

Разработка мягкого бронепакета, соответствующего классам защиты Бр1, С и С2 (не менее 550 м/с) ГОСТ 34286-2017

Н. А. Ткаченко

АО «Каменскволокно», г. Каменск-Шахтинский

Аннотация: для обеспечения класса защиты Бр1, С и С2 (не менее 550 м/с) ГОСТ 34286-2017 «Бронеодежда. Классификация и общие технические требования» используют мягкие бронепакеты, состоящие из нескольких слоёв арамидной ткани различных поверхностных плотностей и типов плетения. Наиболее перспективными являются бронепакеты, состоящие из тканей полотняного плетения, с поверхностной плотностью 0,130 кг/м² и выше. Использование тканей саржевого плетения влечёт увеличение конечной массы бронепакета и количества слоёв ткани для обеспечения, вышеуказанных классов защиты.

В данной работе был проведён подбор тканей баллистического назначения;

- получены опытные образцы мягких бронепакетов;

- проведены баллистические испытания образцов.

Ключевые слова: мягкий бронепакет, класс защиты Бр1, класс защиты С, класс защиты С2 (не менее 550 м/с) бронезащита, баллистическая защита, арамидная ткань.

В условиях современных военных конфликтов возрастают требования к защитным решениям для военнослужащих. Необходимость в более прочной и в то же время более легкой броне увеличивается от года к году. Защитные решения на основе арамидных волокон позволяют достичь необходимых классов защиты, обеспечив при этом оптимальный вес конечных изделий. (Беспалов И.А., Алексеев М.О., Купрюнин Д.Г. Лёгкие защитные структуры. Москва, 2017. 365 с.)

Защитную функцию выполняет слой материала, обладающий достаточно большой прочностью, вязкостью и другими механическими параметрами, стоящими на высоком уровне, выполняющий функцию преграды от различного по силе и интенсивности воздействия на объект, окружаемый этим слоем, и называемый броней. Материалы, применяемые наиболее широко для производства современной брони, это:

- мягкие тканевые экраны, состоящие из нескольких слоёв арамидной ткани;
- высокопрочные качественные стали с большой вязкостью и относительным удлинением (литые и кованные легированные стали);

- высокопрочные композиционные материалы с матрицей из титановых сплавов;
- взрывчатые вещества активного бронирования;
- пластики, наполненные ориентированными волокнами арамидов, углерода, оксида алюминия, волокнами бора и др. [1].

Основным средством защиты для военнослужащего был и остается бронежилет, защищающий большую часть жизненно важных органов и представляющий собой тканевой чехол с мягкими бронепакетами для защиты от поражения холодным оружием, пистолетными пулями и высокоэнергетическими осколками. Так же для защиты от винтовочных пуль и пистолетных пуль с термоупрочненным сердечником и высокой скоростью полёта пули (более 360 м/с) используются пластины, помещенные в специально отведенные для них карманы [2].

Для систематизации средств защиты согласно ГОСТу 34286-2017, вступившему в силу в 2019 году, составлена классификация, представленная в таблице 1.

Таблица №1

Классы защитной структуры бронеодежды по стойкости к воздействию регламентированных средств поражения

Класс защитной структуры бронеодежды	Наименование средства поражения	Оружие	Характеристика поражающего элемента			Дистанция обстрела, м
			Тип сердечника	Масса, г	Скорость ²⁾ , м/с	
1	2	3	4	5	6	7
Специальные классы защиты						
С	Холодное оружие	Штык-нож инд. 6Х5 заводской заточки	-	Энергия удара (49±1) Дж	-	-

