

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Інфокомунікацій _____
(повна назва)
Кафедра _____ Інформаційно-вимірвальні технології _____
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____
Дослідження якості бронезилетів _____

(тема)

Виконав:
здобувач _____ П _____ року навчання,
групи _____ ЗЯМ-23-1 _____
_____ Проскурнін Я.М. _____
(прізвище, ініціали)

Спеціальність _____
_____ 175 Інформаційно-вимірювальні технології _____
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми _____ освітньо-професійна _____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма _____ Забезпечення якості _____

(повна назва освітньої програми)

Керівник _____ Єгоров А.Б. _____
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри _____ Захаров І.П. _____
(підпис) (прізвище, ініціали)

2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Інфокомунікацій _____
Кафедра _____ Інформаційно-вимірвальні технології _____
Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____
Спеціальність _____ 175 Інформаційно-вимірвальні технології _____
(код і повна назва)
Тип програми _____ освітньо-професійна _____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)
Освітня програма _____ Забезпечення якості _____
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)
«_____» _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

здобувачеві _____ Проскурніну Ярославу Миколайовичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Дослідження якості бронезилетів _____

затверджена наказом університету від 12 11 2024 р. № 1202Ст


2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 10 01 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи _____
3.1 ДСТУ 8782, ДСТУ 8788; 3.2 Технічні регламенти і директиви Європейського Союзу; 3.3 Показники кулестійкості, комфортності

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____
4.1 Теоретичні основи дослідження якості бронезилетів;
4.2 Стандарти якості бронезилетів в Україні та світі;
4.3 Оцінювання комфортності бронезилету

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, к ілюстрацій (п.5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри) _____
5.1 Саморобний австралійський бронезилет 5.2 Бронезилет-кіраса Sappenpanzer 5.3 Броня Брюстера 5.4 Легкий бронезилет Велес М-4 5.5 Жорсткий бронезилет 5.6 Керамічні плити для бронезахисту

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основний	Проф. Єгоров А.Б.		10.01.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд літератури	15.11.2024	Вик
2	Формування завдань на дослідження	17.11.2024	Вик
3	Розробка основної частини тексту	20.12.2024	Вик
4	Формулювання висновків	27.12.2024	Вик
5	Оформлення тексту	30.12.2024	Вик
6	Побудова презентації	30.12.2024	Вик
7	Представлення тексту виступу	05.01.2025	Вик
8	Подання роботи на перевірку	10.01.2025	Вик

Дата видачі завдання 30 11 2024 р.

Здобувач _____

(підпис)

Керівник роботи _____ Проф. Єгоров А.Б.

(підпис)

(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка з кваліфікаційної роботи містить: 68 с., 7 табл., 6 рис., 0 додатки, 17 джерел

БРОНЕЖИЛЕТ, ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ, ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ, СТІЙКІСТЬ, ЗРУЧНІСТЬ, КОМФОРТНІСТЬ

Об'єктом дослідження є процес оцінки якості бронежилетів з метою забезпечення належного рівня захисту в умовах їх використання.

Предметом дослідження є методи тестування якості бронежилетів та інструменти, які дозволяють оцінити їх захисні властивості, такі як випробування на кулестійкість, стійкість до ударів і зносостійкість матеріалів.

Методи дослідження включають аналіз існуючих методик тестування бронежилетів, порівняння різних типів матеріалів та конструкцій, експериментальне тестування з використанням спеціалізованого обладнання, порівняння характеристик з існуючими ДСТУ, а також оцінку ефективності кожного методу в контексті реальних умов експлуатації.

Результатом кваліфікаційної роботи є впровадження та апробація методик тестування бронежилетів, що дозволяють ефективно оцінювати їх якість та відповідність сучасним стандартам.

– дослідження та аналіз потенційних загроз, для протидії яким розробляються бронежилети;

– порівняння ефективності різних конструкцій та матеріалів бронежилетів;

– практичне тестування обраних моделей бронежилетів у лабораторних умовах.

Ці результати спрямовані на вдосконалення процесу виробництва та сертифікації бронежилетів шляхом запровадження комплексного підходу до аналізу їх комфортності та ефективності.

ABSTRACT

The explanatory note on the qualification work contains: 68 pages, 7 tables, 6 figures, 0 appendices, 17 sources

BULLET VEST, QUALITY INDICATORS, EFFICIENCY INDICATORS, RESISTANCE, CONVENIENCE, COMFORT

The object of the study is the process of assessing the quality of body armor in order to ensure the proper level of protection in the conditions of their use.

The subject of the study is the methods of testing the quality of body armor and tools that allow assessing their protective properties, such as testing for bulletproofness, impact resistance and wear resistance of materials.

The research methods include the analysis of existing methods of testing body armor, comparison of different types of materials and structures, experimental testing using specialized equipment, comparison of characteristics with existing DSTU, as well as assessment of the effectiveness of each method in the context of real operating conditions.

The result of the qualification work is the implementation and testing of body armor testing methods that allow effectively assessing their quality and compliance with modern standards.

- research and analysis of potential threats to counter which body armor is being developed;

- comparison of the effectiveness of different designs and materials of body armor;

- practical testing of selected models of body armor in laboratory conditions.

These results are aimed at improving the production process and certification of body armor by introducing a comprehensive approach to the analysis of their comfort and effectiveness.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ БРОНЕЖИЛЕТІВ	10
1.1 Історія розвитку бронезахисту від традиційних матеріалів до сучасних технологій	10
1.2 Система понять у галузі засобів індивідуального бронезахисту	14
1.3 Класифікація засобів індивідуального бронезахисту	16
1.4 Класифікація бронезилетів згідно із захисними властивостями	18
1.5 Матеріали що використовуються при створенні бронезилетів	20
1.5.1 Балістичні матеріали	20
1.5.2 Металеві матеріали	21
1.5.3 Тканинні балістичні матеріали («м'яка броня»).....	22
1.5.4 Керамічні матеріали	23
1.5.5 Надвисокомолекулярний поліетилен високої щільності.....	25
1.5.6 Прозорі бронематеріали	26
1.5.7 Комбіновані матеріали	27
2 СТАНДАРТИ ЯКОСТІ БРОНЕЖИЛЕТІВ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ	29
2.1. Класи захисту бронезилетів за стандартами ДСТУ та НАТО	29
2.2. Порівняльна характеристика класів захисту за американським стандартом (NIJ) та німецьким Технічним регламентом на бронезилети (TR)	32
2.3. Характеристика якості бронезилетів українських виробників	39
2.4 Висновки до розділу 2	45
3 ОЦІНЮВАННЯ КОМФОРТНОСТІ БРОНЕЖИЛЕТУ	47
3.1 Наслідки використання бронезилетів	47
3.2. Шкала типу Лайкерта для оцінки суб'єктивного комфорту.....	53
3.3 Основні умови випробувань (досліджень).....	57
3.4 Завдання для виконання і оцінки комфортності бронезилету.	59

3.4.1 Загальні вказівки.....	60
3.4.2 Завдання	61
ВИСНОВКИ	65
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	66

ВСТУП

В умовах повномасштабної війни, яка триває в Україні, питання захисту життя та здоров'я громадян набуло особливого значення. Військовослужбовці, співробітники правоохоронних органів, медики та волонтери щоденно ризикують своїм життям, виконуючи завдання в зоні бойових дій. У цих обставинах надійні засоби індивідуального захисту, зокрема бронежилети, є життєво необхідними для збереження життя та мінімізації ризиків отримання травм та поранень.

У сучасних умовах, коли загрози стають дедалі складнішими, а технічні можливості зброї ворога постійно зростають, виникає необхідність у комплексному підході до дослідження захисних властивостей бронежилетів.

Бронежилет є одним із ключових елементів захисту, який покликаний забезпечити безпеку від кульових поранень, осколків, ударів та інших загроз. Ефективність бронежилета залежить від багатьох факторів: матеріалів, конструкції, ваги, зручності в носінні, а головне — здатності витримувати удари відповідно до заявленого рівня захисту. У критичних ситуаціях, коли на рахунок кожна секунда, якість бронежилета може стати вирішальним чинником між життям і смертю.

Бронежилет є найважливішим елементом обладнання для захисту людини від різноманітних критичних та смертельних травм. Серед різних загроз, удар снаряда є однією з найбільш поширених загроз. Балістичний удар являє собою дуже складний механічний процес, під час якого снаряд з дуже малою масою і високою швидкістю виштовхується джерелом у ціль і вдаряється, в основному, поблизу місця удару. Поглинання енергії до того, як вона досягне тіла, та її розподіл серед балістичних матеріалів є дуже важливими аспектами для розуміння принципу та ефекту передавання енергії від снаряда.

Сучасні реалії вимагають підвищення уваги до якості бронежилетів, які постачаються не лише військовим, але й цивільним особам, що перебувають у зоні ризику.

Актуальність дослідження обумовлена потребою в достовірних даних щодо відповідності бронежилетів сучасним стандартам, адже в умовах війни нерідко трапляються випадки постачання неякісного або ненадійного захисту. Це підкреслює необхідність розробки та впровадження ефективних методик тестування, які дозволять забезпечити максимальну відповідність заявленим характеристикам.

Об'єктом дослідження є процес оцінки якості бронежилетів в умовах сучасних викликів. А це, проаналізувати сучасні загрози (кульові поранення, осколкові ураження, удари) та визначити ключові вимоги до бронежилетів для захисту військових і цивільних осіб у бойових умовах, а також вивчити сучасні матеріали (кевлар, композити, ультрависокомолекулярний поліетилен та інші), які використовуються для виробництва бронежилетів, проаналізувати їх переваги, недоліки та їх придатність.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ БРОНЕЖИЛЕТІВ

1.1 Історія розвитку бронезахисту від традиційних матеріалів до сучасних технологій

Бронежилети розроблялися з різних матеріалів протягом останніх багатьох століть. Загалом, історична еволюція бронежилетів безпосередньо пов'язана з поліпшенням потужності зброї.

Наприклад, розробка високошвидкісних снарядів і вибухових речовин реконструювала динаміку поля бою, що ще більше сприяло розвитку вдосконаленої системи балістичного захисту, яка є недорога, стійка до пошкоджень, гнучка, легка та зручна для носіння, має ефективну поглинаючу енергію та здатність поглинати енергію.

У період з 1800-х років до Першої світової війни різні металеві матеріали застосовували як балістичні захисні матеріали для розроблення різних рівнів бронежилета.

Наприклад, 1879 року в Австралії було розроблено саморобний костюм вагою 44 кг наведений на рисунку 1.1 бронежилет, переважно з металевих відходів, для покриття верхньої частини тулуба, верхньої частини рук і ніг та захисту голови.

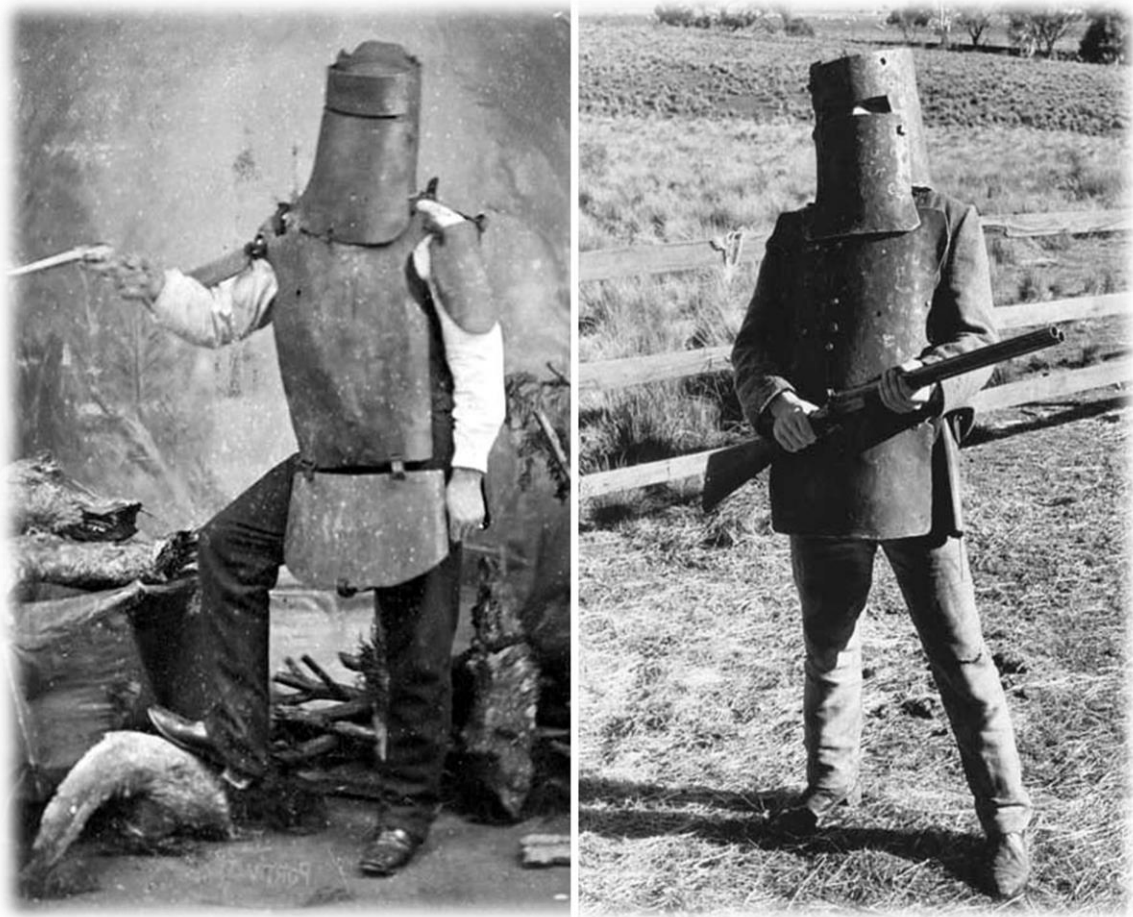


Рисунок 1.1 – Саморобний австралійський бронежилет

Як відомо, бойові дії війн XIX століття здебільшого являли собою перестрілку мушкетами з подальшими рукопашними сутичками. Але на початку Першої світової війни ситуація докорінно змінилася. З'явилася скорострільна артилерія і кулемети, використання яких робило солдатів надзвичайно легкою мішенню. Так виникла необхідність повернути піхотинцям броню.

