УДК.687.17:620.17 https://doi.org/ 10.35546/kntu2078-4481.2019.4.10

Н.П. СУПРУН
Київський національний університет технологій та дизайну
ORCID: 0000-0002-3937-8399
Н.Ф. ГАВРУСЕНКО
Київський національний університет технологій та дизайну
І.О. ІВАНОВ
Київський національний університет технологій та дизайну
Т.В. ШАТИЛО
Київський національний університет технологій та дизайну

ГІГІЄНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ІННОВАЦІЙНИХ ТРИКОТАЖНИХ ПОЛОТЕН

Розширення асортименту інноваційних трикотажних полотен та використання їх у військовому обмундируванні Збройних сил України, робить актуальним питання визначення властивостей, які забезпечують термофізіологічний комфорт при експлуатації. У роботі наводяться результати дослідження і порівняльного аналізу гігієнічних властивостей трикотажних полотен для сорочок «поло», які з 2018 року входять в комплект сучасної української воєнної форми. В якості об'єктів дослідження обрано 5 зразків трикотажних полотен комбінованого переплетення типу «піке» різних фірм-виробників. До складу полотен, крім бавовняних, входять ультратонкі поліпропіленові або поліамідні волокна. Досліджувалось також полотно, виготовлене із волокон Coolpass. Встановлено, що всі полотна за більшістю показників, які визначають гігієнічні властивості матеріалів, відповідають нормативам діючих технічних умов і можуть бути рекомендовані для виготовлення військових сорочок «поло». Високі значення коефіцієнту повітропроникності (490–580 дм^3/м^{2}с) свідчать про спроможність досліджуваних полотен забезпечити у виробах хороший повітрообмін між підодяговим простором і навколишнім середовищем, що зумовить комфортність при експлуатації в літній період року. Наявність в структурі полотен ультратонких гідрофобних волокон визначає їх високі вологотранспортні властивості та вологоємність. Найвищій показник капілярності має зразок полотна, виготовлений із волокон Coolpass, що пов'язано з їх специфічною структурою. Враховуючи особливості умов експлуатації виробів даного асортименту, в якості одного із факторів, що зумовлює комфортність, запропоновано використовувати час висихання. Встановлено, що за більшістю показників якості оптимальні фізіолого-гігієнічні властивості мають трикотажні полотна, виготовлені із волокон Coolpass.

Ключові слова: трикотажні полотна, гігієнічні властивості, комфортність, волокна Coolpass.

Н.П. СУПРУН
Киевский национальный университет технологий и дизайна
ORCID: 0000-0002-3937-8399
Н.Ф. ГАВРУСЕНКО
Киевский национальный университет технологий и дизайна
И.О. ИВАНОВ
Киевский национальный университет технологий и дизайна
Т.В. ШАТИЛО
Киевский национальный университет технологий и дизайна

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИННОВАЦИОННЫХ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН

Расширение ассортимента инновационных трикотажных полотен и использование в военном обмундировании Вооруженных сил Украины, делает актуальным вопрос определения их свойств, которые обеспечивают термофизиологический комфорт при эксплуатации. В работе приводятся результаты исследования и сравнительного анализа гигиенических свойств трикотажных полотен для рубашек «поло», которые с 2018 года входят в комплект современной украинской военной формы. В качестве объектов исследования выбраны 5 образцов трикотажных полотен комбинированного переплетения типа «пике» различных фирм-производителей. В состав полотен, кроме хлопчатобумажных, входят ультратонкие полипропиленовые или полиамидные волокна. Исследовалось также полотно, изготовленное из волокон Coolpass. Установлено, что все полотна по большинству показателей, которые определяют гигиенические свойства материалов, соответствуют нормативам действующих технических условий и могут быть рекомендованы для изготовления военных рубашек «поло». Высокие значения коэффициента воздухопроницаемости (490-580 дм^3/м^{2}с) свидетельствуют о

способности исследуемых полотен обеспечить в изделиях хороший воздухообмен между пододежным пространством и окружающей средой, что обусловит комфортность при эксплуатации в летний период года. Наличие в структуре полотен ультратонких гидрофобных волокон определяет их высокие влаготранспортные свойства и влагоемкость. Самый высокий показатель капиллярности имеет образец полотна, изготовленный из волокон Coolpass, что связано с их специфической структурой. Учитывая особенности условий эксплуатации изделий данного ассортимента, в качестве одного из факторов, обеспечивающих комфортность, предложено использовать время высыхания. Установлено, что по большинству показателей качества, оптимальные физиолого-гигиенические свойства имеют трикотажные полотна, изготовленные из волокон Coolpass.