1	2	3	4	5	6	7
С2	Имитатор осколка	Баллистический ствол без нарезов	Стальной шарик ³⁾	1,05	$V_{50\%}$ ⁴⁾	-
Основные классы защиты						
Бр 1	9x18 мм пистолетный патрон с пулей Пст, инд. 57-Н-181С	9-мм АПС, инд. 56-А-126	Стальной	5,9	335±10	5±0,1
Бр 2	9x21 мм патрон с пулей П, инд. 7Н28 ⁵⁾	9-мм СР-1, инд. 6П53	Свинцовый	7,93	390±10	5±0,1
Бр 3	9x19 мм патрон с пулей Пст, инд. 7Н21 ⁶⁾	9-мм ПЯ, инд. 6П35	Стальной термоупрочненный	7,0	410±10	5±0,1
Бр 4	5,45x39 мм патрон с пулей ПП, инд. 7Н10	5,45-мм автомат АК74, инд. 6П20	Стальной термоупрочненный	3,5	895±15	10±0,1
	7,62x39 мм патрон с пулей ПС, инд. 57-Н-231	7,62-мм автомат АКМ, инд. 6П1	Стальной термоупрочненный	7,9	720±15	10±0,1
Бр 5	7,62x54 мм патрон с пулей ПП, инд. 7Н13	7,62-мм винтовка СВД, инд. 6В1	Стальной термоупрочненный	9,4	830±15	10±0,1
	7,62x54 мм патрон с пулей Б-32, инд. 7-БЗ-3	7,62-мм винтовка СВД, инд. 6В1	Стальной термоупрочненный	10,4	810±15	10±0,1
Бр 6	12,7x108 мм патрон с пулей Б-32, инд. 57-БЗ-542	12,7-мм ОСВ-96	Стальной термоупрочненный	48,2	830±20	50±0,5

(ГОСТ 34286-2017 Бронеодежда. Классификация и общие технические требования. Москва, 2019.)

Для обеспечения классов защиты Бр1, С и С2 (не менее 550 м/с) применяются мягкие баллистические пакеты на основе арамидных тканей или материала из высокомолекулярного полиэтилена. Как правило мягкие бронепакеты легкие и удобные в эксплуатации в виду их гибкости [3].

Использование бронежилета (БЖ) является наиболее эффективным способом защиты области груди и живота от пуль, осколков и холодного оружия. Однако, избежав проникающего огнестрельного ранения, пользователь БЖ может столкнуться с «оборотной» стороной противоположной защиты — заброневым воздействием при непробитии БЖ. Это может привести к повреждению тканей и органов, как прилежащих непосредственно к месту попадания поражающего элемента, так и находящихся «под защитой» вне зоны прямого контакта. При этом заброневые повреждения могут возникать как без нарушения целостности защитной структуры БЖ, так и в случае неполного её пробития.

Феномен образования травм при непробитии защитной структуры БЖ ранящим снарядом известен в специальной отечественной литературе как «забронева локальная контузионная травма» (ЗЛКТ) или «behind armor blunt trauma» (BABT) — в зарубежных источниках [4].

Обеспечение защиты по классу Бр1, подразумевает под собой получение заброневой контузионной травмы не выше второй степени. Типичной симптоматикой такой травмы считаются очаговые внутримышечные кровоизлияния, ушибленные раны, единичные очаговые кровоизлияния в брыжейку кишечника, множественные субплевральные кровоизлияния. Поэтому сложность разработки мягкого бронепакета, соответствующего классам защиты Бр1, С и С2 (не менее 550 м/с) ГОСТ 34286-2017, обуславливалась определением структур, которая не только

обеспечит непробитие поражающим элементом, но и заброневое воздействие не выше второй степени.

Для обеспечения защиты по классу Бр2 мягкие бронепакеты обеспечить не могут. Для этого применяют бронепластины на основе прессованного сверх высокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ). Бронепластины из бронестали или бронеалюминия. Также возможно применение бронепластин изготовленных путем прессования арамидных тканей с термопластичным связующим [5,6].

Для обеспечения защиты по классу Бр3 используют бронепластины из СВМПЭ, так и металлические пластины из бронесталей.

Для обеспечения класса защиты Бр4 используют бронепластины из бронесталей или комбинированные бронепластины из твердого керамического материала и арамидной или полиэтиленовой подложки.

Для обеспечения класса защиты Бр5 используют бронепластины из твердого керамического материала и арамидной или полиэтиленовой подложки.

Применяется керамика на основе оксида алюминия, карбида кремния и карбида бора. Наиболее дешевая и доступная это алюмооксидная керамика. Наиболее перспективными являются бронепанели, состоящие из керамического слоя и композитной подложки. Стальные бронепанели хоть в настоящее время наиболее распространены в Российской армии, однако, имеют недостатки, препятствующие их использованию в будущем. Самый существенный их недостаток – это большой вес [7].