Перші обладунки того часу мали вельми незвичний вигляд порівняно з їхніми майбутніми варіантами які показані на рисунку 1.2 та рисунку 1.3. Замислюючись над тим, як захистити солдатів від кулеметних черг у траншеях Західного фронту, дехто згадував про кіраси (захисні панцири). Найвдалішим варіантом став німецький *Sappenpanzer*.



Рисунок 1.2 – Бронежилет-кіраса Sappenpanzer

Sappenpanzer - кірасоподібний обладунок із захистом живота і паху. Вироблявся з 1916 року, мав товщину 2,3 міліметра. Важив близько 8 кілограмів. У 1918 році зазнав змін - збільшилася товщина броні до 7,1 міліметра, вага збільшилася до 11 кілограмів. Залишили тільки одну кірасу, інший додатковий захист забрали. Така броня тримала постріл із гвинтівки не ближче 200 метрів. Її головне призначення - захист від осколків.

США також розробили різні бронежилети з жорсткою пластиною для захисту грудей та голови під час Першої світової війни, це була одна з відносно вдалих спроб заміни кірас, які, з розвитком вогнепальної зброї, перестали відповідати збільшеним вимогам до захисту, але вони виявили, що вони дуже

важкі, менш рухливі та незручні. Цей бронезилет який витримував попадання кулі патрона .303 калібру (англійський унітарний гвинтівочний патрон) називався Броня Брюстера (англ. Brewster Body Shield) представлений на рисунку 1.3, комплект із нагрудника і шолома важив 18 кілограмів.



Рисунок 1.3 – Броня Брюстера

Перший м'який бронезилет був винайдений у Кореї близько 1860-х років із тринадцяти шарів бавовняних тканин. Незважаючи на те, що розроблений м'який бронезилет був легким для носіння але легко пропалювався вогнем, на той час його вважали ефективним щодо захисту від куль та стріл. Шовк також був введений для розробки м'якого бронезилета, використовуючи від 18 до 30 шарів тканини для захисту власника від проникнення стріл.

Пізніше були розроблені гнучкі бронежилети з використанням різних синтетичних волокон, таких як нейлон. Незважаючи на те, що це не мало успіху, нейлон був першим синтетичним волокном, використаним для бронезахисту у вигляді гнучкої прокладки з плетінням із кошиків для покриття верхньої частини грудей і плечей, а також пластини для захисту грудей.

Близько 1970 року, компанія DuPont представила нове синтетичне волокно (кевлар), а пізніше, 1976 року, було розроблено перший гнучкий балістичний бронежилет, повністю заснований на кевларі. У 1976 році на ринок вийшов бронежилет Kevlar 29, розроблений спеціально для поліцейських підрозділів. Принцип дії цих бронежилетів полягав у тому, щоб розподіляти кінетичну енергію кулі по великій кількості волокон, які поглинали її, запобігаючи проникненню кулі в тіло. Він став революційним рішенням, забезпечуючи набагато більшу мобільність, ніж металеві або керамічні аналоги. Кевлар не тільки забезпечував захист, а й пропонував високу ергономіку. Це особливо важливо для тих, хто носить бронежилети тривалий час, наприклад, співробітників поліції або військових.

Розвиток технологій у 1980-х і 1990-х роках призвів до створення нових модифікацій кевлара, таких як Kevlar 129, який забезпечував ще більшу стійкість до високошвидкісних куль, і Kevlar KM2, розроблений для військових, щоб протистояти осколкам і вибуховим хвилям. Ці удосконалення дали змогу адаптувати матеріал до важчих умов експлуатації. Також у цей період бронежилети почали комбінувати кевлар з іншими матеріалами, наприклад, з керамічними пластинами, щоб підвищити захист від бронебійних снарядів.

1.2 Система понять у галузі засобів індивідуального бронезахисту

Терміни та визначення понять у галузі засобів індивідуального бронезахисту встановлені в національному стандарті України, а саме в ДСТУ 8782:2018 Засоби індивідуального захисту. Бронежилети. Класифікація. Загальні

технічні умови. Для однозначного розуміння матеріалу цього розділу необхідно розглянути низку термінів:

Засіб індивідуального бронезахисту (ЗІБ) – засіб бронезахисту періодичного носіння, призначений для захисту тіла людини від засобів ураження в заданих умовах експлуатації. До засобів ураження, згаданих у ДСТУ, відносять холодну зброю, осколки (мін, гранат, снарядів тощо) і кулі патронів стрілецької зброї. Під захистом тіла розуміють захист голови, шиї, тулуба і кінцівок.

Важливим елементом ЗІБ є захисна структура. Захисна структура ЗІБ - сукупність захисних елементів ЗІБ, об'єднаних загальним конструктивним рішенням з метою забезпечити клас захисту ЗІБ, встановлений нормативним документом на конкретну продукцію або групу однорідної продукції.

– Клас захисту ЗІБ - показник стійкості захисної структури засобу індивідуального бронезахисту після впливу засобів ураження, безпечного для людини ступеня тяжкості заброньованої контузійної травми;

– Клас захисту ЗІБ визначають під час проведення випробувань;

– ЗІБ на протипульну і протиосколкову стійкість, а також на стійкість до впливу холодної зброї відповідно до умов випробувань, установлених нормативним документом на конкретну продукцію або групу однорідної продукції;

– Протикульова стійкість - здатність бронеодягу протистояти пробиттю кулями патронів стрілецької зброї;

– Протиосколкова стійкість - здатність бронеодягу протистояти пробиттю регламентованими осколками;

– Стійкість до холодної зброї - здатність бронеодягу забезпечити захист від колючого удару регламентованого зразка холодної зброї;

– Засіб ураження - кулі, регламентовані осколки (імітатори осколків), регламентований зразок холодної зброї;

– Площа захисту бронеодягу (бронеелемента) - геометрична площа захисної структури бронеодягу або бронеелемента;

– Ефективна площа захисту бронеодягу - площа захисної структури бронеодягу (бронеелемента) за винятком площі смуги, ширина якої дорівнює п'яти калібрам куль або п'яти діаметрам імітатора осколка по краю периметра бронеодягу.

1.3 Класифікація засобів індивідуального бронезахисту

Українською промисловістю випускається досить велика кількість засобів індивідуального бронезахисту. Основним документом їхньої класифікації є ДСТУ 8782:2018 Засоби індивідуального захисту. Бронежилети. Класифікація. а методи їх контролюванню ДСТУ 8788:2018 Засоби індивідуального захисту. Бронежилети. Методи контролювання захисних властивостей.

Цей стандарт поширюється на бронеодяг, призначений для захисту тулуба і кінцівок людини (за винятком стоп ніг і кистей рук) (далі - людини) від впливу холодної та вогнепальної стрілецької зброї, а також ураження осколками. Бронежилети можуть мати додаткові елементи захисту: захисний фартух (захищає паховокрижову частину тіла людини: куприк та захист паху), частини, що прикривають плечі, передпліччя, шию (комір) та боки.

Бронежилети згідно з конструктивним виконанням умовно поділяють на три типи:

– тип А — м'які (гнучкі) бронежилети із захисною структурою на основі спеціальних тканин або нетканих матеріалів, гнучкий бронежилет представлений на Рисунку 1.4;

– тип Б — напівжорсткі бронежилети з базовою захисною структурою на основі спеціальних тканин або нетканих матеріалів з додатковими жорсткими захисними елементами;

– тип В — жорсткі бронежилети із захисною структурою на основі жорстких захисних елементів. Показаний на рисунку 1.5.



Рисунок 1.4 – Легкий бронежилет Велес М-4



Рисунок 1.5 – Жорсткий бронежилет

Бронежилети, залежно від конструкції жорстких захисних елементів, можуть бути двох видів:

– 1-й вид — захисні елементи взаєморухомі та стиковані між собою або розташовані з утворенням перекриття;

– 2-й вид — захисний елемент виконано у вигляді цілісної пластини чи моноблока, який складається з нерухомих відносно одна одної та стикованих між собою окремих пластин.

1.4 Класифікація бронежилетів згідно із захисними властивостями

Бронежилети за тривкістю до дії засобів ураження поділяють на такі, що мають основні та спеціальні класи захисту. Характеристики засобів ураження основних класів захисту бронежилетів наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Засоби ураження основних класів захисту бронежилетів

Клас захисту	Калібр засобу ураження	Тип та умовне позначення кулі	Маса кулі, г	Дистанція обстрілу, м	Швидкість кулі, м/с
1	9 × 18 мм, (9 mm Makarov)**	Пст, (57-Н-181с)*	5,9	5	335 ± 10
	9 × 19 мм, (9 mm Luger, 9 mm Para(bellum), 9 × 19 (mm))**	FMJ RN SC	8,0	5	400 ± 10
2	7,62 × 25 мм, (7,62 × 25 Tokarev)**	Пст, (57-Н-134с)*	5,5	5	430 ± 15
3	5,45 × 39 мм (5,45 × 39)**	ПС, (7Н6)*	3,4	10	910 ± 15
	7,62 × 39 мм (7,62 × 39)**	ПС, (57-Н-231)*	7,9	10	730 ± 15
4	5,45 × 39 мм (5,45 × 39)**	ПП (7Н10)*	3,6	10	910 ± 15
	7,62 × 54 мм (7,62 × 54 R)**	ЛПС (57-Н-323с)*	9,6	10	850 ± 15
5	7,62 × 39 мм (7,62 × 39)**	БЗ (57-БЗ-231)*	7,4	10	745 ± 15
	7,62 × 54 мм (7,62 × 54 R)**	ЛПС (57-Н-323с)*	9,6	10	850 ± 15
6	7,62 × 54 мм (7,62 × 54 R)**	Б-32 (7БЗ-323)*	10,4	10	860 ± 15

Під час випробування ЗІБ на відповідність певному класу захисту окрім вимоги непробиття захисної структури засобами ураження, існує вимога щодо зниження заброньової контузійної травми. Травма не повинна супроводжуватися ушкодженнями тіла, що класифікуються більше, ніж заподіяння легкої шкоди здоров'ю, під яким розуміється короточасний розлад здоров'я або втрата загальної працездатності тривалістю до трьох тижнів.

Бронежилети заявленого класу мають бути тривкими до засобів ураження нижчих класів. Також існують спеціальні класи захисту бронежилетів. Характеристики засобів ураження спеціальних класів захисту бронежилетів наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Спеціальні класи захисту бронежилетів

Клас захисту	Характеристика засобів ураження				Умови випробування
	Засіб ураження	Конструкція засобів ураження	Маса кулі, г	Характеристика засобу ураження	Дистанція обстрілу, м
СХ	Холодна зброя	Згідно з В.4 ДСТУ 8788	-	Енергія удару 40 Дж	-
СМ	Мисливський патрон 12-го калібру	Куля свинцева без оболонки	39.0	Швидкість кулі (400 ± 15) м/с	10
СО	Уламки снарядів, мін, ручних гранат	Характеристики засобів ураження та умови випробувань визначають відповідно до нормативного документа виробника бронежилета			

Слід зазначити, що в Україні стандартом на бронежилети є ДСТУ 8782:2018, в США класифікацію проводять згідно Ballistic Resistance of Body Armor NIJ Standard-0101.06, в Німеччині – Technische Richtlinie (TR) Ballistische Schutzwesten, у Великобританії – HOSDB Body Armour Standards for UK Police. Порівняльна характеристика класів бронежилетів зазначених країн наведена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Порівняльна характеристика класів бронежилетів згідно стандартів України, США, Німеччини та Великобританії

Клас бронежилетів згідно ДСТУ 8782:2018	Клас захисту згідно закордонних стандартів		
	США	Німеччина	Великобританія
1	I	SK1	–
2	IIA	SK2	HG2, SG1
3	III	SK3	–
4	III	SK3	–
5	IV	SK3	RF1
6	IV	SK4	–

Слід зауважити, що за заявленим класом бронеодяг зокрема бронежилети, захищають не всю ділянку тіла, а тільки ділянку життєво важливих органів.

1.5 Матеріали що використовуються при створенні бронежилетів

1.5.1 Балістичні матеріали

Балістичний матеріал являє собою речовину, що слугує основою для виробництва бронеелементів ЗІБ, здатну протидіяти вражаючим факторам. З балістичних матеріалів виготовляють найважливіші конструктивні елементи бронеодягу - бронеелементи.

Основні балістичні матеріали наступні:

- металеві (броньована сталь, титан, алюміній);
- тканинні - балістичні тканини виготовлені з високоміцних арамідних ниток (Kevlar, Twaron, СВМ, "Золотий текстиль"), «рідка броня»;
- керамічні та композиційні матеріали;
- скляні матеріали (органічні та неорганічні скла);
- надвисокомолекулярний поліетилен високої щільності.

1.5.2 Металеві матеріали

В якості металевих матеріалів для захисних конструкцій можуть бути використані сталі або кольорові сплави.

