

УДК 687.152:351.74

В.В. Натарова,
здобувач ДНДІ МВС України

ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНІ ТКАНИНИ ДЛЯ ФОРМЕНОГО ОДЯГУ

У статті проаналізовано різноманітний асортимент сучасних високотехнологічних тканин, які використовуються для виготовлення форменого одягу, новітні види обробок текстильних матеріалів і волокон для надання їм необхідних властивостей. Коротко викладені інноваційні розробки у сфері текстильної промисловості провідних іноземних фірм-виробників, а також основні напрями і особливості використання цих матеріалів. Розглянуті інноваційні матеріали, покриття і види обробок, які найчастіше використовуються в різних предметах форменого одягу.

Ключові слова: Polygiene, CORDURA, GORE-TEX®, Fabrics, Fibers, and Nonwovens, Термобілизна, Polartec®.

В статье проанализирован разнообразный ассортимент современных высокотехнологических тканей, которые используются для изготовления форменной одежды, новейшие виды обработок текстильных материалов и нитей для придания им требуемых свойств. Кратко изложены инновационные разработки в сфере текстильной промышленности ведущих иностранных фирм производителей, а также основные направления и особенности использования этих материалов. Рассмотрены наиболее часто используемые инновационные материалы, покрытия и виды обработок в различных предметах форменной одежды.

Ключевые слова: Polygiene, CORDURA, GORE-TEX®, Fabrics, Fibers, and Nonwovens, Термобелье, Polartec®.

Paper analyzes a diverse assortment of modern high-tech fabrics that are used to make uniforms, the newest types of processing of textile materials and threads to give them the required properties. It briefly describes innovative developments in the textile industry of leading foreign manufacturers, as well as the main directions and peculiarities of using these materials. The most commonly are used innovative materials, coatings and types of treatments in various objects of uniform.

Keywords: Polygiene, CORDURA, GORE-TEX®, Fabrics, Fibers, and Nonwovens, Layered clothing, Polartec®.

Співробітники поліції носять уніформу для стримування злочинності шляхом створення видимої присутності під час патрулювання, щоб було легко їх ідентифікувати зі співробітниками недержавними або пересічними громадянами, які потребують допомоги, і швидко розпізнати один одного на місці злочину для полегшення координації. Для цивільного населення поліцейський формений одяг – це символ захисту та забезпечення громадського правопорядку.

Кожний структурний підрозділ ставить пріоритетним завданням забезпечити професійний зовнішній вигляд свого персоналу. Особливу увагу приділяють

повсякденному та парадному однострою. Парадний однострій привертає увагу публіки на парадах або інших святкових і публічних заходах, а повсякденний однострій є уособленням образу захисника правопорядку в буденному житті. Зовнішній вигляд однострою також відіграє важливу роль у формуванні колективного духу підрозділів Міністерства внутрішніх справ, породжує довіру між співробітниками та відчуття гідності за власну службу. При проектуванні такого одягу більше важливими є естетичні показники якості, такі як зовнішній вигляд, відповідність форменого одягу сучасним силуетам та концепціям моди.

Але багато посадових обов'язків (патрулювання, затримання злочинців, спеціальні операції) виконуються працівниками поліції в динамічних умовах експлуатації. Для виконання службових обов'язків працівники підрозділів Патрульної поліції, Корпусу оперативно-раптової дії, кінологічної, вибухотехнічної служб та інших структурних підрозділів Національної поліції України застосовують спеціальний формений одяг. Спеціальний однострій забезпечує велику функціональність під час активного використання, особливо в умовах, наближених до бойових. При його проектуванні більш важливими є ергономіка та надійність одягу. Кожна деталь має важливе значення, наприклад, подвійні шви або великі кишені, які забезпечують місця, де співробітники повинні зберігати запас устаткування, що постійно розширюється.

Важливою проблемою є використання недоброякісних тканин із низькими фізико-механічними показниками, що не відповідають вимогам до тканин форменого одягу. Також проблема в тому, що вітчизняні виробники тканин не можуть забезпечити необхідні показники через застарілість устаткування та технологій виготовлення. До того ж слід зазначити, що в розвинених країнах світу технології виробництва тканин зробили величезний крок уперед. З'явилися нові типи тканин, методи їх виготовлення, пофарбування, ламінування тощо. Тож для вирішення питань якості однострою поліцейських доцільно звернутися до провідних світових технологій вироблення текстильних матеріалів.

