

УДК 007.51.001.63:331.101.1

Ю.В. Квітковський, Є.В. Доронін, К.Ю. Василькова, О.М. Іванов

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків

ЕРГОНОМІЧНІ ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ ПІДВІСКИ ВІЙСЬКОВИХ БРОНЕШОЛОМІВ

Даний матеріал продовжує тему, що розглядалася у [1]. У статті висвітлюється проблема недостатності урахування ергономічних характеристик при конструюванні захисних військових бронешоломів, а також наукова задача по розробці ергономічних характеристик, які необхідно врахувати при створенні Державного стандарту України на проектування військових бронешоломів. Наводяться основні положення методики ергономічної експертизи конструкцій підвіски військових бронешоломів, розрахунку оцінки ергономічних властивостей бронешолому, а також методики визначення впливу ергономічних показників на військово-технічні властивості бронешолому. Крім того, у статті наводяться результати порівняльного тестування військових бронешоломів з різними конструкціями підвіски, що проводилися з метою уточнення функціонального призначення елементів підвіски і оцінки зручності носіння шоломів.

Ключові слова: бронешолом, підвіска бронешолому, ергономічні показники, зручність використання.

Вступ

Актуальність теми. У попередній публікації [1] зазначалося, що на даний момент часу на озброєнні Збройних Сил України перебувають сталеві шоломи застарілих моделей, тоді як власне виробництво сучасних зразків фактично відсутнє. Виникає актуальне питання про налагодження власного виробництва сучасних зразків бронешоломів для Збройних Сил України. Зокрема, необхідно розробляти більш нові та досконалі конструкції підвіски шолома. Звідси випливає необхідність створення Державного стандарту, який би регламентував питання щодо проектування військових бронешоломів.

Постановка проблеми. Відтак випливає наукова проблема щодо недостатнього урахування ергономічних показників для військових бронешоломів.

Попередні дослідження та вивчення літератури У попередній публікації [1] нами розглядалися питання щодо недостатнього рівня якості вітчизняного військового захисного спорядження, зокрема бронешоломів, з точки зору ергономіки, а також була сформульована наукова задача по розробці системи підвіски бронешолому з урахуванням ергономічних характеристик. Також в ній наводилися основні терміни та визначення, що характеризують складові елементи підвіски бронешолому, викладлася запропонована загальна класифікація конструкцій підвісок, а також загальні засади урахування ергономічних показників при розробці конструкції підвіски бронешолому.

На даний час в Україні фактично відсутній Державний стандарт, який регламентує проектування військових бронешоломів. Є лише розроблені ще у 1997 році загальні технічні умови, що висуваються до бронешоломів [2]. В той же час в Росії такий документ розроблено [3]. Технічні умови до російських військо-

вих бронешоломів [4] розроблялися на базі цього стандарту. Проводилися у Росії й наукові дослідження щодо визначенню порогів травмобезпеки голови, захищеної бронешоломом, і аналізу наслідків так званих заброневих ушкоджень голови [5]. Видавалися тактико-технічні завдання на відповідні дослідно-конструкторські роботи, присвячені розробці єдиного уніфікованого комплексу бойової екіпіровки другого покоління військовослужбовців ЗС РФ, в тому числі і єдиного загальновійськового захисного бронешолому [6].

У руслі зазначеної проблеми має бути вирішена **наукова задача** по розробці ергономічних характеристик, які необхідно врахувати при створенні Державного стандарту України на проектування військових бронешоломів.

Розв'язання задачі

Ергономічна експертиза бронешолому повинна містити в собі дослідження об'єктивної й суб'єктивної складових, причому остання повинна оцінюватися методом анкетування. Питання, включені в анкету, повинні складатися експертами-ергономістами. Захисні ж властивості повинні оцінюватися військовослужбовцями, які виконують бойові завдання (для одержання якомога більш достовірної картини необхідно опитати декілька десятків чоловік).

Для ергономічної експертизи бронешолому пропонується використати кваліметричний метод розрахунку оцінки технічного рівня продукції, при якому коефіцієнти якості простих, складних і комплексних властивостей визначаються розрахунковим шляхом, а коефіцієнти вагомості властивостей й індивідуальні коефіцієнти якості простих (якісних) технічних властивостей – експертним (методом експертного опитування) [7].

Розрахунок оцінки ергономічних властивостей бронешолому містить у собі:

- побудову дерева ергономічних властивостей зразків бронешоломів;
- визначення коефіцієнтів вагомості;
- визначення базових, експериментальних і реальних показників;
- визначення показників (коефіцієнтів якості) простих, складних, комплексних властивостей і показників у цілому.

При експертизі технічного рівня зразка бронешолому в цілому дерево повинне бути повним, тобто розділеним на всі складові властивості. Угрупування властивостей діляться на рівні, які нумеруються зліва направо, починаючи з нульового рівня (кореня) і закінчуючи правим рівнем (листям). Властивості одного рівня розміщуються на одній вертикалі (рис. 1).



Рис. 1. Дерево ергономічних властивостей бронешолому

Визначення коефіцієнтів вагомості (важливості) проводиться в такій послідовності:

- складання індивідуальних анкет й їхнє заповнення експертами (призначення індивідуальних ненормованих коефіцієнтів вагомості);
- узгодження думок експертів;
- нормування коефіцієнтів вагомості.