Сталь - це сплав заліза з вуглецем, при вмісті вуглецю в кількості до 2%. До складу сталі входять крім заліза і вуглецю домішки, наприклад кремній, сірка, фосфор і спеціально легувальні елементи, що вводяться в сталь під час плавки. Легувальними елементами називають хімічні елементи (хром, нікель, молібден тощо), спеціально введені в сталь для отримання необхідних будови, структури, фізико-хімічних і механічних властивостей. Деякі легувальні елементи (V, Nb, Ti, Zr, B) можуть чинити істотний вплив на структуру і властивості сталі при вмісті їх у сотих частках відсотка (Бор - у тисячних частках відсотка). Броньові сталі є легуваними, тобто це сплави на основі заліза, до хімічного складу яких спеціально введені легувальні елементи, що забезпечують при певних способах виробництва і обробки необхідну структуру і властивості.

Основними властивостями броньових сталей, що мають значення практично для всіх видів захисних виробів, є: твердість, в'язкість. Твердість є головним показником якості броньової сталі. Можливість отримання тієї або іншої твердості визначається хімічним складом сталі (насамперед вуглецю) і застосовуваною термічною обробкою. В'язкість броньової сталі характеризує експлуатаційну надійність і живучість броні. Твердість і в'язкість - протилежні властивості броньових сталей. Найчастіше підвищення твердості викликає зниження в'язкості, і навпаки. Загартованість броньових сталей зниженням в'язкості. Від прокалюваності сталі багато в чому залежить і її міцність. Кулестійкість сталевій броні істотно перевищує кулестійкість інших матеріалів, наприклад бетону в 10 і більше разів.

Алюмінієві та титанові сплави в конструкціях характеризуються, порівняно зі сталями, більшою жорсткістю (при рівній масі), стійкістю до вибуху і осколкового впливу, а також стійкістю до газового різання. За питомою міцністю високоміцні алюмінієві і титанові сплави приблизно еквівалентні

сталевій броні. Титанові та алюмінієві броньові сплави мають деякі переваги щодо стійкості при обстрілі під великими кутами. За вартістю листовий прокат із високоміцних алюмінієвих сплавів приблизно в 5 разів, а титанових у 25 разів перевищує вартість сталевого броньового прокату. Тому використання титанових бронеелементів у виробництві сучасних бронежилетів економічно не виправдане.

Алюміній забезпечує вигреш у масі порівняно зі сталлю 20-30%. На відміну від інших матеріалів має відмінну протимінну стійкість. Застосовується для бронювання легкої техніки. Наприклад, у протимінному захисті днища спеціальної поліцейської машини. У бронежилетах використовується в як підкладку для керамічних пластин, оскільки добре затримує осколки. Як основний матеріал для бронепластин не використовується через можливе утворення відколів при влучання кулі.

1.5.3 Тканинні балістичні матеріали («м'яка броня»)

Застосування тканин на основі органічного волокна для захисту почалося з 1950-х рр. Спочатку використовували нейлон. Нейлонові тканини були розроблені фірмою «Дюпон» (США) на рубежі 1930-1940-х рр. на основі синтетичних поліамідних волокон. Тканина мала підвищені характеристики міцності, хорошу стійкість до зміни кліматичних факторів, низьку щільність. Застосування ударних видів нейлону дало змогу на практиці здійснити ідею м'якої броні під час розроблення захисного одягу. Пакет із 12-14 шарів нейлонової тканини, які захищають від осколків масою 1-2 г за швидкості до 400 м/с.

Арамідні тканини (англ. Aramid, аббревіатура aromatic polyamide - ароматичний поліамід) складаються з арамідних синтетичних волокон, які вперше були отримані в 1964 р. Нині найвідоміші арамідні матеріали - це

це кевлар, номекс і тварон, які вже понад 30 років використовують для виготовлення бронежилетів та одягу, що витримує температуру від 250 до 700 градусів Цельсія, та має свої незамінні переваги перед іншими матеріалами.

Арамідні матеріали стали початком цілої епохи у виробництві ЗІБ. Маючи високу міцність на розрив (міцність нитки цього матеріалу в 5 разів перевершує міцність сталевого дроту такої самої товщини, а її маса в чотири рази менша), а також підвищену термічну і хімічну стабільність, арамідний матеріал дає істотний вигреш у масі бронежилета і зручності носіння. Волокно може розтягуватися, і ця якість дає змогу поглинати енергію кулі. Арамідні тканини схильні до оборотного і необоротного зниження балістичних властивостей під дією зовнішніх факторів. Арамідні тканини застосовуються з початку 1970-х рр. Різні дослідження показують, що «вік» волокна сам по собі не змінює структуру волокон і не погіршує їх механічних властивостей та балістичних властивостей тканини. Механічні властивості волокна погіршуються виключно внаслідок процесів деструкції, а саме:

- термічна деструкція - відбувається при температурах понад 160°C;
- хімічна деструкція - відбувається під час взаємодії з сильнодіючими хімічними реагентами (кислотами, маслами тощо та їхніми розчинами);
- механічна деструкція - відбувається під час стирання ниток і, як наслідок, призводить до стоншення і пошкодження волокон.

Балістичні тканини в складі бронежилета не забезпечують захист від холодної зброї та автоматних і гвинтівкових куль, проте можуть успішно використовуватися в ЗІБ класу захисту 1, СХ та СМ. Арамідні тканини також використовують у конструкції тканинного чохла бронежилета для утримання осколків кулі, що зруйнувалася і потрапила у твердий бронеелемент.

1.5.4 Керамічні матеріали

Керамічні матеріали відіграють ключову роль у створенні сучасних бронежилетів завдяки їх унікальним фізико-механічним властивостям.

Основною функцією керамічних пластин є руйнування сердечника кулі та розподіл кінетичної енергії удару на велику площу, що значно знижує ймовірність пробивання та мінімізує травми. Керамічні елементи в бронежилетах зазвичай використовуються в поєднанні з амортизуючими шарами полімерних волокон, таких як арамід або поліетилен високої щільності, що забезпечує додатковий захист.



Рисунок 1.6 – Керамічні плити для бронезахисту

Найчастіше в бронежилетах застосовуються карбід бору (B_4C), карбід кремнію (SiC) та оксид алюмінію (Al_2O_3). Карбід бору відрізняється високою твердістю та низькою щільністю, що робить його оптимальним для створення легких та ефективних елементів захисту. Карбід кремнію, що має подібні властивості, є більш доступним варіантом, придатним для пластин середнього і високого захисту. Оксид алюмінію, у свою чергу, відрізняється порівняно низькою вартістю та широко застосовується у масовому виробництві бронежилетів. Ці матеріали відповідають вимогам захисту рівнів III та IV за класифікацією NIJ (Національний інститут юстиції США), що підтверджує їхню здатність витримувати влучення куль калібру 7.62 мм, включаючи бронебійні.

Керамічні матеріали мають ряд унікальних властивостей, що забезпечують їх ефективність у бронежилетах. Висока твердість дозволяє руйнувати сердечник кулі, а низька щільність робить захисні елементи порівняно легкими та зручними для носіння. Однак кераміка відрізняється крихкістю, що компенсується використанням полімерних підкладок, здатних гасити енергію удару. Термостійкість кераміки забезпечує стійкість до впливу високих температур, що робить матеріали придатними для експлуатації в екстремальних умовах. Крім того, кераміка стійка до корозії, що сприяє збільшенню терміну служби бронежилетів.

Завдяки цим властивостям керамічні матеріали залишаються важливим елементом сучасного особистого захисного обладнання, що відповідає строгим стандартам балістичного захисту.

1.5.5 Надвисокомолекулярний поліетилен високої щільності

Надвисокомолекулярний поліетилен (НВМПЕ) високої щільності є одним із ключових матеріалів, що використовується у виробництві сучасних бронежилетів завдяки своїм унікальним фізико-механічним властивостям. Основною функцією НВМПЕ є поглинання та розподіл кінетичної енергії удару, що значно зменшує ризик пробиття й мінімізує травматичні наслідки. У структурі бронежилетів цей матеріал часто застосовується у вигляді багатошарових плит, виготовлених із переплетених або склеєних волокон, що створюють надзвичайно міцний і водночас легкий захисний шар. НВМПЕ ефективно працює у поєднанні з керамічними матеріалами, де він виступає як основа для гасіння залишкової енергії після руйнування пули керамічною пластиною. Така комбінація забезпечує високий рівень захисту при мінімальній вазі бронежилета, що є критично важливим для тривалого носіння.

Однією з головних переваг НВМПЕ є його низька щільність, що робить матеріал значно легшим за традиційні метали, такі як сталь або титан. При цьому міцність на розрив волокон НВМПЕ у кілька разів перевищує міцність сталі.

Матеріал має високу стійкість до ударних навантажень, що забезпечує ефективне зупинення куль без утворення вторинних осколків. Ще однією важливою властивістю НВМПЕ є його хімічна інертність і стійкість до корозії, що сприяє тривалому терміну експлуатації бронежилетів навіть у складних кліматичних умовах. Матеріал також характеризується водонепроникністю, що є важливим фактором для збереження його захисних властивостей у вологих середовищах.

Важливо зазначити, що НВМПЕ добре підходить для використання у бронежилетах рівня захисту IIIA за стандартом NIJ, які здатні зупиняти кулі калібру 9 мм і .44 Magnum. Однак для захисту від бронебійних куль матеріал зазвичай комбінують із керамічними елементами, які забезпечують необхідну твердість. Завдяки поєднанню низької ваги, високої міцності та довговічності, надвисокомолекулярний поліетилен високої щільності став одним із найпоширеніших матеріалів у виробництві сучасних бронежилетів, що відповідають найсуворішим вимогам баллистичного захисту.

1.5.6 Прозорі бронематеріали

Основною функцією прозорих бронематеріалів є зупинка куль та уламків, а також рівномірний розподіл кінетичної енергії удару по всій площі захисного елемента. Зазвичай прозорі бронематеріали виготовляють із комбінацій полікарбонатів, багатошарового скла і полімерних плівок, що з'єднуються в ламіновану структуру. Така конструкція дозволяє досягти балансу між високою міцністю, ударостійкістю і прозорістю.

Основними компонентами прозорих бронематеріалів є:

– Багатошарове скло: відповідає за основну твердість і забезпечує зупинку куль за рахунок своєї масивності та міцності. Зазвичай використовується високоякісне загартоване скло;

– Полікарбонатні шари: використовуються для гасіння енергії удару, поглинання залишкової деформації та запобігання утворенню осколків. Цей матеріал також додає еластичності системі;

– Полімерні плівки: виконують функцію з'єднання між шарами та допомагають уникнути розсіювання уламків під час удару.

Прозорі бронематеріали характеризуються кількома ключовими властивостями. Перш за все, це висока ударостійкість, що забезпечує зупинку куль різного калібру без утворення тріщин або осколків. Другою важливою характеристикою є багатошарова структура, яка дозволяє ефективно розподіляти енергію удару і мінімізувати пошкодження. Крім того, прозорі бронематеріали мають високу оптичну прозорість, яка досягається завдяки точному узгодженню показників заломлення між шарами.

Прозорі бронематеріали відповідають вимогам стандартів, таких як NIJ і STANAG, що гарантує їхню здатність витримувати постріли з вогнепальної зброї та удари уламків. Вони широко застосовуються для створення броньованого скла класів захисту від В4 до В7, які здатні зупинити кулі калібру 7.62 мм, включаючи бронебійні. Завдяки своїм унікальним властивостям і надійності прозорі бронематеріали є незамінним елементом сучасних систем захисту, що забезпечують безпеку без втрати візуального контролю.

1.5.7 Комбіновані матеріали

Комбіновані матеріали є одним із ключових напрямків у розвитку сучасних бронезилетів, забезпечуючи поєднання високого рівня захисту, легкості та довговічності. Основною ідеєю застосування комбінованих матеріалів є інтеграція кількох шарів із різними фізико-механічними властивостями, які працюють синергічно для ефективного протистояння загрозам. Такий підхід дозволяє створювати бронезилети, які одночасно здатні зупинити кулі різного калібру, поглинати ударну енергію та забезпечувати комфорт для користувача.

Однією з головних переваг комбінованих матеріалів є їхня здатність забезпечувати високу рівновагу між захисними властивостями та вагою. В порівнянні з традиційними металевими бронепластинами, комбіновані системи значно легші, що робить їх придатними для тривалого носіння. Крім того, вони

мають високу стійкість до ударних і вібраційних навантажень, що робить їх ефективними навіть у складних бойових умовах. Ще однією важливою характеристикою є їхня здатність мінімізувати вторинні осколки завдяки використанню полімерних шарів, які утримують уламки під час пробиття кераміки.

Комбіновані матеріали забезпечують високу ефективність захисту завдяки інтеграції властивостей різних компонентів. Вони дозволяють зменшити загальну вагу бронезилета, що є критично важливим для мобільності військових і правоохоронців. Багатошарові системи мінімізують ризик вторинних ушкоджень, таких як утворення уламків, і покращують термостійкість та довговічність. Завдяки поєднанню жорстких і еластичних елементів такі бронезилети відповідають стандартам захисту рівнів III і IV за класифікацією NIJ, ефективно протистоячи загрозам сучасного поля бою.

Комбіновані матеріали стали невід'ємною частиною сучасних технологій індивідуального захисту, поєднуючи наукові досягнення та практичні потреби користувачів. Їхнє подальше вдосконалення дозволить розширити можливості бронезилетів, зменшити їхню вагу та підвищити рівень захисту в умовах нових викликів.

2 СТАНДАРТИ ЯКОСТІ БРОНЕЖИЛЕТІВ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

2.1. Класи захисту бронежилетів за стандартами ДСТУ та НАТО

В Україні поділ бронежилету на класи захисту визначає стандарт ДСТУ 8782:2018. Він діє з 2019 року, замість стандарту 2002 року, який не змінювався 20 років. Клас захисту бронежилета визначається типом та характеристиками кулі (вражаючого елемента), на протистояння яким він розрахований за відповідних умов (швидкість, відстань, вологість). Також є характеристики за типами (Тип А, Тип Б, Тип В) [1-2].