Метою цієї статті є вивчення високотехнологічних тканин, які використовуються в одностроях працівників підрозділів правоохоронних органів інших країн.

У багатьох правоохоронних органах інших зарубіжних країн для пошиття одягу для підрозділів поліції використовуються змішані тканини. Традиційною формою поліцейського є костюм, що складається із сорочки та брюк зі змішаних тканин. Найбільш важливими властивостями сорочок є ергономічність із гігієнічними показниками та властивостями, які забезпечують комфортність одягу, формостійкість, надійність та естетичність. Для них найчастіше використовують полікотон – змішана тканина, виготовлена з волокон поліестеру та бавовни, де частка синтетичних волокон переважно становить лише 5 %–33 % – решта натуральні волокна. Поліефірні (далі – ПЕ) волокна (інші назви – поліестр, лавсан, дакрон) є домінуючими серед синтетичних на світовому текстильному ринку. Поліефірні волокна не тільки дуже міцні, але й дуже еластичні. Вони найбільш термостійкі з усіх волокон, більш стійкі до дії світла та погодних умов. ПЕ волокна добре сумісні з іншими волокнами, тому основна їх частина використовується в суміші з вовною, бавовною, льоном, віскозним волокном для вироблення платтяних, костюмних, пальтових, постільних, сорочкових тканин, що мають підвищену зносостійкість (поліефірні волокна) і відповідають високим санітарно-гігієнічним властивостям (натуральні або штучні волокна) [1–2].

Сорочкові тканини в більшості випадків мають антибактеріальну обробку. Однією з таких є шведська технологія – Polygiene. Вона визнана як безпечний та ефективний бактеріостатичний засіб. У її основі – обробка найрізноманітніших матеріалів (в основному текстилю) натуральними солями срібла (хлорид срібла) для запобігання появи бактерій, що викликають неприємний запах, а також різних мікробів, вірусів та грибків. У результаті збільшується термін служби виробу. Обробка запобігає пошкодженню матеріалу бактеріями, а також частим пранням і відповідає найвищим стандартам безпеки та гігієнічності. Вона не впливає на природню мікрофлору на поверхні людської шкіри [3].

Проте провідні виробники текстильних матеріалів пропонують зносостійкі та комфортні тканини із сучасним сировинним складом. Наприклад, тканина Кордура (Cordura) та її модифікації. CORDURA® – зареєстрована торгівельна марка сертифікованого нейлону. Це товста нейлонова тканина з особливою структурою нитки, з водовідштовхувальним просоченням і з поліуретановим покриттям. Одним із різновидів продукції торгової марки є CORDURA NYCO (поєднанням волокон нейлону T420 6.6. із волокнами бавовни у співвідношенні 50/50 %). Тканина має показники стійкості до стирання в 2 рази більші, ніж напівбавовняна та в 4 рази більші ніж бавовняна тканина, за показниками міцності на 20 % сильніша, ніж обидві: 100% бавовна та суміші 50:50 з полібавовною. Міцна, зручна, економічно ефективна і універсальна в будь-яких кліматичних умовах, ця тканина спеціально розроблена для тактичної форми. Вона відповідає суворим вимогам бійців. CORDURA® Combat Wool™ пропонує тканину, де комфорт і естетика вовни поєднані з міцністю нейлону. Тканина виготовлена з мериносової вовни і волокон нейлону 6,6 в різних співвідношеннях. Вона є придатною для виготовлення термобілизни, двосторонньої тканини, полотна, Ripstop, твілу. Тканини, виготовлені з однорідної суміші нейлону і шерсті мериносо, мають у 10 разів кращу стійкість до стирання, у 2 рази кращу еластичність волокон і 1,4 рази кращий опір розриву проти 100 % тканини з вовни мериносо [4].

Високотехнологічні інноваційних тканин з підвищеними експлуатаційними показниками представлено в матеріалах з максимальним опором до стирання ceraspace™ технологіями від Schoeller Textil AG. Основою тканини є поліамід з обробкою антистатик, високою міцністю на розрив та низьким рівнем шуму. Чудовий захист технології ceraspace™ досягається за рахунок унікальної комбінації надзвичайно твердих керамічних часток, які поміщені в полімерну матрицю. Ця спеціальна кераміка майже так само важка, як діамант і є 3-мірним покриттям, що міцно пов'язується з тканиною[5].

