

УДК 687.17:620.17

**АНАЛІЗ ПРОЕКТНОЇ СИТУАЦІЇ ЩОДО РОЗРОБКИ БРОНЕЖИЛЕТІВ З
ПОЛПШЕНИМИ ГІГІЄНІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

С.В.ДОНЧЕНКО, С.І.МОЙСЕЄНКО, Н.А.ЦИМБАЛ

Київський національний університет технологій та дизайну

У статті наведено результати допроектних досліджень умов експлуатації, асортименту та якісного складу бронежилетів 2 – го класу захисту, які застосовуються працівниками МВС України. На основі результатів цих досліджень, розроблено фізичну модель теплообміну між тілом людини та навколишнім середовищем через комплект одягу з бронежилетом в літній період року, що дозволило виявити недоліки щодо гігієнічності бронежилетів та встановити причини їх виникнення.

Ключові слова: бронежилет, бронезахист; текстильна броня; металева броня; теплообмін людини з навколишнім середовищем; комфортні тепловідчуття; тепловий баланс людини.

За останні роки все частіше політичні події на території України потребують нагляду представників міліції та інших бійців силових структур МВС. Тому питання безпеки кожного співробітника, який приймає участь у наведенні порядку при зіткненнях на політичному підґрунті, масових заворушеннях, стають пріоритетними та життєво важливими. Для забезпечення безпеки життя та здоров'я людини в таких ситуаціях застосовуються засоби індивідуального бронезахисту (ЗІБ), до яких відносяться досить розповсюджені - бронежилети (БЖ).

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом дослідження є процес взаємодії БЖ з тілом людини, предметом дослідження є тепло - та вологообмін в системі «людина – комплект одягу з БЖ – навколишнє середовище» в літній період року. Методи, які застосовувалися на початковому етапі дослідження - опитування та спостереження.

Постановка завдання

Завданням дослідження є встановлення фізичних параметрів складових системи «людина – комплект одягу з БЖ – навколишнє середовище» та розробка її фізичної моделі.

Результати та їх обговорення

За результатами ситуаційного аналізу, встановлено, що підрозділи міліції, які приймають участь у охороні масових зібрань, а також різних установ та об'єктів особливого нагляду до яких відносяться банки, ювелірні крамниці та таке інше, використовують в основному БЖ з захисною структурою другого класу, які призначено для зовнішнього та прихованого носіння. На стадії допроектних досліджень також встановлено, що БЖ, які використовуються бійцями силових структур МВС України, виготовлені російськими та українськими виробниками. Узагальнюючими елементами таких БЖ є: броня з жорсткими бронеелементами, яка затримує кулі від пістолетів «Наган», ТТ, кулі марки «парабелум» на дистанції від 5 метрів. Модельні особливості та технічну характеристику таких бронежилетів представлено в табл. 1.

Таблиця 1. Зовнішній вигляд та технічна характеристика бронежилетів.

Фото бронежилету	Виробник, модель, конструктивно-технічні особливості
1	2
	<p>Виробник: ТОВ НВП «Темп -3000» Модель: «Охоронець М» Конструктивно-технічні особливості:</p> <ul style="list-style-type: none"> – має підвищений захист 7- го шийного хребця; – комплектується з'ємним протектором паху; – регулюється відносно фігури; – матеріал броні - кевлар +сталь; – площа захисту - 39-43 дм.кв; – маса – 2,8-3,0+0,2 кг.
	<p>Виробник: ТОВ НВП «Темп -3000» Модель: «Престиж» Конструктивно-технічні особливості:</p> <ul style="list-style-type: none"> – призначений для прихованого носіння під сорочкою; – регулювання відносно розміру і зросту з допомогою еластичних куліс; – матеріал броні – кевлар + сталь; – площа захисту - 35-40 дм.кв.; – маса – 1,7- 3,0+0,2 кг
	<p>Виробник: ТОВ «Матеріалознавство» Модель: «Модуль- ГТ» Конструктивно-технічні особливості:</p> <ul style="list-style-type: none"> – призначений для зовнішнього носіння; – регулювання відносно розміру; – матеріал броні – кевлар + сталь; – площа захисту - 30 дм.кв.; – маса –4 ,6+0,2 кг
	<p>Виробник: ТОВ «Матеріалознавство» Модель: «Ескорт» Конструктивно-технічні особливості:</p> <ul style="list-style-type: none"> – призначений для зовнішнього носіння; – регулювання відносно розміру; – матеріал броні – кевлар + сталь; – площа захисту - 48 дм.кв.; – маса –4 ,7+0,2 кг