М'який бронежилет (Тип А) - це м'які захисні матеріали, гнучкі та згинаються в різних напрямках. У куленепробивних жилетах зазвичай використовують м'яку броню на рівнях ІА, І та ІІА NIJ (США) та 1, 2 ДСТУ Україна.

Напівжорсткий бронежилет (Тип Б) –містять балістичні пластини (тверда броня) скомбіновані пом'якшеними бронеелементами (стандартний бронежилет армійський).

Жорсткий бронежилет (Тип В) – містить броне - пластини (хард армор) на основі жорстких елементів (Плітонський). Бронепластини являють собою тверді пластини, часто зроблені з пресованого поліетилену з керамічною передньою частиною (Al₂O₃ , SiC , B₄C) або профільними сталевими листами (Armoх, Ramor, Swebor). Балістичні пластини в Україні здебільшого виготовляються розміром 30x25 см, плоскої, одно або багатокутної форми (Табл.2.1).

Таблиця 2.1. Класи захисту бронежилетів за стандартами ДСТУ 8782:2018

Клас захисту	Калібр засоби ураження	Тип та умовне позначення кулі	Дистанція обстрілу,м
1	9 x 19 мм, (9 mm Luger, 9mm Para(bellum), 9 x 19 (mm)**	FMJ RN SC	5

Продовження таблиці 2.1

Клас захисту	Калібр засоби ураження	Тип та умовне позначення кулі	Дистанція обстрілу, м
2	7,62 x 25 мм (7,62 x 25 Tokarev)* 5,45 x 39 мм, (5,45 x 39)**	Пст. (57-Н-134с) * ПС, (7Н6) *	5 10
3	7,62 x 39 мм, (7,62 x 39)** 5,45 x 39 мм, (5,45 x 39)**	ПС, (57-Н-231) * ПП, (7Н10) *	10 10
4	7,62 x 54 мм, (7,62 x 54 R)** 7,62 x 39 мм, (7,62 x 39)**	ЛПС, (57-Н-232с) * БЗ, (57-БЗ-231) *	10 10
5	7,62 x 54 мм, (7,62 x 54 R)**	ЛПС, (57-Н-232с) *	10
6	7,62 x 54 мм, (7,62 x 54 R)**	Б-32, (7БЗ-323) *	10

У цьому стандарті використані такі позначення та скорочення:

- Б-32 - куля бронебійно - запальна зі сталевим осердям у сталевий (біметалічний) оболонці;
- БЗ - куля бронебійно - запальна з термозміцненим сердечником у сталевій оболонці;
- ВТК- відділ технічного контролю підприємства - виробника;
- ЗІП- комплект запасних частин, інструментів та приладів;
- ПС - нормативний документ - документ, що встановлює правила, установки чи характеристики про діяльність або її результати;
- Пст - пістолетна куля зі сталевим термозміцненим сердечником в сталевий оболонці;
- ПС-куля зі сталевим термозміцненим сердечником в сталевий (біметалічний) оболонці;
- ПП - куля з термозміцненим сердечником в сталевий (біметалічний) оболонці.

Хоча існує багато різних стандартів для рівнів балістичного захисту, два найпоширеніші стандарти для бронежилетів походять від Національного інституту юстиції США (NIJ) і Центру прикладної науки та технологій

Великобританії (CAST, раніше HOSDB). Вони вважаються світовими лідерами стандартизації бронежилетів [3].

Методи тестування часто використовуються спільно, тому броня, яка відповідає стандартам одного, відповідатиме вимогам еквівалента. Ці стандарти точно визначають, від яких загроз захищатиме кожен рівень бронежилета, а також силу атаки, яку він зупиняє. Це означає, що, наприклад, куленепробивний жилет рівня II не захистить від загрози рівня IIIа.

Куленепроникні жилети розроблені для «затримання» та сповільнення куль, коли вони намагаються пройти через жилет. Куленепробивні жилети бувають двох різних типів; твердий і м'який. «М'яка» броня призначена для захисту від більшості боєприпасів до пістолетів і стрілецької зброї, тоді як «жорстка» броня призначена для захисту від великокаліберних і бронебійних снарядів (Табл.2.2).

Таблиця 2.2.Балістичні рівні бронежилетів стандарту NIJ

Рівень NIJ		II	IIA	III	IIIa	IV
	Площа щільності	3,5 кг/м	4,2 кг/м	5,9 кг/м	25,9 кг/м	32,5 кг/м
	Товщина	4 мм	5 мм	6 мм	15 мм	20 мм
9 мм		X	X	X	X	X
.44 Магнум				X	X	X
5,56 мм					X	X
7,62 мм нато					X	X
.30 Armor Pierc (M2Ap)						X

NIJ вважається світовим стандартом для балістичних випробувань, проте жилети проти холодної зброї стандартизовані CAST. Багато хто вважає, що якщо

частина бронежилета може зупинити кулю, вона може зупинити і ніж. Однак це не так, і бронежилети відрізняються за своїм складом від бронежилетів. Можна знайти багатозагрозливі жилети, які можуть захистити від обох, але їх все одно потрібно класифікувати відповідно до захисту, який вони пропонують як від куль, так і від холодної/шипчастої зброї [12]. Рівні загрози для бронежилетів стандартизовані CAST наступним чином (Табл.2.3.)

Таблиця 2.3. Рівні загрози для бронежилетів CAST

КР1	КР1	КР2	КР2
	Стійкість до ножів, рівень 1	Стійкість до ножів, рівень 2	Стійкість до ножів, рівень 3
Рівень енергії	E1	E2	E1
Енергія (джоулі)	24	36	33
швидкість	5 м/с	6,2 м/с	5,9 м/с
Загальна маса ракети	1,9 кг	1,9 кг	1,9 кг
Максимальне проникнення	7 мм	20 мм	7 мм

Слід також розглянути захист від шпильок, який вперше було введено в стандарти CAST для усунення додаткової загрози, з якою стикаються тюремні офіцери. Захист від шипів можна додати до колючих і балістичних жилетів, жоден із яких зазвичай не захищає від зброї з шипами. CAST сертифікує лише захист від шипів на додаток до захисту від удару.

2.2. Порівняльна характеристика класів захисту за американським стандартом (NIJ) та німецьким Технічним регламентом на бронежилети (TR)

На перший погляд, класи захисту за американським стандартом (NIJ) та німецьким Технічним регламентом на бронежилети (TR) мають багато

спільного: 5 рівнів захисту та частково схожі калібри. Проте, є низка відмінностей, які відразу очевидні. Тому не можна сказати, що стандарт NIJ чи німецький TR кращий. Стандарт NIJ – балістичний стандарт Американського національного інституту юстиції. Це був єдиний національний загальноприйнятий стандарт у Сполучених Штатах з 1972 року, а також зарекомендував себе як провідний стандарт у всьому світі. Метою стандарту NIJ було визначення мінімальних характеристик, які має мати захисна композиція [12].

Стандарт NIJ 0101.06 є чинним американським стандартом від 2008 року. Він поділений на 5 класів захисту: Тип Іа, Тип ІІ, Тип ІІа, Тип ІІІ та Тип ІV. Балістичні вимоги класів такі: для типів від Іа до ІІа виконується 6 пострілів однією композицією. Чотири з них виробляються під кутом 0° (кут НАТО) і по одному під кутом 30° та кутом 45° .

Починаючи з типу ІІІ, постріли виконуються лише під кутом 0° . За типом ІІІ проводиться 6 пострілів та від 1 до 6 пострілів за типом ІV. Відстань стрілянини становить 5 м для типів Іа – ІІІ та 15 м для типу ІV. Крім того, для класів Іа – ІІа проводиться випробування на вологість. Композиції занурюють на 30 хвилин вертикально воду з температурою 21° , а потім дають стекти протягом 10 хвилин. Воно має гарантувати, що волога захисна композиція зберігає свої характеристики.

Тест на зношування призначений для імітації носіння протягом кількох років. Зрештою, жилет, що носився протягом тривалого часу, не повинен втрачати своїх захисних властивостей. Тест на зношування в основному є хорошим показником якості захисного жилета. Чим кращий результат, тим стійкіший жилет до впливу навколишнього середовища, і власник може покладатися на його захист, незважаючи на суворі умови. Випробування на знос для класів Іа - ІІа включає 10-денне перебування в барабані, що здійснює 72000 ± 1500 оборотів при температурі 65°C при вологості 80%. Однак подальший обстріл проводиться при нижчій початковій швидкості, щоб врахувати кондиціювання [13].

Відповідно до стандарту бронезилетів NIJ 0101.06, п'ять рівнів балістичного захисту, класифікуються за загрозою. Які балістичні вироби мають рівень захисту, залежить від типу та швидкості снаряда, якому вони можуть протистояти. Це рівень ПА, рівень П, рівень ША, рівень Ш та рівень ІV. Стандарти ефективності бронезилетів допомагають користувачам краще зрозуміти, на який захист вони можуть розраховувати від бронезилетів, які вони вирішили носити.

Рівень NIJ ПА є мінімальним стандартом для бронезилетів. Часто це стандарт, який використовується у виробництві м'яких бронезилетів, що складаються з шарів високоміцних волокон. Приклади цих волокон включають пара-арамід (Kevlar, Twaron) і високоефективний поліетилен (Spectra, Dyneema). У порівнянні з рівнем NIJ П, жилети з рейтингом NIJ ПА легкі та гнучкі. Оскільки їх легко сховати під одягом, жилети NIJ ПА добре підходять для повсякденного використання в цивільних і правоохоронних органах. Однак рівні ПА та ША NIJ не забезпечують захисту від боєприпасів до гвинтівки, лише деякі патрони до пістолета. Нові бронезилети з рейтингом NIJ ПА повинні бути здатними протистояти: 9-міліметровим снарядам Full Metal Jacket Round Nose зі швидкістю 1225 футів на секунду (373 метри/с) і вагою 124 г (8,0 г), снарядам 40 Smith & Wesson Full Metal Jacket зі швидкістю 1155 футів на секунду (352 метри на секунду) і вагою 180 г (11,7 г).

Кондиціонований бронезилет з рейтингом NIJ ПА повинен бути здатним протистояти: 9-міліметровим снарядам Full Metal Jacket Round Nose зі швидкістю 1165 футів на секунду (355 метрів на секунду) і вагою 124 г (8,0 г) та Снарядам 40 Smith & Wesson Full Metal Jacket зі швидкістю 1065 футів на секунду (325 метрів на секунду) і вагою 180 г (11,7 г). Боєприпаси калібру 9 мм і .40 Smith & Wesson наразі є одними з найбільш доступних [14].

Бронезилети рівня NIJ П також називають м'якими. Він забезпечує більший захист від удару тупим ударом, ніж рівень ПА, і може протистояти більшій різноманітності типів боєприпасів. NIJ П важчий за NIJ ПА, хоча в цілому він все ще відносно легкий і гнучкий, тому NIJ П все більше застаріває

NIJ PA, коли справа доходить до виробництва жилетів, які можна приховати. Нові неношені бронежилети з рейтингом NIJ II повинні бути здатними протистояти: 9-міліметровим снарядам Full Metal Jacket Round Nose зі швидкістю 1305 футів на секунду (398 метрів на секунду) і вагою 124 г (8,0 г) та снарядам 357 Magnum Jacketed Soft Point зі швидкістю 1430 футів на секунду (436 метрів/секунду) і 158 г (10,2 г).

Кондиціонований бронежилет з рейтингом NIJ II повинен бути здатний протистояти: 9-міліметровим снарядам Full Metal Jacket зі швидкістю 1245 футів на секунду (379 метрів на секунду) і вагою 124 г (8,0 г) та снарядам .357 Magnum Jacketed Soft Point зі швидкістю 1340 футів на секунду (408 метрів/секунду) і 158 г (10,2 г).

Кондиціонований бронежилет з рейтингом NIJ IIIA повинен бути здатний протистояти: снарядам 357 SIG FMJ FN зі швидкістю 1410 футів на секунду (430 метрів/секунду) і 125 г (8,1 г) та снаряду 44 Magnum Semi Jacketed Hollow Point (SJHP) зі швидкістю 1340 футів на секунду (408 метрів/секунду) і 240 г (15,6 г).

NIJ III, мабуть, найвідоміший тип бронежилетів. Це початковий стандартний рівень захисту патронів для гвинтівки та зупиняє всі патрони калібру пістолета. Складається в основному з твердих броньових пластин, NIJ III захищає від усіх незначних бронежилетів. Бронежилети цієї категорії можуть бути громіздкими, але також легкими залежно від використовуваного матеріалу.

NIJ IV – найвищий рівень захисту, здатний протистояти бронебійним кулям. Бронежилети цієї категорії є найважчими на ринку, тому не такі зручні, як вироби з нижчими рейтингами. Це також дорожче, ніж NIJ рівнів PA, II, IIIA та III.

Підсумовуючи, зазначимо, що кожен рівень бронежилета NIJ призначений для відповідності конкретним потребам або ситуації, так, NIJ рівні II та PA забезпечують захист від більшості поширених пістолетів. Вони зручні завдяки меншій вазі та відсутності громіздкості. Навпаки, балістичні вироби з рейтингом NIJ IIIA захищають майже від усіх поширених пістолетних патронів і значно важчі, ніж вироби NIJ PA та NIJ II. Бронежилети на рівні NIJ PA, II та IIIA

визначаються як м'які обладунки, а рівні NIJ III та IV представляють собою тверду броню або пластинчасті вставки. NIJ III та NIJ IV забезпечують більший захист, ніж NIJ IIIA, ПА та П. NIJ III забороняє використовувати боєприпаси до рушниці та всі патрони калібру до пістолета. Навпаки, NIJ IV захищає від бронебійних гвинтівкових куль. NIJ III та NIJ IV можуть бути громіздкими та менш зручними, ніж вироби з м'якої броні. Кондиціонований бронежелезет випробовується в процесі навантаження в лабораторії під впливом механічного впливу з одночасним впливом підвищеної температури, а також вологості.

