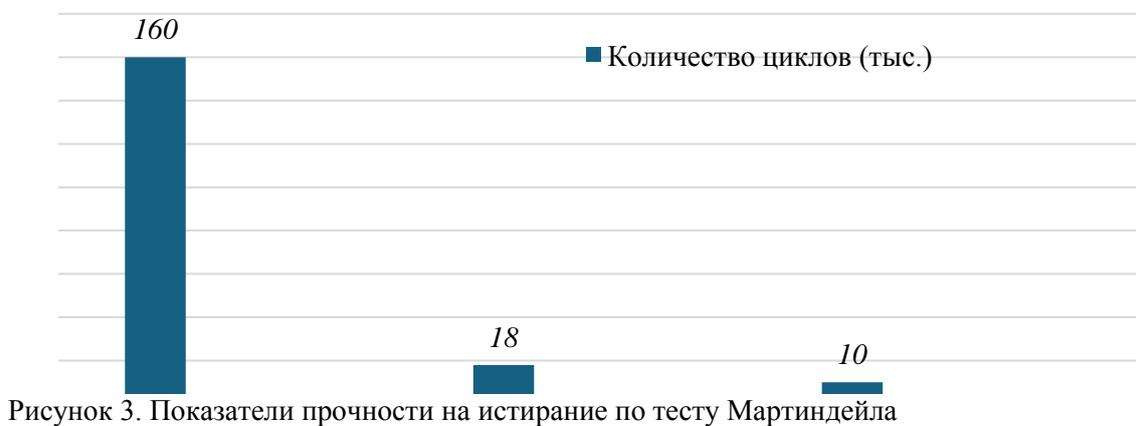


Рисунок 3. Показатели прочности на истирание по тесту Мартиндейла

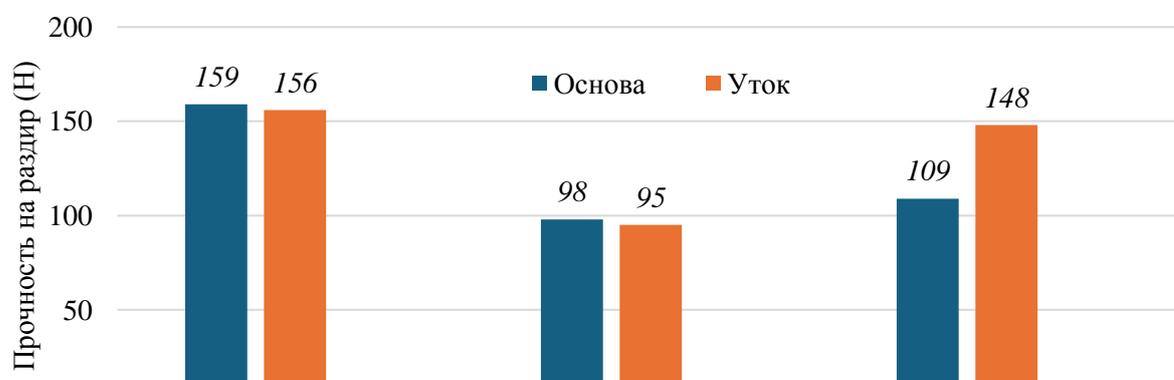


Рисунок 4. Показатели прочности на раздирание

Данные Таблиц показывают, что наиболее лучшими прочностными свойствами на истирание и раздирание обладает ткань Кордура, у которой прочность на истирание составляет 160 тыс. циклов, а прочность на раздирание составило 159 Н. На втором месте стоит ткань Оксфорд (Нейлон), которая почти в двое уступает по прочностным характеристикам. А ткани из полиэстера и хлопка, имеющиеся на местном рынке, обладают более низкими прочностными характеристиками на истирание, но у полиэстера и хлопка прочность на раздирание выше на 30-50 процентов чем у ткани Оксфорд.

Результаты исследований показывают, что при проектировании бронежилетов можно использовать широкий ассортимент специальных тканей, имеющихся на местном рынке в зависимости от вида бронежилета, т.е. условий его использования и назначения. Так для более экстремальных ситуаций и проектирования бронежилетов более высокого класса защиты необходимо использовать ткань Кордура. При проектировании легких бронежилетов возможно использование ткани Оксфорд и тканей из полиэстера (100%), которые имеют более низкие показатели, однако их прочности достаточно для изделий, не подвергающихся постоянным нагрузкам.

Финансирование: выполнение научно-исследовательской работы по теме «Обоснование конструкторско-технологических параметров бронежилетов с использованием композиционных материалов», выполняемой по заказу Министерства Образования и науки Кыргызской Республики.

Список литературы:

1. ГОСТ 34286-2017 Бронеодежда. Классификация и общие технические требования. Дата введения 2019-03-01.
2. Мошкало Н. Г., Буланов Я. И. Бронежилеты: современные материалы и их свойства. М., 2019. С. 52-56.
3. ГОСТ 3813-72 Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении. Дата введения 01.01.73.
4. ГОСТ 30157.0-95 Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 7 от 26 апреля 1995 г.).
5. ГОСТ ISO 12947-2-2021 и Международный стандарт ISO 12947-2:2016 Материалы текстильные. Определение стойкости текстильных материалов к истиранию по методу Мартиндейла. Принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 9 декабря 2021 г. № 60).
6. Бхатнагара А. Легкие баллистические материалы, М., 2022.

References:

1. GOST 34286-2017 Broneodezhda. Klassifikatsiya i obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Data vvedeniya 2019-03-01. (in Russian).
2. Moshkalo, N. G., & Bulanov, Ya. I. (2019). Bronezhilyety: sovremennye materialy i ikh svoistva. Moscow. 52-56. (in Russian).
3. GOST 3813-72 Materialy tekstil'nye. Tkani i shtuchnye izdeliya. Metody opredeleniya razryvnykh kharakteristik pri rastyazhenii. Data vvedeniya 01.01.73. (in Russian).
4. GOST 30157.0-95 Metody opredeleniya izmeneniya razmerov posle mokrykh obrabotok ili khimicheskoi chistki. Prinyat Mezghosudarstvennym sovetom po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii (protokol № 7 ot 26 aprelya 1995 g.). (in Russian).
5. GOST ISO 12947-2-2021 i Mezhdunarodnyi standart ISO 12947-2:2016 Materialy tekstil'nye. Opredelenie stoikosti tekstil'nykh materialov k istiraniyu po metodu Martindeila. Prinyat Mezghosudarstvennym sovetom po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii (protokol ot 9 dekabrya 2021 g. № 60). (in Russian).
6. Bkhatnagara, A. (2022). Legkie ballisticheskie materialy, Moscow. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 14.05.2025 г.*

*Принята к публикации
22.05.2025 г.*

Ссылка для цитирования:

Бакирова Н. А., Кочкорбаева Ч. Т., Абдыкалыкова Н. С. Исследование и выбор материалов для внешнего чехла бронежилета // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №7. С. 151-158. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/116/19>

Cite as (APA):

Bakirova, N., Kochkorbaeva, Ch., & Abdykalykova, N. (2025). Research and Selection of Materials for the External Cover of Body Armour. *Bulletin of Science and Practice*, 11(7), 151-158. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/116/19>