

Таким чином відпрацювання вогневих вправ під час навчань та випробувань озброєння і військової техніки в умовах обмеженої видимості по подібним мішеням-імітаторам з використанням боєприпасів різного типу дозволить підвищити боєздатність та приблизити до реальних умов.

УДК 677.075.54:616.379-008.64

**РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ТРИКОТАЖНИХ ПОЛОТЕН  
ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВОГНЕ- ТА ТЕРМОСТІЙКОЇ  
НАТІЛЬНОЇ БІЛИЗНИ І ПІДШОЛОМНИКІВ**

*Л.Є. Галавська, д.т.н., професор*

*О.М. Дмитрик*

*Л.А. Дмитренко*

*Київський національний університет технологій та дизайну*

*А.С. Прохоровський*

*О.А. Швиданенко*

*Товариство з обмеженою відповідальністю "РА.ДА"*

До конструктивних елементів спеціального захисного одягу від підвищених теплових впливів військовослужбовців екіпажів бойової техніки, рятувальників та пожежників входить термостійка натільна білизна і підшоломники. Її ефективність та функціональність на 70% залежить від правильного вибору матеріалів. Для спеціального захисного одягу рекомендується обирати нетермопластичні теплостійкі матеріали з високими температурами фазових переходів (фізичних змін), що не плавляться, а повільно карбонізують з мінімальною усадкою. Чим нижчі температури фізичних змін (склування та плавлення), тим гірша теплостійкість матеріалу. Матеріали з низькою теплостійкістю поглинають теплову енергію. При цьому не тільки усаджуються і деформуються, а й починають плавитися, руйнуючи текстильну структуру. Внаслідок термічної усадки волокон зникають підодягові повітряні зазори в текстильному матеріалі, що збільшує відсоток та ступінь тяжкості термічних опіків рятувальника. Для підвищення стійкості текстильного матеріалу до відкритого полум'я або інтенсивного теплового потоку застосовують різноманітні вогнезахисні просочення та покриття, хімічно модифіковані волокна та сповільнювачі горіння, які вводять у розчин або розплав полімеру, з якого одержують волокно. Вибір того чи іншого методу обумовлений необхідним ступенем вогнезахисту та необхідністю забезпечення тепло-фізіологічного комфорту у відповідності до умов експлуатації. На сьогодні у виробництві текстильних матеріалів для захисту від підвищених теплових впливів використовують наступні вогнестійкі за своєю природою синтетичні волокна: мета-арамідні Nomex® (Du Pont), пара-арамідні Basafil, Kevlar® (Du Pont), Twaron® (Akso/Acordis) поліамід-імідні (PAI) Kermel® (Rhone Poulenc), а також термо- і вогнестійкі віскозні волокна. Також для підвищення термічної стійкості текстильних матеріалів пропонується використовувати базальтові волокна у суміші з іншими волокнами.

Трикотаж з вогнестійких видів пряжі та ниток широко використовується при виготовленні натільної білизни, підшоломників, рукавичок і шкарпеток пожежників, рятувальників, спецназу та інших категорій споживачів, що наражаються на небезпеку підвищених теплових впливів. Застосування трикотажних полотен обумовлено високою розтяжністю при низькому навантаженні, що дозволяє досягти високого ступеню облягання та фізіологічного комфорту. Здатність трикотажу проявляти термозахисні та теплоізоляційні властивості залежить від низки факторів, серед яких найбільш вагомими є фізико-механічні властивості ниток, структура та параметри переплетення, обробка антипіренами та ін.

У ході розробки трикотажних полотен для натільної білизни як конструктивного елемента спеціального захисного одягу слід дотримуватися розумного балансу захисту й комфорту та керуватися не окремо взятими експлуатаційними характеристиками того чи іншого волокна (пряжі чи ниток), а розглядати в комплексі вогнестійкі, термостійкі, теплоізоляційні, гігієнічні та механічні властивості. В умовах підвищених теплових впливів та високих фізичних навантажень тіло людини генерує теплову енергію, надлишок якої необхідно віддавати у навколишнє середовище. Тому матеріали натільної білизни повинні забезпечувати не лише термозахист від відкритого полум'я та підвищених теплових впливів, а й охолодження тіла шляхом випаровування. Тобто мають бути повітропроникними і гігроскопічними й забезпечувати термовентиляцію та регулювання кількості пароподібної вологи у підодяговому просторі. Накопичення вологи, яку продукує людський організм,

пов'язане з ризиком розвитку патогенної мікрофлори (бактерії, гриби) та появи подразнень тіла, дерматитів, неприємного запаху поту.