Цель работы: разработка мягкого бронепакета по классам защиты Бр1, С, С2 (не менее 550 м/с) с использованием арамидных материалов АО «Каменскволокно».

Задачи:

- подбор тканей для создания мягких бронепакетов;
- получение опытных образцов мягких бронепакетов;
- баллистические испытания полученных образцов.

В работе были использованы арамидные ткани различных поверхностных плотностей и ткани, имеющие различные способы взаимных переплетений нитей основы и утка (саржа, полотно). В процессе производства ткани использовались нити различной крутки. Для достижения наивысших баллистических показателей конечных изделий, был определен оптимальный уровень натяжения, применяемый при производстве ткани.

Ткани, из которых изготавливались бронепакеты: арт. КВ 130С, арт. КВ 130П, арт. КВ 145С, арт. КВ 145П, арт. КВ 165С, арт. КВ 165П, ткань полотняного переплетения с поверхностной плотностью 0,155 кг/м².

При производстве бронепакетов важным фактором выступала конечная масса изделия. Таким образом количество слоёв составляло не более 22 слоёв.

Перечень изготовленных образцов по представлен в таблице 2.

Таблица №2

Состав и основные характеристики опытных образцов.

№	Артикул ткани	Нить	Количество слоёв (шт.)	Поверхностная плотность бронепакета (кг/м ²)
1	КВ 130С	29,4 текс	22	2,86
2	КВ 130П	29,4 текс	22	2,86
3	КВ 145С	29,4 текс	22	3,19
4	КВ 145П	29,4 текс	22	3,19
5	КВ 165С	29,4 текс	22	3,63
6	КВ 165П	29,4 текс	22	3,63
7	КВ 155П	29,4 текс	22	3,41

Условия и порядок проведения испытаний

Средства поражения объектов испытаний по классам защиты С и С2 (не менее 550 м/с) представлены в таблице 3.

Таблица №3

Средства поражения объектов испытаний С и С2 классов защиты.

Класс защитной структуры бронеодежды	Наименование средства поражения	Оружие	Характеристика поражающего элемента			Дистанция обстрела, м
				Масса, г	Скорость, (м/с)	
Специальные классы защиты						
С	Холодное оружие	Штык-нож инд. 6Х5 заводской заточки		Энергия удара (49±1) Дж	-	
С2	Имитатор осколка	Баллистический ствол без нарезов	Стальной шарик	1,05	V _{50%}	-

Испытания опытных образцов бронепакетов по классам защиты С и С2 (не менее 550 м/с) были проведены в Баллистической лаборатории Инжинирингового центра ПВВ.

Целью испытаний на противоосколочную стойкость является определение стойкости образца к воздействию осколков (имитаторов осколков).

В качестве показателя, характеризующего противоосколочную стойкость, принимают значение скорости осколков, при которой наблюдается непробитие образца бронеодежды с вероятностью 0,5 (V_{50%}).

Исходя из принятого показателя противоосколочной стойкости, испытания сводят к подбору такой средней скорости осколков в группе выстрелов, когда за счет повыстрельного разброса скоростей в группе зачетных выстрелов половиной выстрелов (или частью, близкой к половине) можно обеспечить непробитие, а другой половиной (или оставшейся частью) - пробитие образца с последующим расчетом искомого показателя.



Рис. 1 Имитатор осколка. Баллистический ствол без нарезов – «Прототипа UZ-2011»

(Используется для определения показателя $V_{50\%}$, испытуемых образцов)

Цель испытаний и определяемые показатели стойкости к воздействию холодного оружия.

Испытания проводят в целях определения стойкости образца к воздействию колющего удара регламентированного образца холодного оружия - штык-ножа инд. 6х5 заводской заточки.

В качестве показателя, характеризующего стойкость к воздействию холодного оружия, принимают глубину проникновения клинка за тыльную сторону образца при пробитии его колющим ударом с нормированной кинетической энергией 49 ± 1 Дж.

Воздействие, проведенное энергией более 50 Дж и (или) ближе 50 мм от края образца БО, а также от кромок предшествующих воздействий, при котором проникновение клинка за тыльную сторону образца составляет не более 5 мм, относят к зачетному.