Випробування на знос для жорсткої балістики класів III і IV має відповідати значно жорсткішим вимогам. Вони піддаються дії вологості 80% при температурі 65°C протягом 10 днів, але без перебування в центрифугі. Потім вони проходять кліматичне кондиціонування, при якому повинні витримувати перепади температури від -15 до +90°C при вологості від 0 до 50% протягом 24 годин. Після цього проводиться випробування на падіння, щоб переконатися, що балістика здатна протистояти незначним ударним навантаженням. Крім того, бронепанелі занурюють у воду, а потім відстрілюють у мокрому стані. Стандарт NIJ 0101.06 встановлює максимальну глибину заборонної вм'ятини 44 мм.

Технічний регламент на жилети для балістичного захисту (Technische Richtlinie Ballistische Schutzwesten) – це балістичний стандарт у Німеччині. Відповідно до TR робляться засоби захисту, які отримують поліція і Бундесвер. Технічний регламент існує з 1979 року та є загальноновизнаним стандартом для всіх німецькомовних країн. Тим не менш, він ніколи не був настільки поширений, як американський стандарт NIJ. Таким чином, у міжнародному масштабі TR є нішевим стандартом. Проте надбанням німецького стандарту є деякі особливості, які не можна недооцінювати. Технічний регламент "Жилети для балістичного захисту" також поділено на 5 захисних класів, які, на відміну від стандарту NIJ, мають також опис:

- Клас L:захист від куль "звичайної" короткоствольної зброї;
- Клас I:захист від куль пістолетів-кулеметів;

- Клас 2: захист від куль усіх видів короткоствольної зброї;
- Клас 3: захист від звичайних куль довгоствольної зброї;
- Клас 4: захист від куль довгоствольної зброї з бронебійними осердями.

Балістичні вимоги класів такі: SK L до SK 1 проводиться 4 постріли під кутом 0° . За цим слідує обстріл під кутом з 3 пострілами під кутом 65° і 3 постріли з упором дульного зрізу при 0° . У тесті з поліцейськими боєприпасами обстріл проводиться під кутом 0° . Від SK 2 до SK 4 при випробуваннях проводиться 3 постріли під кутом 0° та 3 постріли під 65° . Для кожного виду відстрілу використовується окрема композиція. Тому, наприклад, відстріл однієї і тієї ж композиції під кутами 0 і 65° не здійснюється. Відстань стрілянини, за винятком пострілів в упор, становить 5 м для SK L - SK 2 і 10 м для SK 3.

Захисні жилети рівня SK L або SK 1 перевіряються щодо пострілу в упор. Стовбур зброї притискається до композиції із зусиллям 10 кг і виконується 3 постріли. Якщо справа доходить до рукопашної, бронежилет повинен захищати від пострілів з найкоротшої відстані [15].

Для перевірки зносостійкості м'якої балістики, TR також передбачає випробування на зношування та кліматичні випробування зразків. Тест на холод/тепло проводиться одноразово. Одна композиція витримується протягом 16 годин при -20°C , при $+20^\circ\text{C}$ вологості 65%, і при $+70^\circ\text{C}$, встановленої вертикально або підвішеною в кліматичній камері.

При випробуванні на зношування зразок витримується встановленим у вертикальному положенні або підвішеним при температурі $+40^\circ\text{C}$ і вологості 90-95% протягом не менше 16 годин. Однак тут особливість полягає в тому, що сама захисна композиція, якщо вона запаяна у вологонепроникну оболонку, має бути виїнята з останньої. В результаті власне балістична композиція не захищена від впливу температури та вологості.

Таким чином, випробування на знос безпосередньо перевіряє стійкість матеріалу та якість його обробки. Згідно з TR, термін служби захисного жилета вказується в 10 років. У частині, що стосується заборонної травми, TR відрізняється між бронежилетами прихованого та відкритого носіння. Захисний

жилет прихованого носіння, що носить під одягом і, отже, ближче до тіла може мати максимальне значення заборонної деформації 40 мм. Тут TR орієнтується американський стандарт NIJ. Однак для бронежилетів відкритого носіння TR встановлює максимальну деформацію 22 мм. При цьому TR виходить із ще одного фундаментального постулату.

Бронежилети прихованого носіння призначені лише, щоб дозволити користувачеві вийти з небезпечної ситуації. Боездатність власника не обов'язково гарантується через вищу травму, отриману після потрапляння в бронежилет. Бронежилети відкритого носіння, у свою чергу, повинні продовжувати забезпечувати боездатність користувача, незважаючи на влучення. Тому задається значно нижчий рівень травми. Такі бронежилети призначені для користувачів, що перебувають у тактичній ситуації, таких як солдати або співробітники спецпідрозділів, які можуть носити жилет відчинено. Як і стандарт NIJ, TR не містить тесту на прокол.

По суті можна сказати, що німецький стандарт розглядає більше сценаріїв загроз. В американському стандарті NIJ відсутні як стрілянина, так і відстріл кулями поліцейського стандарту. Для цього за американським стандартом проводяться випробування з більш потужними боеприпасами з високою дією, що зупиняє. З німецької сторони, хоч і використовуються менші калібри і легші кулі, вони агресивніші з погляду проникаючої здібності. У TR, вже починаючи з SK L, для тестування використовуються кулі з цільностальними твердими оболонками, у той час як з американського боку використовуються тільки звичайні кулі оболонки, а за ними йдуть інші боеприпаси з високими показниками проникаючої здатності. З німецької сторони значення деформації 40 мм допустиме лише SK L і SK 1. SK 2, Щодо зносостійкості, обидва стандарти знаходяться на рівні, незважаючи на різні методи випробувань.

Обидва стандарти гарантують довговічність та високу надійність жилетів. Стандарт NIJ рекомендується для тих, хто шукає захист від максимально потужного боеприпасу із середньою проникаючою здатністю. Вищий рівень травми та захист від кількох влучень у Типі IV є вторинними. Для тих, хто хоче

захистити себе від якомога більшої кількості сценаріїв загроз і шукає захист від агресивних елементів, що вражають, рекомендується TR. Технічний регламент також підходить для тих, хто цінує низьку травму та хоче захисту від множинних влучень у класі SK 4.

2.3. Характеристика якості бронежилетів українських виробників

Розглядаючи характеристики якості бронежилетів українських виробників, варто враховувати відгуки українських військових лікарів, згідно яких близько 80% поранень — це уламкові поранення, тому велике значення має ще й показник NATO STANAG V-50, який показує рівень захисту від уламків.

Одним із найкращих на ринку за цим показником є бронежилет «Сармат». Для бронепакет першого класу вона становить 614,5 м/с, для другого 758,6 м/с. При випробуваннях у бронепакет стріляють металевими циліндрами діаметром 1,1 м. Їх швидкість збільшують, доки циліндри не почнуть пробивати бронепакет. Числа 614,5 м/с та 758,6 м/с означають, що 50 % куль пробивають бронепакет на швидкості 614,5 м/с та 758,6 м/с.

Різновид бронежилетів українського виробництва:

– Бронежилети, в яких використовуються імпортовані керамічні бронепластилини 6-го класу і «м'яка броня» мають відповідні протоколи балістичних випробувань в сертифікованих українських лабораторіях (в Україні таких лише дві). Ціна від 15 тис.грн;

– Бронежилети, в яких використовуються броньовані пластилини 3, 4, і 5-го класу, виготовлені з імпортованої бронестали відомих металургійних концернів RUUKKI (Фінляндія), SSAB (Швеція). Бронесталь відповідає всім вимогам ЄС, забезпечує надійність і стабільну пулестойкість. Важливо, щоб металеві пластилини були укомплектовані антикоршешетними засобами (кілька шарів кевлара або армованої гуми, товщиною від 5 мм). У середньому ціна на даний тип бронежилетів з двома пластилинами (250x300мм) – 3 -5 тис грн. Якщо є ще

оснастка «м'якої бронєю» від осколків, захист шиї, паху, потилиці, хребта, то ціна буде від 10 тис. грн;

– Несертифіковані бронежилети, в яких пластина невідомого походження. Це сама бюджетна серія, частіше виготовлена із звичайної сталі, загартованої кустарним чином. На жаль, нестабільність хімічного складу не дозволяє забезпечити стабільну пулестійкість.

Вага бронежилета - один з основних показників при виборі амуніції. Загальна маса залежить від матеріалу виробу та площі захисної пластини. Легкі тканинні бронежилети 1 та 2 класу захисту мають вагу до 3 кг, при правильній експлуатації можна їх носити не знімаючи 24 години та більше [4].

Обов'язковим є документація, яка підтверджує її якість:

- Протоколи балістичних випробувань;
- Сертифікати відповідності (ДСТУ);
- Сертифікати якості [5-8].

Характеристика бронежилету "Сармат". Бронежилет оснащений м'якою бронєю 1 класу балістичного захисту загальною площею 70 дм² при вазі 4,7 кг (Без бронепліт).

Оснащений зручною та легкою у використанні системою швидкого скидання без використання металевих тросів (запатентованою ТОВ «Балістика»).

Внутрішня частина виконана із 3D сітки забезпечує додаткову якісну вентиляцію.

Система розкриття бронежилета оснащена пластиковими пряжками, що на відміну від наклейок велкро забезпечує зручне та оперативне вдягання/зняття бронежилета, і дозволяє робити це без додаткового шуму. Камербанди мають зручне регулювання по статурі, крім того ззаду вони з'єднані еластичною стрічкою, що дозволяє щільніше підігнати бронежилет до тіла, щоб він не ковзав.

Комір та пах мають зручну систему носіння та кріплення/роз'єднання (Пах ховається під броне-пластину). Комір є суцільнокройним, тобто не має швів у місці згинання і кріпиться на перехльост з м'якою бронєю жилета, тобто відсутні

щілини, куди можуть потрапити уламки і пробити бронезахист. У бронезилеті використовується лише якісна нейлонова велкро (липучка) виробництва Alfatex. Виділяється точність виконання системи Молле у бронезилеті, виготовленій на високоточному комп'ютеризованому обладнанні.

Пластикова фурнітура в цьому бронезилеті також виготовляється з нейлону виробництва 2М Італія. Перевага оригінального мультикама над усіма іншими кольорами, це використання оригінальної Cordura 1000D Original MultiCam® з NIR просоченням (яка знижує помітність у ПНВ).

Характеристика модульного бронезилету Корсар МЗС -1-4. Бронезилет «Корсар МЗ» розроблений у 2002 р. для військовослужбовців Міністерства оборони України, які брали активну участь у миротворчих місіях на Балканах, Іраку, Сьєрра-Леоні. Починаючи з 2014 р., бронезилет «Корсар-МЗ» перебував на озброєнні як базовий для підрозділів ЗС України. Бронезилет «Корсар МЗ» зарекомендував себе як зручний, простий в експлуатації та надійний виріб. По всьому периметру чохла (груди, спина, шия, плечі, пах, боки) бронезилет має м'який балістичний пакет (кевлар 18 шарів), який забезпечує 1й кл.захисту, тримає пістолет та уламки.

Поверху, на балістичний пакет встановлюються 4 металокерамічні плити по 4-му класу захисту в область грудей, спини та боків. Пластини, які встановлюються на груди та спину мають розмір 250x300 мм (7,5 дм.кв.) кожна. Бічні пластини 150x120 (3дм. кв.) кожна.

Система швидкого скидання, дозволяє з легкістю звільнитися від бронезилета при пораненнях або потраплянні у воду, потім знову його зібрати (Табл. 2.4.).

Таблиця 2.4 – Порівняльна характеристика відомих бронезелетів українських виробників

Бронезелети	Укомплектація	Характеристика
<p>Бронезилет Корсар МОЗ</p> <p>рівень захисту - 1 (кевлар) -4 (плити), виробництво ТЕМП-3000.</p>	<p>– Регулювання та з'єднання бронезилета «Корсар-МЗ» в області плеча здійснюється за допомогою подвійних накладних клапанів. Клапани кріпляться на текстильну застібку до елемента захисту грудей, що забезпечує надійну фіксацію.</p> <p>– Бронезилет «Корсар МЗ» додатково комплектується жорсткими бронепластинами від 2-го до 6-го класу захисту, стандарт України, або від III по IV клас, стандарт NIJ 0101.04 США.</p> <p>– На лицьову сторону бронезилету нашити три кишені для 6-ти автоматних магазинів, а також дві кишені для ручних гранат.</p> <p>– Вище накладної кишені грудної бронепластини розташоване горизонтальне кріплення для штик-ножа.</p> <p>– Регулювання бронезилета за обсягом в області талії здійснюється за допомогою бічних клапанів та текстильної застібки.</p> <p>– Бронезилет «Корсар-МЗ» має додаткові бічні лаштунки з боку чохла спини, які кріпляться безпосередньо на поясі тіла людини за допомогою текстильної застібки, що дозволяє додатково зафіксувати елемент захисту спини на торсі людини.</p>	<p>Рівень захисту - 1 (кевлар) -4 (плити), виробництво ТЕМП-3000.</p>

Продовження таблиці 2.4.