Нові високотехнологічні формені тканини пропонують службам правоохоронних органів можливість комбінувати особливості як повсякденного, так і спеціального обмундирування, надаючи можливості патрульним підрозділам повною мірою укомплектовувати офіцерський склад та мати професійний вигляд разом із бажаною функціональністю. Це можливо, тому що виробництво сучасних формених тканин удосконалюється. Менше зминаються та прості в догляді, більше функціональні та надійні вони найкращим чином відповідають сучасним вимогам складної професії.

Багато правоохоронних органів традиційно покладалися на поліефірні тканини для уніформи через високий опір до зминальності та їх брудовідштовхувальні властивості. У теплу погоду традиційний поліестер дійсно може утримати тепло,

що робить його незручним для активних співробітників і для тих, хто частіше виходить із патрульних автомобілів у негоду. Загальновідомо, що одяг має бути “дихаючим”, а також зручним. Тим не менше не обов’язково, щоб для зручності повітря проходило через матеріал, а водяна пара з потовиділенням переходила зсередини назовні, так щоб предмети натільної білизни не намокали і так, щоб можна було досягти природного випаровуючого охолоджуючого ефекту. Повітропроникність і здатність транспортувати внутрішні пари вологи до зовнішнього середовища використовуються тут як взаємозамінні.

Швейна промисловість зазнала швидкого технологічного розширення за рахунок наукових розробок у галузі техніки ламінування і лакування тканин. Спочатку це були полімери з термореактивного і термопластичного поліуретану, силіконового каучуку, полівінілхлориду тощо, використані для покриття у виробництві непромокальних тканин, які використовувалися для виготовлення плащів. На жаль, цей вид одягу для споживачів був незручним. Хоча полімерні покриття не дозволяли пропускати воду, покриті тканини не допускали задовільне випаровування поту користувачів, викликаючи дискомфорт й охолодження.

Спосіб виготовлення багатошарової, дихаючої, водонепроникної тканини був розкритий. Винахід належить до повітропроникної водонепроникної тканини, яка включає мікропористий мембранний шар, розташований між стільниковим шаром липкої піни і захисним шаром безперервної плівки.

Підкладку тканини спочатку покривають клейовою піною, утвореною з повністю прореагованого полімеру, такого як полівінілхлорид, поліуретан, акрил, полістирол або їх суміші. Мікропориста структура мембрани утворена на клейовій піні з термопластичних полімерів. Мікропориста мембрана забезпечує тканині покриття з властивостями водонепроникності та повітропроникності. Суцільну плівку отримують з акрилових, полівінілхлоридних або поліуретанових латексів та наносять на поверхню мікропористим шаром. Функцією цієї безперервної плівки є захист крихкої мікропористої мембрани. У процесі виготовлення водонепроникної і повітропроникної тканини задіяні економічні технології нанесення покриття, а не дорогі методи ламінування, які використовуються в попередньому рівні техніки виробництва повітропроникних тканин. Цей винахід способу отримання матеріалу та покриття захищений багатьма патентами. Нині відомо, що водонепроникний одяг може бути дихаючим, забезпечуючи тканину мікропористим шаром, через який проходять пари води шляхом дифузії всередині предмета одягу. Невеликий розмір поверхні мікропор, порядку 1,0 мкм та високий поверхневий натяг рідкої води об’єднуються, щоб заборонити проходження рідкої води через мембрану. Один із таких видів одягу описаний у патенті США для W. L. Gore & Associates, Inc. Є певні недоліки у практиці зазначеного вище винаходу. Мікропористий шар складається з політетрафторетилену (надалі “ПТФЕ”), який не має відомого практичного розчинника. Технологія використовується для виробництва жорсткої і дорогої мембрани. Для того, щоб бути корисною, екструдована плівка з ПТФЕ повинна бути нагріта до температури плавлення кристалів таким чином, щоб отримати мікропористу мембрану з ПТФЕ. Додатковий етап ламінування для адгезії РТФЕ мембрани до тканини одягу також потрібен.

Тканина з покриттям з відповідною мікропористою мембраною може мати прийнятну повітропроникність і водостійкість. Однак жодний одяг не може бути

зроблений із цієї тканини з покриттям, тому що мікропориста мембрана дуже тонка і схильна до пошкодження під час виготовлення та використання предметів одягу. Дуже важко прикріпити захисний шар, щоб він повністю вступив у реакцію із сильно зшитим полімером, таким як ПТФЕ або ПВДФ, з якого була підготовлена мікропориста мембрана. Щоб вирішити цю проблему використовують дорогі методи ламінування та реактиви, а також токсичні і важко оброблені преполімери. Досі ще одним об'єктом справжнього винаходу є отримання мікропористої мембрани з матеріалів із низьким модулем пружності при вигині, так що отримана мікропориста мембрана проявляє прийнятну м'якість для текстильної промисловості [6].