Узгодження думок експертів здійснюється статистичними методами.

У табл. 1 наведений опис первинних й узагальнених показників експлуатаційних властивостей зразків бронешоломів. Урахування ергономічних характеристик при проектуванні засобів індивідуального бронезахисту, зокрема бронешоломів, дозволяє вирішити наступні питання військового, економічного й соціального напрямку:

- 1) істотне підвищення ефективності застосування кожного зразка бронешолому;
- 2) підвищення комфортності, безпеки й престижності військової служби;
- 3) підвищення конкурентоздатності засобів індивідуального бронезахисту на ринку.

Для розв'язання цих трьох завдань пропонується методика визначення впливу ергономічних показників на військово-технічні властивості бронешолому. Отримані з використанням методики дані рекомендуються враховувати на стадії розробки тактико-

технічних вимог у технічних завданнях (ТЗ) на проектувану техніку. Для найбільш повного урахування впливу ергономічних показників при проектуванні бронешоломів необхідно визначити їхню вагу у формуванні кожної військово-технічної властивості. У методиці враховуються відносини між системою «людина-машина», військово-технічними властивостями й ергономічними показниками. Кожна зі складових даної системи підкоряється у своїй діяльності й функціонуванні властивим їй закономірностям. При цьому ефективність системи визначається тим, якою мірою при її створенні були виявлені й враховані властивості людини й машини, їх характеристики й особливості. При цьому головним елементом системи «людина-машина» повинна бути «людина».

У зв'язку з цим є можливим уявити систему «людина-машина», її військово-технічні властивості й ергономічні показники як деяку ієрархічну структуру, на верхньому рівні якої перебуває система «людина-машина», що поєднує всі компоненти даної системи. На проміжному рівні – військово-технічні властивості, через які реалізуються споживчі якості, що висувуються до «машини» (надійність, захист тощо). У підставі цієї структури перебувають ергономічні показники, які через військово-технічні властивості забезпечують пристосованість «машини» підтримувати ефективну діяльність лю-

дини (комфортність, зручність тощо). Визначення пріоритетів факторів нижчого рівня щодо мети зводиться до послідовності завдань визначення пріоритетів кожного рівня, а кожне таке завдання – до послідовності парних порівнянь.

Для вивчення такого роду структури в методиці може використовуватися метод аналізу ієрархій.

Одержуючи результати експертних опитувань, обґрунтовуються найбільш важливі ергономічні показники бронешолому (табл. 2).

Таблиця 1

Первинні й узагальнені характеристики експлуатаційних властивостей бронешоломів

Характеристика	Тип	Опис
Рівень 0. Оцінка експлуатаційних характеристик	Узагальнена	Розраховується
Рівень 1. Суб'єктивна оцінка експлуатаційних характеристик	Узагальнена	Розраховується
Рівень 2. Масово-габаритні характеристики	Первинна	Частка респондентів, які оцінили масово-габаритні характеристики як «нормальні»
Рівень 2. Ефективність фіксації бронешолому на голові	Первинна	Частка респондентів, які оцінили ефективність фіксації як «нормальну»
Рівень 2. Зручність використання (комфортність)	Первинна	Частка респондентів, які оцінили зручності використання (комфортність) як «нормальну»
Рівень 2. Якість виготовлення підвіски	Первинна	Частка респондентів, які оцінили якість виготовлення підвіски як «нормальну»
Рівень 2. Відсутність завад виконанню бойових завдань у бронешоломі	Первинна	Частка респондентів, які відзначили відсутність завад виконанню бойових завдань
Рівень 2. Безпека використання	Первинна	Частка респондентів, які оцінили безпеку використання як «задовільну»
Рівень 2. Відсутність неприємних відчуттів при використанні бронешлема	Первинна	Частка респондентів, які відзначили відсутність неприємних відчуттів в області тім'я та шкiк
Рівень 2. Зручності одягання/знімання бронешолому	Первинна	Частка респондентів, які оцінили зручності одягання/знімання бронешолому як «нормальні»
Рівень 1. Об'єктивна оцінка експлуатаційних характеристик	Узагальнена	Розраховується
Рівень 2. Відсутність ознак подразнення та пошкодження шкіри голови під елементами підвіски бронешолому	Первинна	Частка респондентів, які відзначили відсутність почервоніння та пошкодження шкіри в області обличчя
Рівень 2. Відсутність ознак зсуву бронешолому з голови під час рухів	Первинна	Частка респондентів, які відзначили відсутність зсуву бронешолому з голови під час рухів
Рівень 2. Надійність фіксації бронешолому на голові	Первинна	Частка респондентів, які відзначили надійність кріплення бронешолому на голові

Таблиця 2

Ергономічні показники для бронешоломів

Групові ергономічні показники		
Антропометричні показники	Гігієнічні показники	Фізіологічні показники
Одиничні ергономічні показники		
Відповідність розмірам і формі голови солдата	Температура під корпусом	Відповідність фізичним можливостям людини
	Захист від заброньової дії, струсів, шумів і вібрацій	Відповідність швидкісним можливостям людини
	Захист від впливу радіації й токсичних речовин	
	Захист від впливу стрілецької зброї	

У процесі проектування бронешоломів розробляються кілька варіантів технічних пропозицій, які піддаються оцінці на відповідність військово-технічних властивостей, реалізованих у кожному варіанті, вимогам технічного завдання.