(ГОСТ Р 55623-2013 Бронеодежда. Методы испытаний. Москва, 2015.)



Рис. 2 Башенный копёр – «Prototypa AST»

(Используется для определения стойкости к поражению холодным оружием, испытываемых образцов)

Испытания опытных образцов бронепакетов по классу защиты Бр1 были проведены в АО «ЦНИИТОЧМАШ» (Московская область, г. Подольск, микрорайон Климовск, ул. Заводская, д. 2). Средства поражения объектов испытаний Бр1 класса защиты приведены в таблице 4.

Испытания образцов на воздействие средств поражения проводились под углом $90^{\circ} \pm 5^{\circ}$ к лицевой поверхности манекена. На образце намечали точки попадания таким образом, чтобы три из них разместить в зоне размером 100x100 мм. Измерения проводили линейкой по ГОСТ 427. По каждому опытному образцу было проведено не менее пяти зачетных выстрелов из образцов нарезного оружия.

Образцы плотно прижимались к фрагменту защитной композиции бронезиловыми ремнями. Вся защитная композиция плотно прижата ремнями к войлоку толщиной 20 мм.

(ГОСТ Р 55623-2013 Бронеодежда. Методы испытаний. Москва, 2015.)

Таблица №4

Средства поражения объектов испытаний Бр1 класса защиты.

Класс защитной структуры бронеодежды	Наименование средства поражения	Оружие	Характеристика поражающего элемента			Дистанция обстрела, м
			Тип сердечника	Масса, г	Скорость, м/с	
Бр 1	9x18 мм пистолетный патрон с пулей Пст, инд. 57-Н-181С	9-мм АПС, инд. 56-А-126	Стальной	5,9	335±10	5±0,1

*** Скорость поражающего элемента регистрируют на расстоянии (3±0,1) м от дульного среза.

При каждом выстреле замерялась скорость пули на расстоянии 1 м от среза ствола установкой замера скорости пули РС-4М. Осмотр внешнего вида образца и характера попадания пули проводился после каждого выстрела.

(ГОСТ 34286-2017 Бронеодежда. Классификация и общие технические требования. Москва, 2019.)

Результаты испытаний

Согласно полученным результатам, классам защиты С и С2 (не менее 550 м/с) соответствует только один образец – бронепакет, состоящий из 22 слоёв ткани арт. КВ 155П. Данный образец был отправлен на испытания по классу защиты Бр1. Предварительные испытания по классу защиты Бр1 дают основание полагать, что образец соответствует классу защиты Бр1, согласно ГОСТ 34286-2017.

Результаты испытаний всех образцов представлены в таблице 5.

Таблица №5

Результаты испытаний образцов.

№	Артикул ткани	Нить	Количество слоёв (шт.)	Поверхностная плотность бронепакета (кг/м ²)	Показатель V _{50%} (Класс защиты С2)	Стойкость к холодному оружию (Класс защиты С)	Класс защиты Бр1
1	КВ 130С	29,4 текс	22	2,86	517	-	-
2	КВ 130П	29,4 текс	22	2,86	514	-	-
3	КВ 145С	29,4 текс	22	3,19	572	-	-
4	КВ 145П	29,4 текс	22	3,19	559	-	-
5	КВ 165С	29,4 текс	22	3,63	548	+	-
6	КВ 165П	29,4 текс	22	3,63	545	+	+
7	КВ 155П	29,4 текс	22	3,41	565	+	+

Критерии оценки результатов испытаний

Результаты испытаний образцов по классу защиты С оценивались следующим образом: образец считают выдержавшим испытания, если:

- отсутствуют сквозные пробития образца БО клинком холодного оружия;
- среднее значение выхода клинка холодного оружия за тыльную сторону образца БО находится в пределах, установленных в ГОСТ Р 50744 (5мм).

В противных случаях считают, что образец БО не выдержал испытания.

Испытания по определению противоосколочной стойкости (класс защиты С2), проводились в соответствии с ГОСТ Р 55623-2013. Таким образом испытания считают законченными, когда в группе из двадцати зачетных выстрелов от 50% до 75% попаданий составляют непробития образца, а в оставшейся части - пробития или наоборот.