Бронежилети	Укомплектація	Характеристика
Бронежилет "Сармат"	Складається з 3-х основних компонентів: сам жилет (Майка), комір, захист паху. Вони не з'єднані нерухомо, тому при необхідності їх можна роз'єднати та носити протиосколковий жилет окремо.	Протиосколковий бронежилет Сармат виготовлений із надвисокомолекулярного поліетилену, при такій площі захисту його вага всього 4,7 кг. Сам матеріал для бронепакета 1 класу, надвисокомолекулярний поліетилен, виготовляється в Ізраїлі компанією FMS. Даний матеріал відрізняється підвищеною живучістю та легкістю. Бронепакет 1 класу захисту нашого виробництва із надвисокомолекулярного поліетилену.

Протиосколкові захисні елементи зі СВМПЄ кращі за ті бронепакети, які виготовлені з кевлару (параараміду) і нині стоять на озброєнні у ЗСУ. Також бронепакет із СВМПЄ не змінює своїх балістичних властивостей при намоканні, на відміну від кевлару (параараміду) [9]. В результаті спостерігаються дуже високі результати захисту. Досягається це завдяки передовим технологіям компанії FMS (виробник надвисокомолекулярного поліетилену), а також правильною технологією виробництва самого бронепакету ТОВ «Балістика».

Спеціальний щит в бронезелетах українських виробників в більшості представлений маленькими пластинами, які захищають лише життєво важливі органи. Виконуються такі пластини з:

- Сталі – дають найвищий захист від загрозливих об'єктів, що мають високу швидкість;

- Титану (твердого та м'якого). Перший має високі характеристики міцності, але схильний до руйнування за певних умов; другий – тримає удар, але при цьому схильний проминатись, передаючи вбивчий імпульс. Композитне поєднання дає ступінь захисту, аналогічний сталі, але подібна пластина легша на 30-40%;

- Алюмінія - такі пластини роблять більш товстими, від чого захисні жилети з ними менш ергономічні;

- З арамідних волокон – вони відмінно «гальмують» уламки та кульові об'єкти, що рухаються зі швидкостями нижче 500 м/с. Арамідний шар використовують як зовнішній тільки в протиосколкових жилетах, які не підходять для протикульового захисту. Також подібний матеріал не витримає удару ножем, шилом, зрозуміло, стилетом, а також влучення арбалетного болта (стріли).

Ще з негативних властивостей арамідного волокна необхідно відзначити те, що воно має властивість намокати, втрачаючи при цьому всі свої захисні властивості. Тому такий шар зазвичай «упаковується» у водонепроникний чохол. Але при попаданні осколків покриття зазвичай рветься, так що жилети, що мають як захисну начинку арамідне волокно, можна назвати одноразовими.

З надвисокомолекулярного поліетилену (СВМПЕ) – за характеристиками міцності таке волокно може змагатися з титаном. Однак при цьому набагато легше. Поліетиленові пластини тримають попадання кулі, проте лише один раз. Тому захист із СВМПЕ найчастіше роблять знімним.

Американські дослідження бронезелетів українських виробників визначили, що головною загрозою для українських військових та їх бронезилетів є напівавтоматична снайперська гвинтівка Драгунова російського

виробництва [10]. Коментуючи це, Стів Хіворд, експерт із бронежилетів і член програми боротьби з джунглями Міністерства оборони Великобританії, а також технічний директор виробника спеціалізованого обладнання Crib Gogh, зазначив, що напівавтоматична снайперська гвинтівка Драгунова та її різноманітні калібри $7,62 \times 54$ у минулому снаряди становили серйозну загрозу для військових, тому вона був включений як загроза в різні MIL-STD і специфікації випробувань для тестування бронежилетів, включаючи стандарти NIJ, яких дотримуються багато західних виробників і виробників НАТО [16].

2.4 Висновки до розділу 2

Сучасні види бронежилетів в Україні і по всьому світу захищають не тільки від куль пістолетних, автоматних і кулеметних, а й ефективно протистоять уламкам, що утворюються під час підриву снарядів, гранат, БЧ ракет і мін. Крім того, жилет зобов'язаний забезпечувати захист від холодної зброї. Таким чином, бронежилети повинні мати наступні характеристики:

- ступінь захисту, що відповідає заявленому класу;
- комфортність та ергономічність використання;
- наявність маскуванню (камуфляжу);
- максимальна ефективність;
- високі характеристики міцності тканини;
- продумане доопрацювання;
- комфортні значення вагових показників.

У всіх бронежилетів незалежно від їхнього становища в класифікації є сертифікати якості, у яких зазначені їх експлуатаційні характеристики. Останні повинні залишатися постійними при:

- температурі від -40 до $+40$ °C;
- вологості повітря аж до 90%;
- вплив будь-яких опадів, а також при короткочасному (до 1 хвилини) зануренні у воду;

– короткочасний (до 25 секунд) вплив відкритого вогню.

Глобальні балістичні стандарти мають основне значення для створення бронежилетів для військових, правоохоронних органів і цивільної безпеки. У міру розвитку загроз і прогресу зброї розуміння цих стандартів має вирішальне значення для забезпечення оптимального захисту в різних робочих середовищах. Кожен стандарт розбирається, щоб виявити його конкретні рівні захисту, балістичні загрози, які вони вирішують, і їх практичне значення в реальних сценаріях. Адже, незважаючи на велику різноманітність видів бронежилетів, мета у них одна – захистити людину від травм, отриманих внаслідок влучення кулі або уламків.

3 ОЦІНЮВАННЯ КОМФОРТНОСТІ БРОНЕЖИЛЕТУ

Комфорт - «психічний стан легкості або благополуччя, стан рівноваги, який існує між індивідумом і його оточенням». Загальне сприйняття комфорту є сукупністю фізичних, психологічних і фізіологічних уявлень про комфорт.

Текст даного розділу відображає не тільки можливість оцінки такого суб'єктивного показника якості, як комфорт. Результати досліджень і пропозиції, які наведено в цьому розділі призначено не тільки і не стільки для порівняння бронезилетів різних типів і виробників при закупівлях. Ці результати призначені для дослідження якості бронезилетів та її покращення при проектуванні та виробництві бронезилетів.

Використання наведених інструментів оцінки комфорту допоможуть підприємству (виробнику) відповісти на такі питання:

Які ділянки тіла взаємодіють з бронезилетом, щоб вплинути на посадку та комфорт бронезилета компанії?

Як можна маніпулювати функціональними елементами дизайну бронезилета для покращення прилягання та комфорту бронезилета в зонах, визначених у попередньому питанні?

3.1 Наслідки використання бронезилетів

Ефект від носіння бронезилета (порівняно зі звичайному функціонуванні людини, - без бронезилета) був добре задокументований у літературі. Отримані вченими дані свідчать про те, що носіння бронезилетів може мати негативний вплив на:

- фізичний стан суб'єкта,
- його фізіологічного та
- психологічного благополуччя.

В даному розділі наведено короткий огляд ключової літератури, що стосується впливу бронежилетів на суб'єкта. Метою огляду не було порівняння якості бронежилетів різних типів і різних виробників. Мета огляду – принципове визначення того, що окрім «безпекових» показників, бронежилети мають інші важливі властивості, - властивості «комфорту».

Розглянемо негативні наслідки використання бронежилетів.

Фізичний стан. Як чоловіки, так і жінки-військовослужбовці помітили значне зменшення кількості сходів, якими вони могли піднятися за хвилину, коли виконували експериментальне тестування використання бронежилетів. Також значно скоротився час виконання фізичних вправ у вигляді ходьби на біговій доріжці.

Було виявлено, що чоловіки-військовослужбовці, які носять бронежилети, відчують зниження кількості підтягувань, які вони могли виконати до втоми. Жінки-військовослужбовці були менш здатні утримувати вагу свого тіла зі зігнутими руками та підборіддям над турніком під час носіння бронежилета порівняно з виконанням того ж завдання без бронежилета.

На виконання завдання з мобільності значно вплинуло додаткове навантаження від носіння бронежилетів з балістичними пластинами порівняно з носінням таких бронежилетів без пластин. В такі завдання (з мобільності) включають

- 5-хвилинний біг;
- завдання на рівновагу;
- завдання на прискорення;
- завдання на грепплінг (спеціальний напрямок спортивної боротьби);
- завдання на рухливість і діапазон рухів.

Були зменшені в діапазоні деякі рухи верхньої та нижньої частини тіла у чоловіків, які носять бронежилети (на відміну від тих, хто його не носить):

- амплітуда рухів в області тазу показала найбільш тривожне зниження для рухів нижньої частини тіла;

– внутрішня ротація та екстра ротація тазу, а також передній та задній нахил тазу були значно порушені, коли учасники носили бронежилети, на відміну від того, коли вони носили лише майку та спортивні шорти.

Це означає, що область тазу учасника була обмежена в здатності рухатися вперед (передній нахил) і назад (задній нахил), а також обмежена в здатності обертатися всередину (внутрішня ротація) і назовні (екстра ротація).

Рухливість верхньої частини тіла може бути знижена на 13-42% при носінні бронежилета (на відміну від відсутності бронежилета), коли рухливість вимірюється здатністю учасника виконувати такі завдання, як:

- біг;
- підтягування;
- рівновага;
- та інші завдання на рухливість, які може виконувати військовий.

Аналіз ходи, коли вона використовувалася як показник діапазону рухів, показав значні зміни в моделях ходьби учасників при носінні бронежилетів, на відміну від тих, коли вони були одягнені без бронежилета. Результати показують значне зменшення діапазону рухів для факторів ходи:

- фази маху;
- часу маху;
- часу подвійної підтримки.

Це означає, що учасники тестів демонстрували меншу амплітуду рухів під час руху ніг вперед (фаза маху). Їхні ноги проводили менше часу над землею під час руху вперед (час маху) і вони проводили більше часу з обома ногами на землі одночасно (час подвійної підтримки).

Фізіологічний стан. Оцінка фізичного стану найчастіше виконується за такими показниками:

- Частота серцевих скорочень;
- Споживання кисню;
- Втрата поту;
- Рівень лактату (молочної кислоти) в крові.

Частота серцевих скорочень. Існують переконливі докази на підтримку думки про те, що носіння бронезилета негативно впливає на фізіологічні реакції власника. Безумовно, найбільш дослідженою та добре узгодженою темою є те, що у носіїв спостерігається значне збільшення частоти серцевих скорочень при носінні бронезилета, на відміну від функціонування без нього. Збільшення частоти серцевих скорочень під час носіння бронезилетів залишалось очевидним у тестах з фізичним навантаженням:

- проведених у спекотному та вологому кліматі;
- після акліматизації до жаркого і сухого клімату;
- при кімнатній температурі.

Споживання кисню. Інші фізіологічні ефекти носіння бронезилетів включають підвищене споживання кисню. Порівняння споживання кисню учасниками, які проходили фізичні тести в бронезилеті, порівняно з тим, коли вони не були одягнені в бронезилети, не виявили статистично значущих змін у споживанні кисню.

Втрата поту. Значне збільшення втрати поту було виявлено в учасників чоловічої статі, які носили бронезилети, порівняно з втратою поту без носіння бронезилетів.

Рівень лактату (молочної кислоти) в крові. Було показано, що рівень лактату в крові зростає у військовослужбовців між тестами, проведеними після завершення вправ з бронезилетом, в порівнянні з тестами, проведеними після завершення вправ без бронезилета. Високий рівень лактату в крові свідчить про те, що користувачі відчували або збиралися відчути м'язову втому.

Психологічний стан. Існують деякі суперечливі дані щодо можливого впливу носіння бронезилетів на психологічне та когнітивне благополуччя військового. Одні джерела повідомили, що не було значущих змін у когнітивних функціях, але інші повідомили про те, що учасники тестувань демонстрували ознаки розумової втоми після виконання фізичних завдань у бронезилеті. Це свідчить про те, що носіння бронезилета може мати негативний вплив на психологічний стан власника.

Посадка та комфорт бронежилетів. Було знайдено обмежену кількість досліджень, які вивчали посадку бронежилетів. Дослідження, які досліджували цю тему, показують, що області шиї та талії для бронежилета мають проблеми з посадкою. Дослідження, які оцінювало посадку для жінок-військовослужбовців, які носили бронежилети IV рівня, показують, що жінки відчують деякі з тих же проблем з посадкою, що і чоловіки.

Учасники численних досліджень повідомляли, що шийна область бронежилета була занадто щільною. Також відомо, що вузьке декольте часто створювало відчуття задухи. Деякі виробники запропонували змінити форму вирізу, щоб пристосуватися до цього. Незважаючи на те, що нова форма декольте призвела б до меншого захисного покриття, це вважалося кращим, ніж дискомфорт стандартного вирізу. Опитування 91 поліцейського чоловічої статі, які носили бронежилети II рівня, виявило, що 60,7% офіцерів-учасників оцінили, що їх жилет був щільним навколо декольте, коли вони стоять. 38% офіцерів-учасників повідомили, що регулювали свій жилет на шиї або талії, коли переходили з положення стоячи в положення сидячи.

Вага бронежилета. Сучасні дослідження створюють нечітку картину щодо взаємозв'язку між вагою бронежилета та комфортом власника. У двох окремих дослідженнях учасникам було запропоновано виконувати завдання, одягнувши бронежилети різної ваги. В обох дослідженнях повідомлялося, що учасники віддавали перевагу найлегшому варіанту бронежилета. Однак з існуючої літератури незрозуміло, наскільки потрібна зміна ваги бронежилета, щоб вплинути на рівень комфорту власника.

У відомому дослідженні Majchrzycka et al. (2013) було протестовано три типи бронежилетів, вагою 2,10 кг, 3,18 кг та 2,40 кг. Значна різниця у сприйнятті комфорту носієм була виявлена між трьома типами бронежилетів і була пов'язана зі зміною ваги. Крім того, це дослідження показало, що зміна ваги бронежилета на 0,20 унції/фут² не є достатньою зміною ваги, щоб суттєво вплинути на комфорт користувача.