Методика повинна передбачати можливість комплексної оцінки варіантів проектних рішень за ергономічними показниками. У зв'язку з цим ставиться завдання про відношення варіантів технічних рішень до класу припустимих або неприйнятних з позиції ергономічних показників.

Розв'язання такого роду завдань здійснюється з використанням дискримінантного аналізу. Сутність його полягає в наступному: є N варіантів технічних пропозицій по проектуванню зразка бронешолому. Відомі ергономічні параметри цих варіантів X_i . Кожен варіант технічної пропозиції по повноті внеску ергономічних показників у реалізацію окремих військово-технічних властивостей може бути віднесений до одному із двох класів:

- допущений до наступного пророблення

- неприпустимий (потрібне поліпшення ергономічних показників).

Оцінка внеску ергономічних параметрів у військово-технічні властивості бронешолому може бути описана вираженням:

$$A_{ij} = X_{ij} \cdot P_j, \quad j = 1, \dots, N, \quad (1)$$

де j – варіант технічної пропозиції по конструкції бронешолому; X_{ij} – ергономічний параметр j -го варіанта технічної пропозиції; P_j – коефіцієнт вагомості ергономічного параметра.

Кожен клас оцінюється в порівнянні з абсолютною вагою впливу ергономічних показників $[A_r]$ на конкретну військово-технічну властивість:

- якщо $A_{ij} < [A_r]$, то технічна пропозиція відноситься до неприйняттого варіанта з позиції ергономічних показників і вимагає переробки;
- якщо $A_{ij} \geq [A_r]$, та технічна пропозиція відноситься до припустимого варіанту.

У якості вихідних даних необхідно використати дані експертного опитування по визначенню значимості ергономічних показників на окремі військово-

во-технічні властивості. Думка кожного експерта характеризує собою оцінку ергономічних показників у варіанті технічної пропозиції.

Нами було проведено порівняльне тестування декількох зразків сталевих шоломів з різною конструкцією підвіски (рис. 2, табл. 3).



Рис. 2. Сталеві шоломи, які проходили порівняльне тестування (загальний вигляд та конструкція підвіски, опис зразків – за номерами у першому стовпчику табл. 2)

Таблиця 3

Характеристики сталевих шоломів, які проходили порівняльне тестування

№ зразка	Модель (країна)	Опис конструкції підвіски
1	2	3
1	СШ-40 (СРСР)	Підвіска незнімна. Оголів'я відсутнє. Ковпак прикріплений до корпусу шістьма заклепками, являє собою три пружно-податливі лопаті з заміновача шкіри, які у верхній частині поділяються на дві пелюстки, що стягуються шнурком. До внутрішньої поверхні цих лопатей пришиті кишені для тканинних амортизаторів, які на даному зразку відсутні. Підборідний ремінь незнімний, прикріплений заклепками до корпусу у двох точках, не має розгалужень, виготовлений із брезентової тасьми, має ковзну пряжку. При одяганні шолому ремінь проходить під нижньою щелепою біля шії.
2	СШ-40 (СРСР)	Підвіска незнімна. Оголів'я відсутнє. Ковпак прикріплений до корпусу шістьма заклепками, являє собою три пружно-податливі лопаті з заміновача шкіри, які у верхній частині поділяються на дві пелюстки, що стягуються шнурком. До внутрішньої поверхні цих лопатей пришиті тканинні амортизатори прямокутної форми, які не можна замінити. Підборідний ремінь незнімний, прикріплений заклепками до корпусу у двох точках, не має розгалужень, виготовлений із брезентової тасьми, має ковзну пряжку. При одяганні шолому ремінь проходить під нижньою щелепою біля шії.
3	СШ-40м (СРСР)	Підвіска незнімна. Оголів'я відсутнє. Ковпак прикріплений до корпусу шістьма заклепками, являє собою три пружно-податливі лопаті з заміновача шкіри, які у верхній частині поділяються на дві пелюстки, що стягуються шнурком. До внутрішньої поверхні цих лопатей пришиті тканинні амортизатори прямокутної форми, які не можна замінити. Підборідний ремінь знімний, має розгалуження, прикріплений до корпусу у чотирьох точках, виготовлений із шкіри, має рамкову пряжку. При одяганні шолому ремінь проходить під нижньою щелепою біля шії.
4	СШ-60 (СРСР)	Підвіска важкознімна і то лише частково. Ковпак являє собою чотири пружно-податливі лопаті трапецієподібної форми з заміновача шкіри, які у верхній частині стягуються шнурком. Кожна з цих лопатей прикріплена за допомогою кляммерів до плоскої Т-подібної сталевій пружини, яка у свою чергу приєднана до корпусу за допомогою заклепки. Амортизатори відсутні і не можуть бути встановлені; їх функція покладена на Т-подібні пружини. Оголів'я фактично відсутнє, його функція покладена на шнурки, які стягують лопаті ковпаку по периметру. Підборідний ремінь незнімний, прикріплений заклепками до корпусу у двох точках, не має розгалужень, виготовлений із шкіри, має рамкову пряжку. При одяганні шолому ремінь проходить під нижньою щелепою біля шії.
5	СШ-68 (СРСР)	Підвіска цілком аналогічна попередньому зразку, тобто важкознімна і то лише частково. Ковпак являє собою чотири пружно-податливі лопаті трапецієподібної форми з заміновача шкіри, які у верхній частині стягуються шнурком. Кожна з цих лопатей прикріплена за допомогою кляммерів до плоскої Т-подібної сталевій пружини, яка у свою чергу приєднана до корпусу за допомогою заклепки. Амортизатори відсутні і не можуть бути встановлені; їх функція покладена на Т-подібні пружини. Оголів'я фактично відсутнє, його функція покладена на шнурки, які стягують лопаті ковпаку по периметру. Підборідний ремінь незнімний, прикріплений заклепками до корпусу у двох точках, не має розгалужень, виготовлений із шкіри, має рамкову пряжку. При одяганні шолому ремінь проходить під нижньою щелепою біля шії.
6	Сталевий десантний шолом моделі Fallschirmjäger Helm M38 (Німеччина)	Підвіска важкознімна, оскільки вимагає наявності спеціального зброярського ключа, кріпиться до корпусу за допомогою чотирьох болтів. Оголів'я нерегульоване, являє собою сталевий плоский обід. Ковпак нерегульований, має напівсферичну форму, виготовлений із шкіри, з круглими вентиляційними отворами, знизу по периметру прикріплений до плоского обода з фібри. Амортизатор виготовлений з гуми, має складну зіркоподібну форму, кінці якої заправлені між оголів'ям та ободом ковпака. Середина амортизатора розташована у тім'яній частині внутрішньої поверхні корпусу. Підборідний ремінь важкознімний, фіксується до корпусу за допомогою тих самих болтів, що і вся підвіска. Регулюється за допомогою отворів на кінцях (по три на кожному), крізь які проходять болти. Фіксується у трьох точках. Застібється за допомогою кнопки у двох позиціях. При одяганні шолому ремінь проходить під нижньою щелепою біля шії.