Аналізуючи дані з табл. 1 видно, що шар броні, який забезпечує основні захисні функції БЖ, має дві складові: сталеву пластину та шар текстильної броні з матеріалу «Кевлар».

Поглиблений аналіз таких складових захисного шару БЖ надає можливість встановити їх безпосередній вплив на організм та працездатність споживача такого виду ЗІЗ та допоможе уникнути певних похибок при розробці фізичної моделі теплообміну в системі «людина – одяг з БЖ – навколишнє середовище». Броньова сталь являє собою середньовуглецеву, середньолегировану сталь мартенситного класу. Найчастіше для виготовлення сталевих пластин використовують сталь марок «44»; Ц-85; СПС-43; «96». Товщина бронееlementу з такої сталі становить від 5,0 до 6,5 мм, що відповідає поверхневій щільності 39...51 кг/м².

Основою текстильної броні є високоміцні високомодульні синтетичні волокна. Так волокна матеріалу «Кевлар» отримують з жорсткоцепного полімеру – ароматичного поліаміду – поліпарафенілентерефталаміду [2]. Ці волокна мають найкращі механічні властивості серед параарамідних волокон, характеристики яких подано в таблиці 2. Як правило, текстильна броня складається з великої кількості шарів тканини, яку виготовляють на ткацьких верстатах з комплексних нитей.

Таблиця 2. Фізико – механічні характеристики матеріалу «Кевлар».

Марка матеріалу (країна)	Поверхнева густина, г/м ²	Товщина тканини, мм	Щільність, кг/м ³	Розривальне зусилля, Мпа	Видовження на момент розірвання, %	Модуль пружності, Гпа
Кевлар – 29 (США)	----	---	1440	2920	3,6	69-77
Кевлар – 129 (США)	214	0,25...0,27	1440	3200	3,6	75-98

Пакети матеріалів представлених в таблиці 1 бронезилетів з боку спини та переду тулуба людини складаються, як правило, зі стандартного набору шарів, розташування та назви яких представлено на рис. 1.

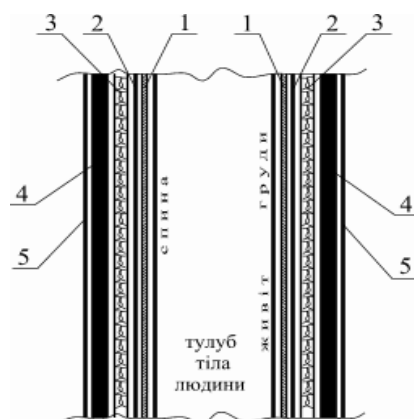


Рис.1 Схема розташування шарів матеріалів в пакеті одягу з бронезилетом:

- 1** – текстильний матеріал (сорочка); **2** – текстильний матеріал (внутрішній шар чохла БЖ);
3 – сталь (пластина металевої броні); **4** – текстильний шар «кевлар»(полотна текстильної броні);
5 – текстильний матеріал (зовнішній шар чохла БЖ).

Для побудови фізичної моделі теплообміну в системі «людина – одяг з БЖ – навколишнє середовище» необхідно врахувати всі фактори, які впливають на теплофізичний стан організму людини.

Одним з основних чинників є психофізичний стан людини в ЗІБ на якому відбиваються не тільки вплив умов навколишнього середовища, а і складність роботи, яка виконується.