Відомий виробник водонепроникного дихаючого текстильного матеріалу, що продається під маркою GORE-TEX, технічно заснований на використанні гідрофобної мікропористої мембрани, розтягнутого політетрафторетилену як необхідного функціонального компонента. Здебільшого мікропориста мембрана з PTFE ламінату затиснута між внутрішнім і зовнішнім шарами тканин. Мембрана, як правило, хоч і не обов'язково, безперервно з'єднана і / або приклеюється до одного або обох шарів тканини.

GORE-TEX® тканини та нові технології зробили революцію у виробництві мембранних тканин шляхом керування пористістю за допомогою унікальних мікроструктур. Мембранні технології, провідні полімери та матеріали були розроблені для задоволення конкретних критеріїв ефективності активного життя, а також для професійних видів діяльності. Лабораторні тести та дослідження в поєднанні з розвитком сучасних клеїв, покриттів, тканин та обробки швів забезпечують виняткову міцність, стійкість до стирання, ударну в'язкість під час виготовлення верхнього одягу, взуття в порівнянні з іншими синтетичними волокнами, в тому числі іншими волокнами з ПТФЕ. Тканини GORE-TEX® винятково підходять для широкого спектра застосування в різних галузях виробництва, в тому числі для виготовлення захисного верхнього одягу для працівників правоохоронних органів.

Вироби з GORE-TEX® для співробітників правоохоронних органів зарубіжних країн були розроблені та випробувані з урахуванням особливостей виконання службових обов'язків у реальних умовах. Працюючи безпосередньо з активними співробітниками поліції, було розроблено ряд предметів, які забезпечують винятковий комфорт та продуктивність і придатні для використання за призначенням. Для зовнішніх завдань за будь-яких погодних умов існують стійкі тканини GORE-TEX®, WINDSTOPPER® та CROSSTECH®, щоб задовольнити потреби в одязі, рукавичках, взутті поліцейського. GORE-TEX® тканини повністю водонепроникні та вітрозахисні. Тканина WINDSTOPPER® захищає від впливів сильного вітру, утримуючи тепло всередині одягу. Вона сповільнює витрати тепла, захищаючи повністю від вітру, утримуючи комфорт довше під час впливу в широкому діапазоні кліматичних умов – під час вітру, холоду і світла, дощу або снігу. Щодо захисту персоналу під час виконання тактичних операцій із вірогідністю зараження патогенними мікроорганізмами, такими як ВІЛ або гепатит, швейні вироби, виготовлені з CROSSTECH® тканини, перешкоджають проникненню цих патогенів, води та п'яти загальних хімічних речовин, зазначених у NFPA 1971 [7].

Під час несення служби співробітниками поліції та військовослужбовцями можуть траплятися спалахи пожеж та вибухи. Nomex® тканина дає можливість

забезпечити форму від інтенсивного тепла та полум'я. DuPont™ Nomex® волокно допомагає військовій та поліцейській формі врятувати життя тих, хто захищає наше життя, коли вони стикаються з вибухами боєприпасів, запальними бомбами, спалахами пожеж, електричними дугами та іншими джерелами інтенсивного тепла й полум'я.

Nomex® є революційним, тепло- і вогнестійкістйким волокном, яке вступає в реакцію в умовах кризи. Під час впливу високих температур Nomex® піддається особливій реакції, змінюючи свої властивості, щоб захопити більше енергії в тканину, даючи власнику цінні додаткові секунди захисту від передачі тепла. Волокно не плавиться, не підтримує горіння. Тканина дозволяє комфортніше її носити за рахунок найнижчої можливої ваги серед аналогів у своєму асортименті; вона має найвищий рівень вогнезахисту, повітропроникність для зниження теплового стресу, здатність ефективно вбирати вологу і довговічність, щоб співробітники мали змогу виконувати свої обов'язки в широкому діапазоні небезпечних умов.