Закінчення табл. 3

1	2	3
7	Сталевий шолом моделі M56/70 (Німецька Демократична Республіка)	Підвіска частково знімна. Оголів'я регульоване, виготовлене з пластмаси, являє собою плоский обід. Виготовлено як єдина деталь із ковпаком, який являє собою систему пружних нервюр. Нервюри прикріплені до корпусу за допомогою заклепок. Внутрішня поверхня оголів'я вкрита широкою шкіряною смугою, яка у верхній частині розділяється на пелюстки, що стягуються шнурком. У лобній та потиличній частинах оголів'я, між ним та корпусом, заклепками прикріплені поролонові амортизатори. Підборідний ремінь знімний, має розгалуження, прикріплений до оголів'я у чотирьох точках, виготовлений із шкіри, має рамкову пряжку. При одяганні шолому ремінь проходить під нижньою щелепою біля шиї.

Метою тестування було:

- уточнення функціонального призначення елементів підвіски;
- оцінювання зручність підгонки підвіски шолому відповідно до розмірів голови тестуючого;
- візуальне виявлення факту зсуву сталевго шолома з голови під час рухів головою у вертикальній, горизонтальній та фронтальній площинах;
- візуальне виявлення факту зсуву сталевго шолома з голови при прикладанні до нього зовнішнього зусилля;
- кінестетичне виявлення факту зсуву шолома з голови під час рухів головою у вертикальній, горизонтальній та фронтальній площинах;
- оцінювання зручності носіння шолома на голові.

Цілком очевидно, що результати тестування були б більш наочними та коректними, якби до них, разом з радянськими, були залучені зразки сучасних бронешоломів. На жаль, такої можливості у нас не було. Тому ми залучили до тестування зразки №6 та №7, які були обрані за ознаками наявності оголів'я та підборідних ременів з розгалуженнями і прикріпленням у трьох та чотирьох точках відповідно. В ході

проведення тестування кожен із зразків шоломів надягався на голову тестуючому, без застосування підшоломнику, після чого він здійснював різкі рухи головою у вертикальній, горизонтальній і фронтальній площинах. Після цього до кожного із зразків, надітих на тестуючого, прикладалося зовнішнє зусилля, що було спрямовано до лобової і бічної поверхні корпусу шолома. Хід тестування фіксувався за допомогою відеозапису. Зведені результати тестування на візуальне виявлення зсуву шолому наводяться в табл. 4. З метою кінестетичного виявлення факту зсуву шолому під час рухів головою та при прикладанні зовнішніх зусиль, а також для оцінки зручності носіння шолому тестуючому було запропоновано відповісти на два питання:

1. Чи відчувався зрушення шолома під час рухів головою?

2. Як можна було б оцінити зручність носіння шолома на голові?

Для відповіді на друге питання тестуючому було запропоновано оцінити зручність носіння шолома за наступною п'ятибальною шкалою: 5 балів – «добре»; 4 бали – «зручно»; 3 бали – «задовільно»; 2 бали – «незручно»; 1 бал – «погано». Результати опитування відображені в табл. 5.

Таблиця 4

Результати тестування з візуального виявлення зсуву шолому

Номер зразка	Візуальний зсув шолому відносно голови під час рухів головою у площині:			Візуальний зсув шолому відносно голови при прикладанні зовнішнього зусилля до поверхні шолому:	
	Вертикальна	Горизонтальна	Фронтальна	Лобна (вертикальне навантаження)	Бічна (горизонтальне навантаження)
1	Значний	Значний	Значний	Значний	Значний
2	Значний	Значний	Значний	Значний	Значний
3	Незначний	Значний	Незначний	Значний	Значний
4	Значний	Значний	Значний	Значний	Значний
5	Значний	Значний	Значний	Значний	Значний
6	Незначний	Незначний	Незначний	Незначний	Незначний
7	Незначний	Незначний	Незначний	Значний	Значний

Примітки: 1. При тестуванні зразку №6 для створення зсуву необхідно було прикласти настільки значне зусилля до лобної та бічної частини корпусу шолому, що тестуючий під його дією був змушений напружувати м'язи шиї.