За проведеними дослідженнями, щодо умов експлуатації БЖ працівниками правоохоронних органів, виявлено наступне:

– під час охорони правопорядку при масових зібраннях громади працівники міліції можуть знаходитися на відкритому повітрі від чотирьох до восьми годин, а іноді і більше;

– комплект одягу в літню пору року складається, як правило, з: натільної білизни, бавовняних шкарпеток, армійських шкіряних черевик, літнього форменого костюму та БЖ;

– середня температура повітря на території України в літні місяці становить 21°C , максимальна температура у затінку досягала відмітки 35°C , відносна вологість повітря – 65-80%, рухливість повітря в забудованих місцях – 0,3 м/с;

– роботу, яку вони виконують при наведенні правопорядку, можна класифікувати як нестабільну з різкою зміною енерговитрат.

До особливостей виконання такого виду діяльності в наведених вище кліматичних умовах відносяться фізіолого-психологічні аспекти стану людини.

Вказаний режим діяльності відноситься до нестандартних та викликає перевантаження центральної нервової системи виконавця. На зростання напруження значно впливає фактор високої відповідальності, тому що помилка або непередбачені перешкоди можуть стати причиною невіправних наслідків, а в деяких випадках ставити під загрозу життя людини. Як наслідок такої складної діяльності виконавця та перевантаження нервової системи є зростання артеріального кров'яного тиску, лабільність зорового аналізатора, зростання потовиділення.

Висока температура навколишнього середовища, вага одягу та різних видів спорядження, перемінні енерговитрати сприяють накопиченню в організмі людини збиткового тепла, чим порушують тепловий баланс організму та примушують систему терморегуляції працювати максимально інтенсивно, відводячи зайве тепло випаровуванням вологи на ділянках підвищеного потовиділення. До таких ділянок відносяться: зона попереку, пахви, середня зона грудей та центральна зона спини [3]. Кількість вологи, що виділяється може досягати 400 – 500 г/год. [4].

На підставі результатів допроектних досліджень розроблено фізичну модель теплообміну тіла людини з навколишнім середовищем через комплект одягу з БЖ в літній період року. Схему теплообміну представлено на рисунку 2.

Зі схеми видно, що тепло (Q) з навколишнього середовища проходить крізь шари пакету одягу та БЖ, які мають певну товщину (δ_i) та коефіцієнт теплопровідності (λ_i). В свою чергу, організм людини постійно «виробляє» тепло, яке прийнято називати «теплопродукцією» (Q_m), в наслідок чого, через поверхню тіла людини проходить тепловий потік (q). В умовах, коли температура навколишнього середовища вища за температуру поверхні тіла людини, тепло починає накопичуватися в організмі збільшуючи його тепловміст та спричиняє підвищенню температури тіла, що призводить до перегріву. Загально признаним є той факт, що тепловий баланс організму підтримується рівновагою теплопродукції та тепловіддачі у зовнішнє середовище, але зовнішнє теплове навантаження насамперед, чинить опір тепловіддачі. Результати фізіологічних досліджень [4] підтверджують той факт, що в умовах високих зовнішніх температур (більш ніж $35 - 36^{\circ}\text{C}$) тепловіддача проходить виключно за рахунок

охладжувальної дії випаровування вологи (W) з поверхні тіла. Але шари текстильної (6) та сталевій броні (9) разом з чохлам БЖ (5; 11) спричиняють опір виведенню крізь них вологи для випаровування у навколишнє середовище, таким чином вона накопичується у підбронезилетному просторі та сприяє зональному підвищенню коефіцієнта теплопровідності шарів піджилетного пакету одягу.