Форма і конструкція бронежилетів. Форма та конструкція бронежилетів може впливати на рівень комфорту власника (Barker & Black, 2009; Чой, Гарлі та Мітчелл, 2009; Lee та ін., 2013). Однак потрібні додаткові докази, щоб отримати повне розуміння того, як можна маніпулювати цими факторами для покращення комфорту бронежилетів. І Barker and Black (2009), і Lee et al. (2013) виявили, що на рівень комфорту власника значно впливав дизайн і громіздкість бронежилетів. Majchrzyska et al. (2013) стверджували, що форма не мала значного впливу на сприйняття комфорту користувачем. Однією з причин цього може бути різний рівень змін, внесених до бронежилетів у кожному дослідженні.

Сприйняття користувачем комфорту. Не можна зробити висновок про те, як різні типи бронежилетів вплинули на сприйняття комфорту власником через суперечливі та неоднозначні результати в літературі. Однак очевидно, що в принципі усі носії відчуваються менш комфортно при носінні бронежилета, на відміну від того, хто не носить бронежилета.

Одним із тривожних явищ є докази того, що користувачі бронежилетів сприймають спорядження як незручне, навіть якщо немає статистично значущих змін у фізичній здатності власника виконувати завдання. Багато дослідників та виробників закликають до додаткових досліджень, щоб пояснити різницю між фізичними можливостями та сприйняттям користувача.

Як стало відомо з огляду літератури, бронежилети – це захисний одяг, призначений для забезпечення захисту від конкретних балістичних загроз у межах зон його покриття. Хоча він забезпечує необхідний захист, він також має негативний вплив його носіння на фізичний, фізіологічний і психологічний комфорт. Крім того, відсутність послідовності у висновках попередніх досліджень спонукає до подальших досліджень, що виправдовує обґрунтованість цього дослідження.

3.2. Шкала типу Лайкерта для оцінки суб'єктивного комфорту

Шкала Лайкерта дозволяє дослідникам організовано збирати різні думки та погляди, а респондентам висловлювати згоду, незгоду або нейтралітет щодо певних тверджень та питань.

Шкала названа на честь її творця, американського соціолога Ренсіса Лайкерта і набула досить широкого поширення в таких дисциплінах, як психологія, соціологія та дослідження ринку, дозволяючи ефективно кількісно оцінювати якісні дані.

Шкала Лайкерта є одним із найнадійніших способів оцінки думок, сприйняття та поведінки.

Щоб зрозуміти, що таке шкала Лайкерта, спочатку потрібно розібратися, що таке шкала опитування.

Шкала в опитуванні – це набір варіантів відповідей (як числових, так і текстових), які охоплюють різні думки з певної теми. Він завжди є частиною закритого питання, в якому респондентам пропонується кілька варіантів відповідей.

Закритий тип питання передбачає, що існує обмежений набір відповідей, з яких потрібно вибрати тільки один - найбільш підходящий. Закриті запитання мають низку особливостей, які роблять їх корисними в таких сферах, як опитування, тестування та навчання.

Наприклад, в анкеті можна задати наступне питання: «Який з перерахованих видів спорту вам подобається найбільше: футбол, баскетбол або хокей?».

Закриті питання зазвичай використовуються для збору конкретної та точної інформації.

Однією з особливостей закритого питання є простота його використання та аналізу. Оскільки кількість варіантів відповідей обмежена, результати опитування можуть бути швидко оброблені та інтерпретовані. Це дозволяє отримати чітку і зручну для аналізу інформацію. Крім того, закриті питання

дозволяє провести статистичний аналіз результатів, що може стати в нагоді при вивченні думок великої кількості людей.

Незважаючи на всі переваги закритих питань, вони також мають деякі обмеження. Одним з основних обмежень є те, що респонденти можуть бути обмежені запропонованими варіантами відповідей і не можуть висловити свою думку повністю. Це може обмежити отримання різноманітних і глибоких відповідей. Крім того, закриті питання іноді можуть бути суб'єктивно сформульовані, що може вплинути на точність результатів

Шкала Лайкерта – це шкала оцінювання, яка використовується для вимірювання думок, поглядів, мотивацій та інших параметрів. Шкала складається з декількох варіантів відповідей від мінімального до максимального і іноді включає нейтральний варіант. Найбільш популярні шкали – 4-7 балів.

Що таке питання за шкалою Лайкерта? Замість того, щоб просити респондентів про просту відповідь «так/ні», наприклад, «Вам подобається наш продукт?», шкала Лайкерта дозволяє вибрати більш деталізований варіант від «зовсім не подобається» до «дуже подобається».

За допомогою шкали Лайкерта дослідники можуть ефективно збирати індивідуальні думки, погляди та кількісно оцінювати їх. Наприклад, якщо товар подобається респонденту, але не настільки, щоб він не міг без нього жити, то він може вибрати варіант «скоріше подобається».

У порівнянні з бінарними питаннями, які надають лише два варіанти відповіді, запитання за шкалою Лайкерта дадуть вам більш детальну інформацію про те, чи виявився ваш продукт «нормальним» або (у кращому випадку) «чудовим».

Цей метод дозволяє виявити нюанси думки, які можуть істотно вплинути на розуміння отриманого вами відгуку. Він також може визначити сфери, де ви можете покращити якість продукції, якість послуг або умови праці.

Опитування, в яких використовується шкала Лайкерта, можуть виглядати по-різному. Ось кілька найпоширеніших типів запитань, які вони використовують.

Ймовірність: ймовірність того, що респондент здійснить дію, наприклад, придбає підписку або продукт. Цей тип питань слід ставити, коли ви хочете визначити ймовірність того, що клієнт виконає дію, а не просто дізнатися, наскільки йому щось подобається.

Задоволеність: наскільки клієнт задоволений продуктами або послугами, пропонованими компанією.

Важливість: За допомогою запитання за шкалою Лайкерта ви також можете оцінити, наскільки важливою є певна послуга, продукт або досвід для клієнта.

Шкала Лайкерта – це досить гнучка шкала оцінювання, яка може бути легко адаптована під конкретний дизайн опитування. Найбільш поширені шкали складаються з 4, 5, 7 і 10 балів.

5-бальна шкала Лайкерта. За такою шкалою є 5 варіантів відповідей, у тому числі нейтральний. Ось приклад типового запитання з 5-бальною шкалою Лайкерта:

"Наскільки легко зареєструватися в нашому мобільному додатку?":

- Дуже складно;
- Досить складно;
- Важко відповісти;
- Досить просто;
- Дуже легко.

Або. «Наскільки комфортно використовувати виріб?»:

- вкрай не комфортно;
- не не комфортно;
- більш-менш;
- комфортно;
- надзвичайно комфортно.

Шкала Лайкерта - порядкова шкала. Інтервали між запропонованими на шкалі значеннями не рівні, тобто не є кількісними інтервалами.

Шкали вимірювань класифікуються за видами вимірюваних даних, що визначають коефіцієнти, що справедливі для даної шкали, в тому числі і ті, які відповідають математичним перетворенням значень шкали. Сучасна класифікація ваг була запропонована в 1946 році Стенлі Смітом Стівенсом:

- Шкала найменувань (номінальна, класифікація);
- Порядкова шкала (або ранг);
- Інтервальна шкала (вона ж різницева шкала);
- Абсолютна шкала (вона ж шкала відносин).

Порядкова шкала (або шкала рангів) включає в себе відносини тотожності і порядку. Об'єкти в цій шкалі ранжуються. Але не всі предмети можуть бути підпорядковані відношенню порядку. Наприклад, не можна сказати, що більше, коло або трикутник, але можна виділити в цих предметах спільну властивість - площу, і таким чином стає простіше встановлювати порядкові відношення. Тому що він не враховує різницю між об'єктами масштабу. Приклад такої шкали: бали успішності (незадовільно, задовільно, добре, відмінно).

Переваги шкали Лайкерта:

Питання за шкалою Лайкерта покращують якість даних.

Запитання за шкалою Лайкерта дозволяють збирати більш точні думки та погляди, ніж запитання з бінарною шкалою. Наприклад, якщо респондентам пропонується бінарна шкала для відповіді на питання «Чи подобається вам наш продукт?», вони можуть відповісти або «так», або «ні», але ця відповідь не буде відображати ступінь, в якій їм подобається або не подобається продукт.

Якщо респондентам запропонувати шкалу Лайкерта, то можна отримати більш розгорнуті, а значить і якісніші відповіді.

Шкала Лайкерта більш ефективна, коли питання стосуються одного предмета.

Важливо, щоб кожна серія питань в опитуванні була присвячена одній і тій же темі. Це допоможе отримати більш точні результати. Це пов'язано з тим, що метрика, що цікавить, може бути сумою результатів кількох запитань.

Наприклад, ви можете поставити таке початкове запитання:

– Наскільки ви задоволені чи незадоволені вечерєю, яку вам сьогодні подали?

А потім запитайте уточнюючого:

– Наскільки ви задоволені або незадоволені закусками, пропонованими на вечерю?

– Наскільки ви задоволені або незадоволені основною стравою?;

– Наскільки ви задоволені або незадоволені десертом?.

А ось наступне питання варто включити в інший розділ опитування:

– Наскільки ви задоволені або незадоволені сервісом в гардеробі сьогодні?

Групуючи питання навколо однієї теми та узагальнюючи відповіді для отримання балу (в даному випадку рейтингу якості їжі), ви отримаєте більш точну інформацію про ставлення людей до того чи іншого продукту, послуги чи події.

Респондентам подобаються питання за шкалою Лайкерта. Запитання за шкалою Лайкерта набагато зрозуміліші та простіші для відповіді, ніж запитання з відкритим кінцем, рейтингом або кількома варіантами відповідей. Це означає, що респонденти з меншою ймовірністю відчуватимуть втому від опитування або негативні почуття щодо опитування. Натомість їм сподобається проходити опитування, і вони з більшою охотою надаватимуть зворотний зв'язок у майбутньому.

3.3 Основні умови випробувань (досліджень)

Для досліджень та оцінки була обрана шкала типу Лайкерта. Для оцінки суб'єктивного комфорту шкала була інтегрована з експериментом з аналізу професійних завдань учасників для оцінки сприйняття посадки та комфорту користувачів під час носіння бронезилета як з пластинами, так і без них.

Завдання для цього тесту були взяті зі стандарту ASTM для оцінки комфорту захисного хімічно-захисних костюмів. ASTM - стандарти американського суспільства по випробуванням матеріалів.

В цій роботі завдання для тестів були скореговані відповідно до професійної діяльності військових. Завдання мали на меті імітувати фізичні рухи, необхідні військовим у бронезилетах під час ведення бойових дій.

Під час експерименту з аналізу професійних завдань учасникам має бути запропоновано одягнути свою звичайну форму разом із бронезилетом, який тестується. Це включає їхню формену сорочку, штани, взуття та службовий ремінь.

Протоколи для аналізу професійних завдань можуть бути запозичені з того ж стандарту ASTM F1154-99 для якісної оцінки комфорту, посадки, функцій та цілісності ансамблів хіміко-захисних костюмів.

Завдання для проведення тесту наведено нижче.

Комплекс завдань кожен учасник має виконувати у бронезилеті як з пластинами, так і без них, з 10-хвилинним відпочинком між ними.

Завдання.

– Встаньте на ліве коліно, потім перемістіться так, щоб ви стояли на обох колінах, встаньте на праве коліно і перейдіть у положення стоячи. Повторіть цей рух чотири рази;

– Виконайте таку дію: пригнутися, присісти, повернути вправо, повернути вліво, стояти. Повторіть рух чотири рази;

– Встаньте прямо. Витягніть руки над головою, потім зігніть руки в ліктях. Повторіть рух чотири рази. Цей рух може бути схожим на той, що виконується, якщо вам потрібно було витягнути себе на щось або через щось, або перестрибнути через паркан;

– Не використовуючи вогнепальну зброю, змоделюйте стійку для стрільби, утримуйте її і розслабляйтеся. Повторити рух 4 рази;

– Змоделюйте рух, коли вам потрібно дотягнутися до рації на протилежному плечі. Повторіть рух чотири рази;

– Пройдіть відстань 100 метрів;

– Проповзть на руках і колінах на відстані 10 метрів;

– Стояти прямо. Поверніть голову вліво і поверніться. Поверніть голову вправо і поверніться. Повторіть рух чотири рази;

– Встаньте прямо біля стільця. Сядьте в стілець. Поверніться в положення стоячи поруч зі стільцем. Повторити чотири рази;

– Окремо підніміть чотири коробки з підлоги і покладіть на стіл. Поверніть кожну коробку на підлогу;

– Підніміться п'ятьма сходами;

– Підніміться на п'яту сходинку драбини.

Після кожного завдання учасника має оцінити свій рівень сприйняття комфорту за шкалою від 1 до 5, де 1 – надзвичайно незручно, а 5 – надзвичайно комфортно.

Необхідно оцінити сприйняття комфорту бронежилета навколо конкретних частин тіла, включаючи шию, талію та руки.

Після виконання всіх дванадцяти завдань учасникам буде запропоновано, оцінити свій загальний комфорт за тією ж шкалою. Питання, пов'язані із загальним комфортом бронежилета, були запозичені зі стандарту ASTM F1154-99 і деяких оприлюднених досліджень.

3.4 Завдання для виконання і оцінки комфортності бронежилету.

Комфортність бронежилету є одним із ключових аспектів, який впливає на його функціональність та придатність для тривалого носіння. Завдання, спрямовані на визначення та оцінку рівня комфортності, мають враховувати фізіологічні, ергономічні та експлуатаційні чинники. Основною метою цього розділу є розробка підходів до оцінки комфортності бронежилету на основі об'єктивних і суб'єктивних параметрів, що забезпечить оптимізацію його конструкції для різних умов використання.

