

## РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ТРИКОТАЖНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОТИОСКОЛКОВОЇ СТІЙКОСТІ СПЕЦІАЛЬНОГО ЗАХИСНОГО ОДЯГУ

Враховуючи широкий спектр вимог, що ставляться до текстильних матеріалів для захисного спецодягу та засобів індивідуального захисту, питання вибору видів сировини з функціональними властивостями для їх виготовлення – термо-, вогнестійких, високоміцних, високомодульних волокон тощо набуває важливого значення. До таких видів сировини відносяться пара- і метаарамідні термостійкі, базальтові, вуглецеві, високомодульні поліетиленові та ін. нитки [1].

Дослідження з відкритих джерел показують, що використання високоякісного захисного одягу та засобів індивідуального бронезахисту значно знизило рівень травм серед військових, змінило їх структуру, що призвело до переважання численних поранень кінцівок тіла [2], які у медичній літературі часто називають «комплексом голови, обличчя та шиї» [3]. Зазвичай у військових бронезилетах кінцівки та шия часто залишаються відкритими, однак деякі модульні конструкції дозволяють додатково захистити шию, руки, ноги та пах. Так, у роботі [4] представлено розробку багаторівневої системи захисту органів малого тазу від впливу схованих імпровізованих вибухових пристроїв та досліджено її властивості. Сучасні модульні системи можна розширити за допомогою кріплень на руках і ногах, але це додатково посилює проблему маси, мобільності та теплообміну. Додаткові модульні компоненти, які забезпечують захист від осколків, зазвичай пропонують з рівнем захисту, подібним основному одягу. Це призводить до більшої маси, об'єму та жорсткості системи броні, що може негативно вплинути на фізичний стан людини, яка її носить [5].

У роботі [6] наводиться інформація про те, що Збройні сили Великобританії носять спеціальні предмети одягу для захисту різних ділянок тіла проти осколків мін і снарядів, наприклад, покращену бойову сорочку, що носить під бронезилетом, або захист паху у вигляді трусів чи шортів. Автори досліджують довгострокову міцність такого одягу, виявивши два найкращих кандидати з тканин з більш високими показниками збереження балістичних захисних характеристик. Авторами роботи [7] представлено удосконалений тактичний жилет, модульні компоненти якого включають пов'язку, бронезахисні підсумки, комір, зовнішні пластинчасті кишені, регульований захист шиї та збільшене покриття нижньої частини спини та ниркової області, боків, тулуба та плечей. У роботі компроміс між захисними і експлуатаційними характеристиками запропоновано досягти шляхом використання одного або двох шарів пара-арамідної тканини для додаткового захисту кінцівок, що може забезпечити певний захист від поранень уламками з артилерійських снарядів, мінометних бомб, мін, гранат, саморобних вибухових пристроїв і не повинно перешкоджати мобільності користувача. Проте, питання використання трикотажних матеріалів у якості додаткових елементів захисту в літературі майже не розглядається.

Використання у виробництві трикотажних полотен високоміцних та вогнестійких ниток і пряжі дозволяє створити текстильний матеріал, податливий до формоутворення, з підвищеними характеристиками міцності та стійкості до дії термічних впливів, що може використовуватися у виготовленні засобів індивідуального захисту, додаткових елементів конструкції спеціального захисного

одягу й інших предметів бойового обмундирування та екіпірування військовослужбовців.

Передові технології в'язання надають цілий ряд технологічних рішень для вирішення проблем із виготовленням захисних матеріалів функціонального призначення високої якості. У ході досліджень нами розроблено двошарові функціональні трикотажні полотна з пресовим з'єднанням шарів основними нитками. Для утворення одного з функціональних шарів використано нитки, стійкі до дії підвищених температур та відкритого полум'я: базальтові та метаарамідні. Для в'язання іншого шару обрано високомолекулярну поліетиленову та параарамідну нитки підвищеної міцності. Для покращення протиосколкової стійкості розроблених зразків трикотажних матеріалів у процесі в'язання з'єднувальні елементи у вигляді пресових накидів сформовані саме з ниток підвищеної міцності. Дослідні зразки вироблено на двофонтурній круглов'язальній машині 16 класу. Досліджено фізико-механічні характеристики розроблених 4 зразків трикотажних полотен, а саме: розривні та релаксаційні характеристики, стійкість до проколу та продавлювання кулькою.

Розроблені зразки функціональних трикотажних матеріалів рекомендовані для формування в спеціальному одязі захисних конструктивних елементів, наявність яких забезпечить зниження рівня травматизму та сприятиме ефективному захисту від ураження елементами вогнепальної, холодної зброї та осколками мін і снарядів й разом з цим дозволить зберегти зручність та комфорт при виконанні конкретних бойових задач військовослужбовцями-саперами та працівниками Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

## Література

1. High-Performance Apparel. Materials, Development, and Applications. A volume in Woodhead Publishing Series in Textiles, 504 pages.
2. McKay BJ and Bir CA. Development of a lower extremity injury criterion for military vehicle occupants involved in explosive blast events. In: Personal armour systems symposium 2008, Royal Military Academy, Brussels, Belgium, 6-10 October 2008.
3. Breeze J, Gibbons AJ, Hunt NC, et al. Mandibular fractures in British military personnel secondary to blast trauma sustained in Iraq and Afghanistan. *Brit J Oral Max Surg* 2011; 49(8): 607–611.
4. Lewis EA, Pigott MA, Randall A, et al The development and introduction of ballistic protection of the external genitalia and perineum *BMJ Military Health* 2013; 159: i15-i17.
5. Ashby PJC, Iremonger MJ and Gotts PL. The trade-off between protection and performance for dismounted infantry in the assault. In: Personal armour systems symposium 2004, TNO Prins Maurits Laboratory, Rijswijk, The Netherlands, September 7–10, 2004.
6. Helliker, M., Carr, D., Lankester, C., Fenton, L., Girvan, L., & Horsfall, I. (2014). Effect of domestic laundering on the fragment protective performance of fabrics used in personal protection. *Textile Research Journal*, 84(12), 1298-1306.
7. Sakaguchi S, Carr D, Horsfall I, Girvan L. Protecting the extremities of military personnel: fragment protective performance of one- and two-layer ensembles. *Textile Research Journal*. 2012;82(12):1295-1303.