2. При тестуванні зразків №3, №6 та №7 після зняття зовнішнього навантаження корпус шолома одразу повертався у початкове положення, чого не спостерігалося при тестуванні інших зразків.

Таблиця 5

Результати опитування тестуючого з оцінювання відчуттів зсуву шолому відносно голови, а також зручності носіння шолому

Номер зразка	Кінестетичне відчуття зсуву шолому під час руху головою у площині:			Кінестетичне відчуття зсуву шолому при прикладанні зовнішнього зусилля до поверхні корпусу:		Оцінка зручності носіння шолому на голові у балах
	Вертикальна	Горизонтальна	Фронтальна	Лобна (вертикальне навантаження)	Бічна (горизонтальне навантаження)	
1	+	+	+	+	+	1
2	+	+	+	+	+	2
3	-	+	-	+	+	3
4	+	+	+	+	+	3
5	+	+	+	+	+	3
6	-	-	-	-	-	4
7	-	-	-	-	-	5

Примітка: Знак «+» означає, що було відчуття зсуву, знак «-» – відчуття зсуву не було.

Нижче наведемо більш докладний опис проведення тестування кожного із зразків.

Зразок №1

Спосіб підгонки підвіски за розміром голови шляхом стягування регулюючого шнура вельми незручний. Багаторазові спроби відрегулювати підвіску відповідно до розміру голови тестуючого не призвели до задовільного результату, оскільки регулювання в такий спосіб фактично здійснюється на вмання. Ковзна пряжка підборідного ремня вільно рухалася і призводила до послаблення його натягу під час рухів головою. З іншого боку для того щоб більш-менш надійно зафіксувати шолом на голові, треба було максимально затягувати ремінь, внаслідок чого він вривався у нижню щелепу.

Під час рухів головою у вертикальній, горизонтальній та фронтальній площинах наочно спостерігалися не тільки зсуви шолому відносно голови у відповідних площинах, але й його хитання поза площинами (рис. 3, а). Під час рухів головою у вертикальній площині шолом насувався на очі тестуючому (рис. 3, б). Коли до корпусу шолома прикладалося зовнішнє зусилля, вертикальне чи горизонтальне, він вільно зсувався з місця, а після зняття навантаження фактично залишався у зсунутому положенні, незначно повертаючись у початковий стан (рис. 4).

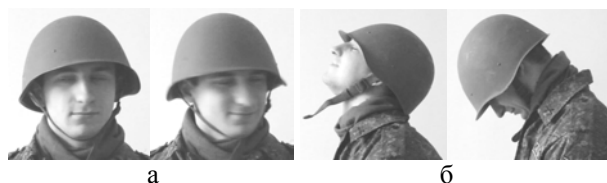


Рис. 3. Зсув, розхитування (а) та насування на очі (б) зразка №1 під час рухів головою у горизонтальній (а) та вертикальній (б) площині (кадри з відеозапису)

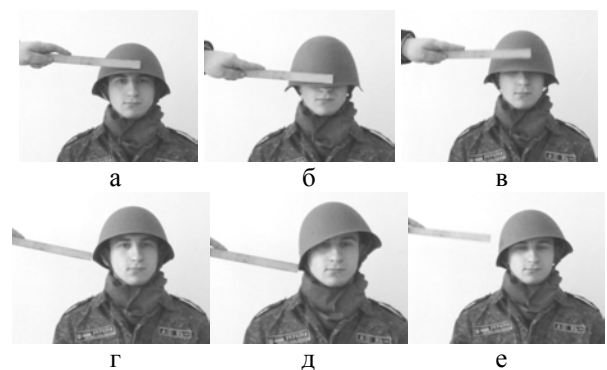


Рис. 4. Зсув зразка №1 при прикладанні вертикального (а – в) або горизонтального (г – е) зовнішнього зусилля до лобної (а – в) або бічної (г – е) частини корпусу (кадри з відеозапису): а, г – перед навантаженням; б, д – прикладання навантаження; в, е – зняття навантаження

Зразок №2

Недоліки у способі регулювання підвіски цілком аналогічні зразку №1. Також результати візуального спостереження за станом шолому під час

рухів головою у вертикальній, горизонтальній та фронтальній площинах, повністю відповідають результатам по зразку №1. Можна констатувати, що зсуви та розхитування зразка №2 були навіть більш помітними, оскільки, завдяки наявності амортизаторів, шолом сидів на голові помітно вище, ніж зразок №1, у якого амортизаторів не було (рис. 5, а). При рухах голови у вертикальній площині шолом не тільки зсувався на очі, але й сповзав на потилицю (рис. 5, б). Поводження шолому під час прикладання зовнішніх навантажень також було аналогічним зразку №1 (рис. 6).