Ключевые слова: трикотажные полотна, гигиенические свойства, комфортность, волокна Coolpass.

N.P. SUPRUN
Kyiv National University of Technologies and Design
ORCID: 0000-0002-3937-8399
N.F. HAVRUSENKO
Kyiv National University of Technologies and Design
I.I. IVANOV
Kyiv National University of Technologies and Design
T.V. SHATILO
Kyiv National University of Technologies and Design

HYGIENIC PROPERTIES OF INNOVATIVE KNITTED FABRICS

The increasing of the range of innovative knitted fabrics and their use in the Armed Forces of Ukraine military uniforms , makes it relevant to determine their properties that provide thermophysiological comfort during use. The article presents the results of a study and comparative analysis of the hygienic properties of knitted fabrics for polo shirts, which, since 2018, have been included in the set of the modern Ukrainian military uniform. As the objects of study, 5 samples of knitted fabrics of combined weaving of the "pique" type from various manufacturing firms were used. The composition of the knitted fabrics, in addition to cotton, includes ultra-thin polypropylene or polyamide fibers. We also investigated samples, made of Coolpass fibers. It has been established that all investigated knitted fabrics comply with current specifications of technical standards that determine the hygienic properties of materials and can be recommended for the manufacture of military polo shirts. High values (490-580 dm^3/m^2s) of the coefficient of air permeability indicate the ability of the studied fabrics to provide good air exchange between the clothing underwear and the environment, which will make it comfortable for use in the summer season. The presence of ultrathin hydrophobic fibers in the structure of knitted fabrics insures their high moisture transport properties and moisture absorption. The highest capillarity rate has a sample made of Coolpass fibers, due to their specific structure. Taking into account the specifics of the conditions of use of these assortment products, it was proposed to use drying time as one of the factors that ensures comfort. It has been established that for most quality indicators, the optimal physiological and hygienic properties have knitted fabric made from Coolpass fibers.

Keywords: knitted fabrics, hygienic properties, comfort, Coolpass fibers.

Постановка проблеми

Військова форма одягу являє собою складний асортимент виробів, до якого висувається комплекс вимог, пов'язаних із функціональним призначенням. З метою покращення речового забезпечення у Головному управлінні розвитку та супроводження матеріального забезпечення Збройних Сил України був прийнятий наказ Міністерства оборони України [1]. Одяг військовослужбовця має сприяти високій боєздатності, бути зручним, надійним і максимально комфортним та відповідати всім вимогам експлуатації в найжорсткіших умовах. Модернізація військової форми України проходить з 2014 року. Міністерство оборони України послідовно працює над вдосконаленням форми військовослужбовців і розробкою технічної документації на нові предмети військової форми одягу. Вітчизняна військова форма одягу продовжує вдосконалюватися у відповідності до вимог сучасного бою, появою інноваційних матеріалів з покращеними функціональними властивостями. У військовослужбовців з'явилися нові сучасні предмети польового одягу, які можна комбінувати, виходячи з кліматичних умов і поставлених завдань. Всі типи текстильних матеріалів для виготовлення форменого одягу військовослужбовців Збройних сил, інших військових формувань та правоохоронних органів України повинні бути виготовлені відповідно до вимог чинних нормативних документів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Нова військова форма в нашій країні була випущена нещодавно, що викликає необхідність оцінки показників якості різних видів матеріалів для її виготовлення. Дослідженням асортименту та

властивостей матеріалів сучасного одягу військового призначення останнім часом займалися багато вітчизняних науковців [2-8]. Встановлено, що використання різноманітних за будовою і властивостями текстильних матеріалів, а також їх обґрунтоване компонування в пакети дозволяє забезпечити одягу необхідні показники гігієнічності, термостійкості, атмосферостійкості, захисту від діючих шкідливих речовин тощо.

У 2018 році вперше в історії українського війська в систему бойової уніформи було введено новий предмет одягу – трикотажну сорочку-поло (рис.1), яка складається з відкладного коміра, пілки з верхньою застібкою на три ґудзики, спинки, коротких вшивних рукавів, може мати нагрудну кишеню і текстильні застібки для кріплення відомчих знаків розрізнення.