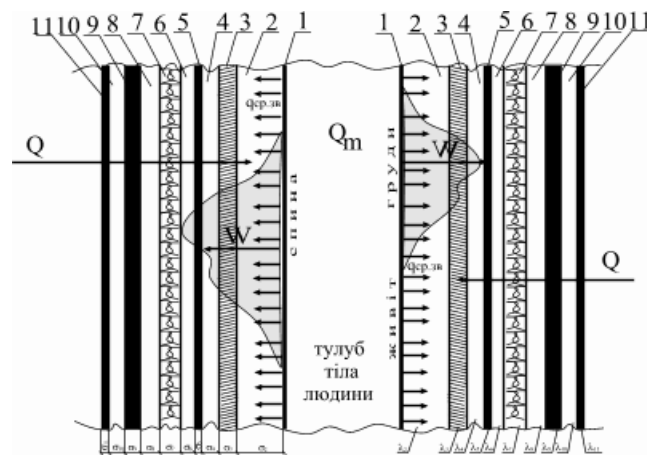


Рис.2 Схема теплообміну в системі «людина – одяг з БЖ – навколишнє середовище»
у літній період року:

1 – поверхня тіла людини (шкіра); **2** – повітряний прошарок; **3** – шар бавовняної тканини;
4 – повітряний прошарок; **5** – шар синтетичної тканини; **6** – повітряний прошарок; **7** – полотно з шарів тканини з синтетичних волокон; **8** – повітряний прошарок; **9** – шар сталі; **10** – повітряний прошарок; **11** – шар синтетичної тканини

Висновки

Враховуючи те, що грудна та спинна секції БЖ розташовуються над зонами тулубу з інтенсивним потовиділенням, чим спричиняють опір відведенню тепла шляхом випаровування поту, можна зробити висновок, що БЖ, які застосовуються сьогодні співробітниками МВС особливо у літній період року, потребують модернізації з метою поліпшення гігієнічних характеристик.

Тому розробка шляхів та заходів щодо поліпшення гігієнічності БЖ на основі комплексного підходу та наукових досліджень є актуальною задачею, вирішення якої дозволить підвищити працездатність та знизити рівень наслідків перегріву для людини.

Список використаної літератури

1. Григорян В.А., Кобылкин И.Ф., Маринин В.М., Чистяков Е.Н. Материалы и защитные структуры для локального и индивидуального бронирования. – М.: Узд. РадиоСофт, 2008. – 406 с.
2. Перепелкин К.Е. Современные химические волокна и перспективы их применения в текстильной промышленности. – Рос.химический журнал, 2002, т.XLVI, №1.
3. Уманский С. П. Снаряжение летчика и космонавта. – М.: Воениздат, 1982. – 126 с.
4. Кощев В.С., Кузнецю Е.И. Физиология и гигиена индивидуальной защиты человека в условиях высоких температур. – М.: Медицина, 1986, 256с., ил.

Стаття надійшла до редакції 07.06.2012

Анализ проектной ситуации при разработке бронежилетов с улучшенными гигиеническими характеристиками.

Донченко С.В., Моисеенко С.И., Цымбал Н.А.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

В статье представлены результаты допроектных исследований условий эксплуатации, ассортимента и качественного состава бронежилетов 2 – го класса защиты, которые используют сотрудники МВД Украины. На основе результатов этих исследований разработана физическая модель теплообмена между телом человека и окружающей средой через комплект одежды с бронежилетом в летний период времени, что позволило выявить недостатки конструкции бронежилетов и установить причину их возникновения.

Ключевые слова: бронежилет, бронезащита; текстильная броня; металлическая броня; теплообмен человека с окружающей средой; комфортные теплоощущения; тепловой баланс человека.

The analysis of project situation at development bullet-proof vests with the improved hygienic characteristics.

Donchenko S., Moiseenko S., Tsymbal N.

Kyiv National University of Technologies and Design

This article presents the results baseline study of operation conditions, the range and qualitative structure of bullet-proof vests second class of protection which are used by the staff of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine are presented. On the basis of results of these researches the physical model of heat exchange between a body of the person and environment through clothes set with a bullet-proof vest during the summer period of time that allowed to reveal shortcomings of a construction of bullet-proof vests is developed and to establish the reason of their emergence.

Keywords: of bullet-proof vest, body armour; textile armour; metallic armour; heat exchange of man with an environment; comfort thermal feelings; thermal balance of man.