Завдання, пов'язані з оцінкою комфортності бронежилету, спрямовані на оптимізацію його конструкції з урахуванням потреб користувачів. Результати досліджень дозволять підвищити ефективність використання бронежилетів,

знизити рівень втоми та дискомфорту, а також покращити загальний рівень безпеки в екстремальних умовах.

3.4.1 Загальні вказівки.

Дослідник (керівник тестування) повинен прочитати вказівки щодо завдання вголос учаснику експерименту та продемонструвати рух, якщо це необхідно. Після того, як завдання було виконано учасником, дослідник задає питання вголос і відповідно відзначає відповіді учасників. Бажано проводити аудіозапис від початку до кінця виконання завдання, щоб зафіксувати будь-які коментарі учасників до, під час та після виконання завдань.

Учасник повинен не забувати пам'ятати про комфорт, відповідаючи на запитання про завдання. Якщо в будь-який момент учасник не бажає виконувати завдання, необхідно зупинитися.

Кожен учасник має оцінити свій рівень комфорту за наступною 5-ти бальною шкалою:

- вкрай незручно;
- незручно;
- більш-менш;
- комфортно;
- надзвичайно комфортно.

При виконанні кожного завдання учасник оцінює свої конкретні враження (за 5-ти бальною шкалою) комфорту за складовими, що наведено нижче.

- Загальний комфорт бронезилета під час виконання завдання;
- Комфортність бронезилета на шиї;
- Комфортність бронезилета навколо грудей;
- Комфортність бронезилета навколо талії;
- Зручність бронезилета навколо рук.

Після цього необхідно дати відповідь на додаткові питання.

– Чи можете ви поділитися більш детальною інформацією про комфорт бронезилета під час виконання завдання?

– Чи є якісь ділянки жилета, які вас турбують?

– Жилет заважав вам рухатися так, як зазвичай? ТАК/НІ

Оцінка комфортності за 5-ти бальною шкалою та відповіді на додаткові питання проводяться при виконанні кожного завдання і фіксуються дослідником.

Випробування (виконання завдань) проводяться в бронезилеті з захисними пластинами і без пластин.

3.4.2 Завдання

Завдання 1. Будь ласка, встаньте на ліве коліно, потім перемістіться так, щоб ви стояли на обох колінах, встаньте на праве коліно і перейдіть у положення стоячи. Повторіть цей рух чотири рази.

Оцініть, будь ласка, свій рівень комфорту за наступною 5-ти бальною шкалою. Дайте відповіді на додаткові запитання.

Завдання 2. Виконайте таку дію: пригнутися, присісти, повернути вправо, повернути вліво, стояти. Повторіть рух чотири рази.

Оцініть, будь ласка, свій рівень комфорту за 5-ти бальною шкалою. Дайте відповіді на додаткові запитання.

Завдання 3. Встаньте прямо. Витягніть руки над головою, потім зігніть руки в ліктях. Повторіть рух чотири рази. Цей рух може бути схожим на той, що виконується, якщо вам потрібно було витягнути себе на щось або через щось, або перестрибнути через паркан.

Оцініть, будь ласка, свій рівень комфорту за 5-ти бальною шкалою. Дайте відповіді на додаткові запитання.

Завдання 4. Будь ласка, встаньте прямо без використання вогнепальної зброї. Пр продемонструйте рух, який ви б зробили, щоб дотягнутися до своєї вогнепальної зброї: витягніть її з кобури. Пр продемонструйте рухи, які б ви використовували, щоб повернути зброю в кобуру. Повторити 4 рази.

Оцініть, будь ласка, свій рівень комфорту за 5-ти бальною шкалою. Дайте відповіді на додаткові запитання.

Завдання 5. Уявіть, що вам потрібно дотягнутися до рації на протилежному плечі. Стійте прямо. Витягніть руки на рівні грудей повністю в протилежні сторони (ліву, потім праву). Повторіть рух чотири рази.

Оцініть, будь ласка, свій рівень комфорту за 5-ти бальною шкалою. Дайте відповіді на додаткові запитання.

Завдання 6. Пройдіть відстань у 100 метрів

Оцініть, будь ласка, свій рівень комфорту за 5-ти бальною шкалою. Дайте відповіді на додаткові запитання.

Завдання 7. Проповзти на руках і колінах на відстань 10 метрів.

Оцініть, будь ласка, свій рівень комфорту за 5-ти бальною шкалою. Дайте відповіді на додаткові запитання.

Завдання 8. Встаньте прямо. Поверніть голову вліво і поверніться в нейтральне положення. Поверніть голову вправо і поверніться в нейтральне положення. Потім подивіться вгору на стелю, і вниз до підлоги. Повторіть рух чотири рази.

Оцініть, будь ласка, свій рівень комфорту за 5-ти бальною шкалою. Дайте відповіді на додаткові запитання.

Завдання 9. Встаньте прямо біля стільця. Сядьте на стілець. Поверніться в положення стоячи поруч зі стільцем. Повторити чотири рази.

Оцініть, будь ласка, свій рівень комфорту за 5-ти бальною шкалою. Дайте відповіді на додаткові запитання.

Завдання 10. Під час виконання службових обов'язків вам може знадобитися піднімати речі з землі або переміщати ящики. Окремо підніміть чотири коробки вагою 10 кг з підлоги і покладіть на стіл. Поверніть кожну коробку на підлогу, по одній.

Оцініть, будь ласка, свій рівень комфорту за 5-ти бальною шкалою. Дайте відповіді на додаткові запитання.

Завдання 11. Підніміться по п'яти сходах, поверніться і зробіть кроки вниз.

Оцініть, будь ласка, свій рівень комфорту за 5-ти бальною шкалою. Дайте відповіді на додаткові запитання.

Завдання 12. Підніміться, будь ласка, на п'яту сходинку драбини у приміщенні. Через низьку стелю буде краще, якщо ви залишитеся зігнутими на верхній перекладині.

Оцініть, будь ласка, свій рівень комфорту за 5-ти бальною шкалою. Дайте відповіді на додаткові запитання.

Завдання 13. Комфорт в цілому. Будь ласка, врахуйте свій загальний комфорт протягом останніх дванадцяти видів діяльності.

Оцініть, будь ласка, свій рівень комфорту за наступною 5-ти бальною шкалою:

- вкрай незручно;
- незручно;
- більш-менш;
- комфортно;
- надзвичайно комфортно.

Питання:

- загальний комфорт бронежилета під час виконання завдання;
- комфортність бронежилета на шиї;
- комфортність бронежилета навколо грудей;
- комфортність бронежилета навколо талії;
- зручність бронежилета навколо рук.

Додаткові питання.

Чи можете ви поділитися більш детальною інформацією про комфорт бронежилета під час виконання завдання?

Чи є якісь ділянки жилета, які вас турбують?

Жилет заважав вам рухатися так, як зазвичай? ТАК/НІ

Завдання 14. Будь ласка, продемонструйте свій загальний досвід використання цього бронежилета.

Будь ласка, позначте через «X», як би ви описали свій жилет, розглядаючи своє загальне сприйняття одягу за п'ятибальною шкалою

- згоден «на всі 100%»;
- згоден;
- не впевнений;
- згоден;
- згоден «на всі 100%».

Набір тестових завдань, спрямований на оцінку фізичних можливостей учасників під час виконання різних рухів та взаємодії з бронежилетом. Учасникам пропонується пройти 13 вправ, оцінити рівень комфорту за 5-бальною шкалою, а також відповісти на питання, що стосуються зручності використання бронежилета. Завдання спрямовані на виявлення потенційних незручностей або обмежень, які можуть впливати на виконання службових обов'язків. Останній пункт завершує тест, збираючи загальну оцінку вражень від носіння жилета.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження встановлено, що процес оцінки якості бронежилетів є ключовим елементом забезпечення їх надійності в умовах використання. Методи тестування, такі як випробування на кулестійкість, стійкість до ударів і зносостійкість, дозволяють комплексно оцінити захисні властивості виробів. Аналіз існуючих методик, експериментальне тестування із використанням спеціалізованого обладнання та порівняння характеристик з сучасними стандартами, зокрема ДСТУ, виявили переваги та недоліки різних конструкцій і матеріалів, таких як кевлар, композити та ультрависокомолекулярний поліетилен.

Розроблені та апробовані методики тестування бронежилетів сприяють підвищенню їх якості та відповідності сучасним стандартам. Практичне застосування цих методик у лабораторних умовах дозволяє оцінити ефективність бронежилетів у контексті реальних загроз, таких як кульові поранення, осколкові ураження та удари.

Дослідження підтвердило, що якість бронежилетів безпосередньо впливає на безпеку військових і цивільних осіб у зоні бойових дій. У сучасних умовах, коли загрози стають дедалі складнішими, важливими аспектами є вибір матеріалів, оптимізація конструкції, зручність у носінні та забезпечення заявленого рівня захисту.

Результати роботи спрямовані на вдосконалення процесів виробництва та сертифікації бронежилетів, що дозволить забезпечити їх максимальну ефективність і комфортність. Це особливо важливо в умовах війни, коли необхідно гарантувати надійний захист для військових, правоохоронців, медиків та волонтерів. Розробка комплексного підходу до тестування бронежилетів стане вагомим внеском у підвищення рівня безпеки та мінімізацію ризиків ураження.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Класифікація бронежилетів за ДСТУ 8782:2018, NIJ 0101.06. URL: <https://velmet.ua/klasifikatsiya-bronejiletiv-standart-dstu-8782-2018-nij-0101-06.html> (дата звернення 12.01.2025).
2. Уляна Радостіна. Клас захисту бронежилета. Стандарти ДСТУ і НАТО. URL: <https://arp.co.ua/klas-zakhystu-bronezhyleta.-standarty-dstu-i-nato>(дата звернення 12.01.2025).
3. Боброва Світлана, Сергієнко Любов, Галавська Людмила, Шатило Тетяна. Аналіз національних та міжнародних стандартів, що регламентують вимоги до засобів індивідуального бронезахисту. URL: <http://journals.khnu.km.ua/vestnik/wp-content/uploads/2024/01/329-ts2023-n6-64-69.pdf>. (дата звернення 12.01.2025).
4. Вайда Т.С., Кузнецов О.С. Індивідуальні засоби бронезахисту правоохоронців: деякі аспекти класифікації та категорювання. Службово-бойова підготовка як основа професійної діяльності поліцейських: матеріали круглого столу (м. Одеса, 27 листопада 2020 року). Одеса: ОДУВС, 2020. – 194 с.
5. Постанова Кабінету Міністрів України від 18 січня 2003 року № 83 «Про затвердження Правил застосування спеціальних засобів військовослужбовцями Військової служби правопорядку у Збройних Силах України під час здійснення службових обов’язків». URL: https://ips.ligazakon.net/document/view/kp030083?an=819744&ed=2020_02_26. (дата звернення 11.01.2025).
6. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 03.06.2015 № 643 «Про затвердження Положення про службу озброєння Національної гвардії України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0733-15#Text>. (дата звернення 12.01.2025).
7. Наказ Адміністрації Державної служби спеціального зв’язку та захисту інформації України від 08.12.2017 № 673 «Про речове забезпечення військовослужбовців Державної служби спеціального зв’язку та захисту

інформації України в мирний час та особливий період». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0013-18#Text>. (дата звернення 12.01.2025).

8. Наказ ДСНС України від 02.04.2024 № 375 «Про затвердження Рекомендацій про особливості виконання органами управління та підрозділами ДСНС завдань за призначенням у населених пунктах і на територіях під час збройної агресії» URL: <https://dsns.gov.ua/upload/2/0/8/0/8/1/6/rekom.pdf>. (дата звернення 12.01.2025).

9. Полегшений бронежилет "Сармат" з балістичним протиуламковим пакетом 1 класу захисту .<https://balistyka.ua/1912-polegshenyj-bronezhylet-sarmat-z-balistychnym-protyulamkovym-paketom-1-klasu-zahystu-ch> (дата звернення 12.01.2025).

10. European security. Ukraine's complex body armour story .<https://euro-sd.com/2024/02/articles/36478/ukraines-complex-body-armour-story/>(дата звернення 12.01.2025).

11. Gonzalez, R., Ballistic Multi-hit Standard for NATO STANAG 4569 Levels 1-3, document for STANAG 4569, US Army Tank-automotive and Armament Command, May 2002.

12. Hodak, A., Shot Spacing Discussion Paper, document for STANAG 4569, Canadian Directorate for Land Requirements, 5 Jan. 2003. 36. Underwriters Laboratories, Standard for Safety of Bullet-Resisting Equipment, UL 752, 10th Ed., Mar. 10, 2000.

13. UNI EN 1063, Security Glazing – Testing and Classification of Resistance Against Bullet Attack, 2001. 38 Vaivads, R., Characterization of Shot Patterns for a 14.5 mm HMG, Royal Military College, Kingston, Mech. Eng. Report, no. 030301, Mar. 2003

14. Gonzalez, R., Multi-Hit Testing Procedure for the Ballistic Testing of Armor Against 14.5mm Heavy Machine Gun, US Army Tank-automotive and Armament Command, Mar. 2003.

15. Strassburger, E., Test and Evaluation Procedures –Artillery Threat, document for STANAG 4569, Ernst Mach Institute (EMI), 15 Mar. 2002.

16. 2024 Guide to Global Ballistic Standards: Essential Insights for Body Armor
<https://intelalytic.com/insights/2024-guide-to-global-ballistic-standards-essential-insights-for-body-armornbsp> (дата звернення 12.01.2025).

17. Collection of Scientific Papers 1 International Scientific and Practical Conference «Global Trends in the Development of Information Technology and Science» (January 8-10, 2025) Stockholm, Sweden. International Scientific Unity, 2025. P. 155 - 158.