З метою надання натільній білизні мультифункціональності запропоновано застосувати структуру двошарового кулірного трикотажу. Використання двошарових трикотажних структур дозволяє поєднувати два види сировини з чітким їх розмежуванням по шарам та забезпечити багатофункціональність текстильного матеріалу для виготовлення натільної білизни. У якості сировини обрано пряжу на основі вогнетривких метаарамідних волокон або мета-арамідних у поєднанні з негорючими віскозними для формування петель лицьового шару трикотажу та з'єднувальних накидів та пряжу з вмістом волокон DEOKIL® або вовняну пряжу – для утворення петель виворітного шару. Поліефірні волокна під торговою маркою DEOKIL® з антибактеріальними властивостями та дезодоруючим ефектом розроблені Південно-корейською корпорацією “ТСК” спільно з японським концерном “TORAY Group”. Використання пряжі з вмістом волокон DEOKIL® у якості виворітного шару трикотажу забезпечить виконання наступних функцій: відведення вологи, антибактеріальна дія та дезодоруючий ефект. Інноваційність даних волокон полягає у нейтралізації усіх видів запаху людського тіла та збереження заданих функціональних властивостей до 10 днів безперервного носіння натільної білизни й протягом 50 циклів її прання. Формування лицьового шару трикотажу з вогнетривкої пряжі забезпечить стійкість натільної білизни до дії полум'я та підвищених теплових впливів.

Розроблені зразки 1–6 бікомпонентних двошарових трикотажних полотен з пресовим з'єднанням шарів основними нитками вироблені на двофонтурному круглов'язальному обладнанні 16 класу. За рахунок пресових з'єднувальних накидів, розташованих у шаховому порядку, в структурі двошарового трикотажу утворюються чарунки. Дані чарунки сприяють виведенню пароподібної пологи. Зразок 7 вироблено на двофонтурній круглов'язальній машині 20 класу переплетенням “інтерлок”. Дане переплетення дозволяє ущільнити структуру, мінімізувати наскрізну пористість трикотажу й поверхневу густину порівняно з двошаровими структурами та забезпечити достатню вогнестійкість. Особливості структуроутворення та сировинний склад зразків 1–6 та 7 впливають на величину наскрізної пористості, повітро- та паропроникності.

За методами та критеріями оцінки показників, які регламентовані стандартом ISO 15025: 2016, проведено випробування за показниками “термостійкість за температури (180±5)°C” та “обмежене поширення полум'я”. Встановлено термоусадку розроблених зразків трикотажних полотен за температури (180±5)°C та їх поведінку і витривалість до дії відкритого полум'я. Слід зауважити, що у ході досліджень вогнетривкості для виявлення впливу кута дії джерела полум'я на характер горіння пальник встановлювали розташовували горизонтально, вертикально та під кутом 45°. У першому випадку пальник займав положення, перпендикулярне до вертикально закріпленого на монтажній рамі зразка. У другому випадку пальник повертали у похилу робочу позицію так, щоб полум'я розділяло нижню кромку випробного зразка навпіл. У третьому випадку пальник розташовували до поверхні полотна під кутом 45° так, щоб полум'я потрапляло на випробний зразок у його центрі. Одержані результати наглядно ілюструють вплив відкритого полум'я на розроблені зразки трикотажних полотен.

Для надання оцінки гігієнічних властивостей розроблених зразків трикотажних полотен та їх рекомендації для виготовлення натільної білизни встановлено наступні фізико-механічні характеристики: гігроскопічність, повітро- та паропроникність. Також визначено величину розривального навантаження та видовження вздовж лінії петельного ряду та стовпчика, що обумовлено вимогами до полотен даної асортиментної групи. При прийнятті рішення щодо вибору того чи іншого зразка трикотажу слід пам'ятати, що функціональна білизна є внутрішнім шаром, що є найбільш віддаленим від впливу термічних факторів відкритого полум'я та підвищених теплових впливів. У першу чергу він призначений для забезпечення гігієнічних властивостей виробу. Тому білизна є лише додатковим бар'єром з повітряним прошарком між ним та основним пакетом матеріалів, що використовується у комплекті зі спеціальним захисним одягом від підвищених теплових впливів і призначений для додаткового теплового захисту, виведення пароподібної вологи з підодягового простору. Саме від правильного вибору основного матеріалу залежить ефективність захисного одягу. Отже у ході подальших досліджень планується встановити стійкість трикотажу до впливу теплового потоку у відповідності до EN ISO 6942: 2015 та характер втрати міцності під дією теплового впливу.