Рис. 5. Зразок №2: зсув під час рухів головою у фронтальній площині (а); насування на очі та сповзання на потилицю під час рухів головою у вертикальній площині (кадри з відеозапису)

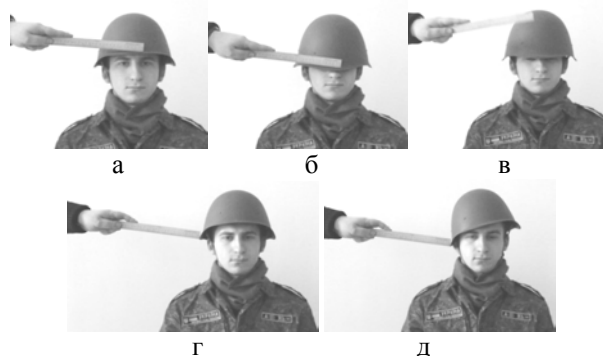


Рис. 6. Зсув зразка №2 при прикладанні вертикального (а – в) або горизонтального (г, д) зовнішнього зусилля до лобної (а – в) або бічної (г, д) частини корпусу (кадри з відеозапису): а, г – перед навантаженням; б, д – прикладання навантаження; в – зняття навантаження

Зразок №3

Недоліки у способі регулювання підвіски подібні до зразків №1 та №2, за винятком того, що ступінь затягування підборідного ремня не слабшає при рухах головою завдяки наявності рамкової пряжки.

Зсуви шолому при рухах головою у вертикальній та фронтальній площинах були незначними, у горизонтальній – помітними. Розхитування шолому поза площинами руху не спостерігалися, що можна пояснити наявністю розгалуженого підборідного ремня з фіксацією у чотирьох точках.

Прикладання зовнішніх зусиль до корпусу шолома спричиняє його зсуви відносно голови, але після зняття навантажень шолом одразу повертається у початкове положення. Причому ступінь зсувів помітно менша, ніж у зразків №1 та №2 (рис. 7).

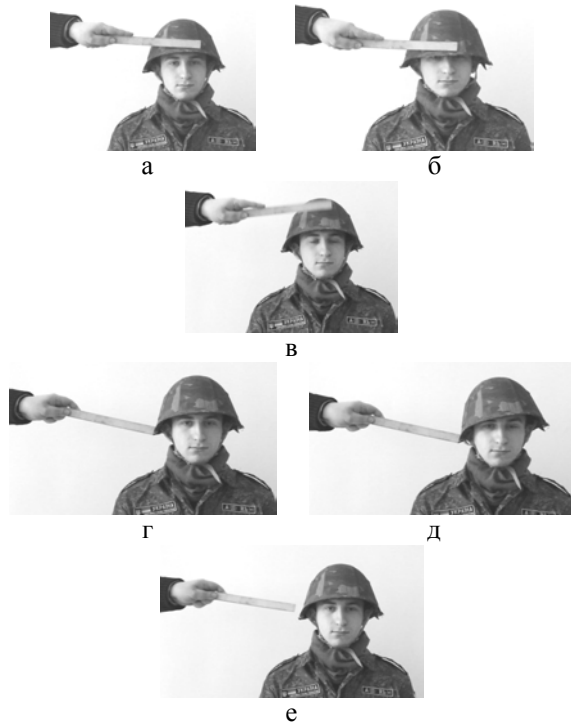


Рис. 7. Зсув зразка №3 при прикладанні вертикального (а – в) або горизонтального (г – е) зовнішнього зусилля до лобної (а – в) або бічної (г – е) частини корпусу (кадри з відеозапису): а – перед навантаженням; б – прикладання навантаження; в – зняття навантаження

В ході прикладання та зняття зовнішніх навантажень ми звернули увагу на роботу відгалужень підборідного ремня. Коли вертикальне навантаження прикладалося до лобної частини корпусу, переднє відгалуження ремня згиналося під дією позакентрового стискання, а заднє – навпаки розтягувалося і після зняття навантаження його опорна реакція одразу повертала корпус шолому у початкове положення (рис. 8).

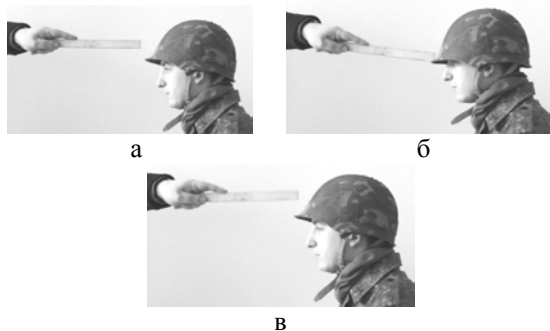


Рис. 8. Робота відгалужень підборідного ремня у зразку №3 при розподілі навантажень, що сприймаються корпусом шолому (кадри з відеозапису): а – перед навантаженням; б – під час прикладання навантаження, переднє відгалуження зазнає згинання, заднє – розтягується; в – після зняття навантаження опорна реакція заднього відгалуження повертає шолом у початкове положення

Зразки №4 та №5

Недоліки у способі регулювання підвіски, а також характер зсувів шоломів під час рухів головою та при прикладанні зовнішніх навантажень цілком аналогічні зразкам №1 та №2, за винятком того, що ступінь затягування підборідного ремня не слабшає при рухах головою завдяки наявності рамкової пряжки.