Выстрелом, давшим сквозное пробитие, считают тот, при котором в результате воздействия стальным шариком оказываются пробитыми насквозь все слои защитной структуры независимо от величины выхода шарика за пределы испытываемого образца.

К числу зачетных относят выстрелы, при которых расстояние от центра поражения до края защитной структуры не менее 30 мм, расстояние между центрами соседних поражений не менее 25 мм. Также к числу зачетных относят выстрел, при котором центр поражения располагается на расстоянии менее 30 мм от края защитной композиции и (или) менее 25 мм от центра соседнего поражения, но при этом не получено пробития изделия. Измерения проводят линейкой по ГОСТ 427.

Обработку результатов испытаний сводят к расчету скорости 50% непробития образца.

Результаты испытаний образцов по классу защиты Бр1 оценивались с учетом места попадания пули в площадь бронепакета и квалифицируются по следующим критериям:

А) зачетные поражения:

- попадание пули в тело бронепакета
- минимальное расстояние от центра поражения до края бронепакета и расстояния между центрами соседних поражений более или равно 50 мм;

Б) незачетные поражения:

- минимальное расстояние от центра поражения до края бронепакета и расстояния между центрами соседних поражений менее 50 мм.

Замеры расстояний от центра поражения пули до края образца и между центрами поражений выполняются любым поверенным измерительным инструментом на внешней поверхности бронепакета с точностью до 1,0 мм.

Сквозным пробитием считается пробитие осколками пули или фрагментами взаимодействия пули и образца полной защитной композиции.

Заключение

В результате проведенных испытаний удалось подобрать материалы для создания бронепакета обеспечивающего защиту по классам С, С2 (не менее 550 м/с) и Бр1. Бронепакет состоящий из 22 слоёв ткани полотняного переплетения, имеющий поверхностную плотность 3,41 кг/м², обеспечивает защиту по классам С (защита от холодного оружия, выход клинка за тыльную сторону составил не более 4мм), С2 ($V_{50\%} = 565$ м/с) и Бр1.

Литература

1. Харченко Е.Ф. Композитные, текстильные и комбинированные бронематериалы. Том 2. Современные защитные структуры и средства бронезащиты. Москва, 2014. 332 с.
2. Харченко Е.Ф. Композитные, текстильные и комбинированные бронематериалы. Том 1. Механизмы взаимодействия с баллистическими поражающими элементами. Москва, 2013. 294 с.
3. Беспалов И.А., Алексеев М.О., Купрюнин Д.Г. Лёгкие защитные структуры. Москва 2017. 365 с.
4. Денисов А.В., Крайнюков П.Е., Кокорин В.В., Особенности заброневого травмы при использовании современных бронежилетов скрытого ношения. Санкт-Петербург, 2020. 9 с.
5. Бхатнагар А. Лёгкие баллистические материалы. Москва, 2011. 392 с.
6. Кобылкин И.Ф., Селиванов В.В. Материалы и структуры лёгкой бронезащиты. Москва, 2014. 193 с.
7. Харченко Е.Ф., А.Ф., Ермоленко Композитные, текстильные и комбинированные бронематериалы. Том 3. Особенности крупнопанельного бронирования вооружения и техники. Москва, 2015. 235 с.

References

1. Kharchenko E.F. Composite, textile and combined armored materials. Volume 1. Mechanisms of interaction with ballistic striking elements. Moscow, 2013. 294 pages.
2. Bespalov I.A., Alekseev M.O., Kupryunin D.G. Light protective structures. Moscow 2017. 365 pages.
3. Kharchenko E.F. Composite, textile and combined armored materials. Volume 2. Modern protective structures and means of armored protection. Moscow, 2014. 332 pages.
4. Denisov A.V., Krainyukov P.E., Kokorin V.V., Features of a zaron injury when using modern body armor hidden wearing. St. Petersburg, 2020. 9 pages.
5. Bhatnagar A. Light ballistic materials. Moscow, 2011. 392 pages.
6. Kobylkin I.F., Selivanov V.V. Materials and structures of light armored protection. Moscow, 2014. 193 pages.
7. Kharchenko E.F., A.F., Ermolenko Composite, textile and combined armored materials. Volume 3. Features of large-panel armament and equipment booking. Moscow, 2015. 235 pages.