Дюпон є світовим лідером у галузі розробок полімерів і просування текстильної науки, продовжує спадщину інновацій у волокнах високої продуктивності. Виробники, яким необхідні волокна для захисту людей і техніки зі збільшеними показниками міцності, меншою вагою, з екологічно чистих матеріалів використовують DuPont™ Kevlar® (для балістичного захисту, захисту від порізів й посиленою міцністю); DuPont™ Nomex® (вогнестійкого волокна для захисного одягу), DuPont™ Sorona® (інноваційного еко-волокна для одягу і автомобільного інтер'єру). Новаторські винаходи пропонують меншу залежність від вичерпаного палива й зниження впливу на навколишнє середовище [8].

Особливим видом одягу, до якого висуваються важливі вимоги, є нижня білизна. Термобілизна, або функціональна нижня білизна – особлива нижня білизна, що зберігає тепло і/або відводить вологу з поверхні тіла. При невеликій вазі за збереженням тепла вона еквівалентна двом і більше шарам традиційного одягу.

Вона відводить вологу від тіла (або в атмосферу, або в зовнішні шари одягу), що знижує тепловитрати організму в холодну погоду і додає відчуття комфорту. Серії білизни підвищеної товщини, окрім відведення води, мають достатні теплоізоляційні властивості, що дозволяє їх використовувати як светри. Термобілизна може бути призначена для активних спецоперацій на відкритому повітрі, в несприятливих погодних умовах і просто для повсякденного носіння.

Білизна виконує кілька функцій – гріє, відводить вологу або одне й друге відразу. При фізичній роботі шкіра людини виділяє достатньо велику кількість вологи, яка, накопичуючись у тканині звичайної білизни, різко знижує його теплоізоляційні властивості. На зігрівання і випаровування цієї вологи витрачається додаткова енергія. Наприклад, поліпропілен абсолютно не вбирає воду, і людина не витрачає енергію на зігрівання цієї води. Вона швидко стікає і білизна висихає за лічені хвилини навіть на тілі без відчуття дискомфорту.

Властивості термобілизни залежать від п'яти складових: склад тканини, плетіння волокна, плетіння тканини, тип обробки, крій та якість пошиття.

Для відведення вологи використовуються синтетичні матеріали: поліпропілен, мікрофібру, поліестер, лайкру, фліс, кулдрай, лайкру 3D. Функціональна білизна може бути зроблена з поліефіру (лавсан), поліпропілену, вовни, бавовни

або їх поєднання. За допомогою сучасних технологій нитка робиться з двох матеріалів, один із яких потім витравлюється. Тканина з такої пряжі має складну внутрішню структуру, яка добре вбирає і віддає вологу. Для збереження тепла застосовуються особливі види ткацтва, і тканина утримує повітря. До білизни, призначеної для щоденного носіння, додають вовну, кашемір, бавовну, але ці матеріали зменшують здатність білизни відводити вологу, зате білизна стає м'якшою й більш комфортною для тіла. Однак бавовна занадто добре вбирає вологу й утримує її біля тіла, що створює відчуття дискомфорту та перешкоджає терморегуляції. Вовна краще бавовни, але все ж промокає, через що мокра вовна стає важчою та холоднішою [9].

Модифікований поліпропілен на сьогодні найвдаліший матеріал для білизни – він має гарні гідрофобні властивості. У порівнянні з вовною, він має практично нульове поглинання й тому краще за все відводить рідину і залишається теплим та легким у вологих умовах. Оскільки плетіння подібної тканини вельми нещільне, її поверхня покрита мережею пор, через які вільно відводяться випаровування тіла. Недоліком поліпропілену є те, що він вбирає запахи тіла, скачується (утворюючи маленькі кульки-пілі на поверхні тканини) і плавиться під час сушіння в сушильній машині або поруч з багаттям, викликаючи різкий запах паленої пластмаси. Тому поліестер, який менше скачується і пропонує кращі показники опору до високої температури, заміняє поліпропілен. Але навіть поліестер не забезпечує комфортних умов для шкіри в теплу погоду в порівнянні з сухою бавовною.

Також можна “розчесати” матеріал. Зроблений з мікрОВОлокна, волохатий з одного боку, можна носити виріб з такої тканини ворсистю стороною до тіла. При цьому зовнішня поверхня тканини буде покрита безліччю пор, які збільшують площу випаровування. Матеріал Polartec, PowerDry, компанії Malden Mills – чудовий приклад подібної будови тканини. Завдяки особливому плетінню волокон Polartec® Power Dry® висихає у 2 рази швидше натуральної бавовни.