Зразок №6

Не дивлячись на те, що оголів'я та ковпак у даного зразка не мають пристосувань для регулювання, пружність та еластичність матеріалів, з яких вони виготовлені, сприяють достатній щільності посадки шолому на голові, про що свідчить той факт, що даний зразок перед тестуванням одягався на голову п'ятьом особам, серед яких була навіть одна жінка, і сидів достатньо щільно, не викликаючи незручностей.

Незручність викликає спосіб регулювання підборідного ремня, оскільки потребує спеціального інструменту, якого у нашому розпорядженні не було, а також спосіб його фіксації за допомогою кнопки лише у двох позиціях. Випадково початкове регулювання ремня виявилось зручним для тестування і не потребувало змін.

Зсуви шолому під час рухів головою у вертикальній, горизонтальній та фронтальній площинах були незначними, а розхитування поза площинами руху не спостерігалися взагалі, очевидно, завдяки щільній посадці на голові і наявності розгалуженого підборідного ремня з фіксацією у трьох точках (рис. 9 – 11).



Рис. 9. При рухах головою у горизонтальній площині зсуви зразка №6 були незначними (кадри з відеозапису)



Рис. 10. При рухах головою у фронтальній площині зсуви зразка №6 були незначними (кадри з відеозапису)



Рис. 11. При рухах головою у вертикальній площині зсуви зразка №6 були незначними (кадри з відеозапису)

В ході прикладання зовнішніх вертикальних та бічних навантажень до корпусу шолому виявилось, що для створення більш-менш помітного зсуву доводиться прикладати значне зовнішнє зусилля. Причому настільки значне, що тестуючий змушений був напружувати м'язи шиї та тулуба, щоб не зрушитися з місця самому, чого не було під час тестування зразків №1-5 (рис. 12, 13).



Рис. 12. Прикладання значного вертикального зусилля спричинило лише незначний зсув корпусу зразка №6 відносно голови (кадри з відеозапису):

а – перед навантаженням;
б – в процесі навантаження



Рис. 13. Бічне навантаження викликало лише незначний зсув корпусу зразка №6 (кадри з відеозапису):

а – перед навантаженням;
б – в процесі навантаження

Зразок №7

Оскільки підвіска у даного зразка повністю регульована, вона була добре підігнана відповідно до розміру голови тестуючого. З іншого боку під час рухів головою були помітні незначні хитання корпусу шолома, що можна пояснити його конусоподібною формою (відтак оголів'я не стикається з корпусом) та засобом його приєднання до ковпаку, а саме: ковпак приєднується до корпусу лише у своїй тім'яній частині. Хоча у лобній та потиличній частинах підвіски між оголів'ям та корпусом передбачені поролонові амортизатори, але свою демпферну функцію вони фактично не виконують внаслідок надмірної піддатливості поролону.

Цією ж причиною можна пояснити і наявність зсувів корпусу під дією вертикального та горизонтального навантаження. Після зняття навантажень корпус шолому одразу повертається у початкове положення завдяки пружності матеріалу ковпаку, до якого приєднаний корпус; оголів'я та ковпак відносно голови тестуючого, за його словами, не зсувалися (рис. 14, 15).

Звертає на себе увагу той факт, що відгалуження підборідного рем'я не змінюють свого натягу як при прикладанні навантаження, так і при його знятті

(пор. зі зразком №3). Це свідчить про незмінність положення оголів'я підвіски відносно голови.



Рис. 14. Зсув корпусу зразка №7 при прикладанні вертикального зовнішнього зусилля до лобної частини корпусу (кадри з відеозапису): а – перед навантаженням; б – прикладання навантаження; в – зняття навантаження.

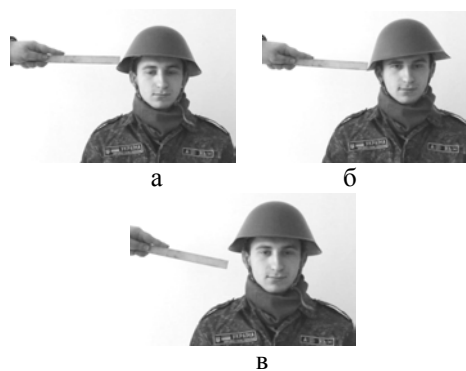


Рис. 15. Зсув корпусу зразка №7 при прикладанні горизонтального зовнішнього зусилля до бічної частини корпусу (кадри з відеозапису): а – перед навантаженням; б – прикладання навантаження; в – зняття навантаження

Слід також відзначити, що подібний спосіб приєднання корпусу шолому до ковпаку спричиняє ще один негативний побічний ефект, що був виявлений під час тестування: корпус шолому навіть при незначних поштовхах починав вібрувати і видавав відчутний звук, що створювало неприємні відчуття для тестуючого.