Інший варіант мікрОВОлокна матеріалу для термобілизни – Coolmax. Поліефірне волокно особливої конструкції, розроблене фірмою Invista (DuPont), з чотирижильною ниткою, забезпечує розтягнення зовнішньої поверхні. Волокно має площу поверхні на 20 % більшу ніж волокно круглого перетину, і має підвищені капілярні властивості. Ця унікальна структура вбирає вологу, що виділяється тілом, набагато швидше, і відразу переносить її на зовнішню поверхню одягу, де вона відразу випаровується. Для екстремальних низьких температур, крім завдання терморегуляції і відведення вологи від тіла, термобілизна також має виконувати функцію теплоізоляції. Зазвичай матеріали для теплої натільної білизни теж мають двосторонню конструкцію. При цьому дуже теплий внутрішній ворс не тільки добре вбирає вологу від тіла і переносить її назовні, але й утримує шар теплого повітря навколо тіла. А міцна зовнішня поверхня добре випаровує вологу назовні. Так, наприклад, влаштований матеріал Polartec PowerStretch. Щоб захистити зовнішню поверхню від скочування і появи затягувань, до складу тканини додані міцні волокна нейлону. Практично всі сучасні тканини для термобілизни виготовлені з мікрОВОлокна. Оскільки термобілизна перебуває в безпосередньому контакті зі шкірою, бажано щоб тканина була оброблена антибактеріальними просоченнями. На тлі звичайних просочень виділяється волокно TG900. Гранули з антибактеріальним складом включені у структуру волокна і

забезпечують більш тривалу дію. Але, на жаль, всі ці склади не дуже довговічні і після 2–5 прання вимиваються [10].

Повертаючись до розгляду сучасного матеріалу з поліефіру, слід зазначити, що науково-технічним підрозділом підприємства Malden Mills, який є виробником оригінального матеріалу Polartec, було розроблено інноваційний матеріал Polarfleese® (“Полярна вовна”), що набув унікальної комбінації змішаних поліефірних волокон. Тканина поглинала вологу тіла людини, але на диво добре зберігала тепло. “Поларфліс” згодом перейменована в “Полартек”. До того ж “Полартек” є одним із перших прикладів екологічного виробництва, оскільки виготовлявся переважно із вдруге перероблених поліестерових тканин та з пластикових пляшок. Компанія знайшла спосіб економічно доцільного використання вторинних матеріалів.

У 2011 році Polartec запустив виробництво водонепроникних дихаючих тканин під назвою Polartec NeoShell. Відмінною особливістю POLARTEC NeoShell є високий рівень проникності повітря. Всі тканини компанії Polartec виробляються з 100 % поліефіру [11].

Сьогодні легше, ніж будь-коли працівникам правоохоронних органів обирати одяг, щоб виглядати професійно й перебувати в комфортних умовах, виконуючи свої службові обов’язки. Завдяки такій різноманітності матеріалів істотно розширюється асортимент одягу однострою.

Враховуються також тривалість та умови експлуатації виробів форменого одягу, сучасні тканини повністю відповідають вимогам, які до них пред’являються, ефективно поєднуючи переваги натуральних і хімічних волокон, а також застосовуючи інноваційні засоби обробки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Супрун Н.П. Конфекціювання матеріалів для одягу / Н.П.Супрун, Л.В. Орленко, Е.П. Дрегуляс та ін. – К. : “Знання”, 2005. – 160 с.
2. Кукин Г.Н. Текстильное материаловедение (текстильные полотна и изделия) : учеб. для вузов / Г.Н. Кукин. – М. : Легпромбытиздат, 2010. – 272 с.
3. Polygiene, SWEDEN [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://polygiene.com/how-it-works/>.
4. CORDURA, USA [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.cordura.com/en/fabric-technology/index.html>.
5. Polizei & Militär, Switzerland [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.schoeller-textiles.com/de/textilien/polizei-Militaer>.
6. Patents USA [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://patents.google.com/>.
7. GORE-TEX® Fabrics [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.gore.com/products/categories/fabrics?view=gore-military-fabrics>.
8. Fabrics, Fibers, and Nonwovens – Engineered for Performance , USA [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.dupont.com/products-and-services/fabrics-fibers-nonwovens.html>.
9. Термобелье: свойства и материалы. Выбор термобелья, производители термобелья. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://traveller.com.ua/info/odezhda/termobel.htm>.
10. Что нужно знать о термобелье [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.avp.travel.ru/snar/snar_termobel'e.htm.
11. Polartec® fabric technologies, USA [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://polartec.com/products>.

Отримано 13.01.2017

Рецензент Марченко О.С., к.т.н.