Висновок

З результатів тестування можна зробити такі висновки:

1. Конструкція підвіски радянських сталевих шоломів вельми проста, але спосіб її регулювання є складним та незручним і не дає гарантії досягнення прийняттого результату;

2. Відсутність оголів'я та спосіб прикріплення підборідного рем'я до корпусу у двох точках негативно впливає на щільність посадки шолома, створює передумови для його зсуву відносно голови під час рухів або внаслідок прикладання зовнішніх навантажень;

3. В той же час наявність розгалуженого підборідного рем'я, що фіксується у чотирьох точках, навіть за відсутності оголів'я, сприяє більш надійному утриманню шолому на голові і зменшенню величини його зсувів;

4. Рамкова пряжка, у порівнянні із ковзною, більш надійно застібує підборідний ремінь і зберігає його початкове натягування, але в той же час регулювання ременя рамковою пряжкою можна здійснювати тільки покровоко, а ковзною – більш диференційовано;

5. Одночасна наявність в конструкції підвіски оголів'я, ковпаку, амортизаторів та розгалуженого підборідного ременя сприяє достатньо надійній посадці шолома на голові, за якої він практично не зсувається при рухах головою та від зовнішніх навантажень;

6. Розгалуженість підборідного ременя призводить до більш раціонального перерозподілу навантажень у конструкції підвіски шолома, завдяки чому зменшується й ступінь зсуву шолому з голови

Використовуючи дискримінантний аналіз, можна одержати функції, що дозволяють комплексно оцінити ергономічні показники варіантів проектних рішень бронешоломів. Комплексність оцінки полягає в тому, що одночасно враховуються найбільш значимі ергономічні показники, а також можливості оцінити ці показники з позиції кожної військово-технічної властивості. Отримані дані можна використати для вибору варіанта технічної пропозиції, що найбільш повно реалізує вплив ергономічних показників на військово-технічну властивість. Для варіанта технічної пропозиції, прийнятого для подальшої розробки, аналізуються дискримінантні функції з метою виявлення ергономічних показників, які вимагають поліпшення (значення яких у дискримінантній функції гірші). За цими показниками визначаються варіанти їхнього поліпшення.

Отримані варіанти технічної пропозиції з поліпшеними ергономічними показниками оцінюються експертами по внеску ергономічних показників у забезпечення військово-технічних властивостей, і

розраховуються значення дискримінантних функцій для кожної властивості. Процес поліпшення відбувається доти, поки оцінка внеску ергономічних показників у забезпечення військово-технічних властивостей не буде близькою (дорівнюватиме) абсолютній вазі впливу ергономічних показників по кожній властивості.

Список літератури

1. Квітковський Ю.В. Урахування ергономічних показників при конструюванні броне шоломів / Ю.В. Квітковський, К.Ю. Василькова // Системи озброєння і військова техніка: науковий журнал. – Х.: ХУПС, 2014. – № 4 (40). – С. 25-31ю
2. ГСТУ 78-41-004-97 Шоломи для захисту від куль. Загальні технічні умови
3. ГОСТ Р 50744-95 Бронеодежда. Классификация и общие технические требования. – М.: Госстандарт России, 2003. – 9 с.
4. ГОСТ РВ 8470-004-2011 Бронешлемы общевойсковые. Общие технические условия: государственный военный стандарт: введен впервые: введен 2012-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2012. – III, 15 с.
5. Сапроненко И.Н. Разработка критериев травмобезопасности головы, защищенной бронешлемом [Электронный ресурс]. – Автореферат канд. дисс. ... медиц. наук. СПб, 2005. – 24 с. / . Режим доступа: <http://www.dissertac.com/content/razrabotka-kriteriev-travmbezopasnosti-golovy-zashchishchennoi-broneshlemom>.
6. ТТЗ на ОКР «Разработка комплекта боевой экипировки второго поколения для военнослужащих различных специальностей Вооруженных Сил Российской Федерации» (шифр «Бармица-Н2») [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.google.com/document/d/16eZyE0PlcpCAge0W63HatK_bOdbSsVF6wigTXPhC8vY/edit?pli=1.
7. Райхман Э.П. Экспертные методы в оценке качества товаров / Э.П. Райхман, Г.Г. Азгальдов. – М.: Экономика, 1974. – 151 с.

Надійшла до редколегії 30.03.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. М.І. Адаменко, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків.

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПОДВЕСКИ ВОЕННЫХ БРОНШЛЕМОВ

Ю.В. Квитковский, Е.В., Доронин, К.Ю. Василькова, А.Н. Иванов

Данный материал продолжает тему, который рассматривался в публикации [1]. В статье рассматривается проблема недостаточности учета эргономических характеристик при конструировании защитных армейских бронешлемов, а также научная задача по разработке эргономических характеристик, которые необходимо учесть при создании Государственного стандарта Украины на проектирование армейских бронешлемов. Приводятся основные положения методики эргономической экспертизы конструкций подвески армейских бронешлемов, расчета оценки эргономических свойств бронешлема, а также методики определения влияния эргономических показателей на военнотехнические свойства бронешлема. Кроме того, в статье приводятся результаты сравнительного тестирования войсковых бронешлемов с различными конструкциями подвески, которое проводилось с целью уточнения функционального назначения элементов подвески и оценки удобства ношения шлемов

Ключевые слова: бронешлем, подвеска бронешлема, эргономические показатели, удобство использования.

ERGONOMETRIC BASES OF SUSPENSION COMBAT HELMET CONSTRUCTING

Yu. V. Kvitkovskiy, Ye. V. Doronin, K. Yu. Vasil'kova, O. M. Ivanov

The article discusses the problem of insufficient quality level of domestic military protective equipment, such as combat helmets, in terms of ergonomics, as well as a scientific task of developing a suspension system combat helmets given its ergonomic features. The basic terms and definitions describing the components of the suspension combat helmets, general classification structures suspension of combat helmets, as well as general accounting principles ergonomics when designing the suspension combat helmets.

Keywords: combat helmet, suspension combat helmet, ergonomics, usability.