а **б**

Рис. 1. Технічний рисунок (а) та зовнішній вигляд (б) сорочки «поло» військового призначення

Чинними Правилами носіння військової форми одягу військовослужбовцями Збройних Сил України, що затверджені наказом № 606-2017 р., передбачено, що сорочка-поло (рис.1, а), зразок якої визначений наказом Міноборони від 18.07.2017 № 370, виготовляється із трикотажних полотен захисного, оливкового, чорного, темно-синього або білого кольору і носиться з польовою формою одягу в пунктах постійної дислокації при зовнішній температурі 25˚ С і вище. Це, вочевидь, передбачає високі фізіолого-гігієнічні властивості матеріалів для її виготовлення. Матеріали для виготовлення сорочок «поло» повинні відповідати за фізико-механічними та фізико-хімічними показниками вимогам, встановленим Міністерством оборони, відображеними у відповідних нормативних документах [9]. В діючих технічних вимогах до військових сорочок-поло допускається, що для покращення експлуатаційних властивостей до сировинного складу бавовняного трикотажного полотна можуть бути введені у кількості 13±3% волокна поліпропілену. Згідно технічних вимог, військові сорочки-поло можуть бути також виготовлені із 100% поліефірного волокна типу Coolpass.

Основною функцією трикотажних виробів у військовому обмундируванні є забезпечення комфортного функціонування шкірних покривів і регуляція теплообміну організму завдяки своєчасній евакуації з підодягового простору продуктів метаболізму тіла людини. Для комфортного самопочуття бійця матеріали виробів, які безпосередньо контактують з шкірою, мають якомога довший час залишатися сухими на дотик, забезпечуючи передачу вологи у формі чутливої та нечутливої перспірації від тіла до навколишнього середовища. Якщо ці матеріали мають незадовільні значення вологопоглинання та вологопровідності, може створюватися буферний шар, так званий «капкан з вологи», який зумовлює значний дискомфорт. До фізичних процесів, що забезпечують транспорт вологи у вигляді пару і рідини при експлуатації виробів, відносять дифузію, капілярність і сорбцію.

Для виготовлення сорочок «поло» військового асортименту використовуються трикотажні полотна різних виробників. Традиційно вважається, що найкращі гігієнічні властивості мають полотна, отримані із пряжі, виробленої із натуральних волокон. Між тим, за останнє десятиріччя різними фірмами-виробниками були створені текстильні полотна на базі синтетичних волокон, які за рахунок наданої специфічної структури забезпечують не гірші, а в багатьох випадках, і кращі вологопровідні властивості [11-15]. Це досягається використанням ультратонких волокон (microfiber), зміною форми поперечного перерізу волокон та іншими технологічними прийомами, за допомогою яких значно підвищуються капілярні властивості. До таких матеріалів відносяться трикотажні полотна на базі волокон Coolpass, які широко використовуються у виробництві сучасного спортивного одягу та одягу різних силових структур. Coolpass виробники позиціонують [14] як високофункціональне волокно, що створює ефект охолодження завдяки Х-подібному поперечному перерізу із зовнішніми каналами, наявність яких сприяє миттєвому відведенню вологи від шкіри назовні, що дозволяє знизити нагрівання тіла при високій фізичній активності. Ці волокна є гідрофобними і не вбирають вологу, але за рахунок модифікації поперечного перерізу сприяють її швидкому транспорту від шкіри до зовнішнього шару полотна. Трикотажні вироби з

волокон Coolpass м'які на дотик, зручні і комфортні в експлуатації, забезпечують приємне відчуття прохолоди у спеку, не прилипають до тіла, формостійкі, не вбирають запах поту.

Формулювання мети дослідження

Метою роботи є визначення впливу сировинного складу та характеристик структури трикотажних полотен, призначених для виготовлення сорочок типу «поло», які входять до бойового обмундирування військовослужбовців Збройних Сил України, на їх гігієнічні властивості і встановлення відповідності показників якості обраних зразків вимогам діючих технічних умов.

Викладення основного матеріалу дослідження

На ринку України для виготовлення форменого одягу реалізуються трикотажні полотна різних виробників. Зважаючи на те, що до цих матеріалів у виробах військового призначення висуваються жорсткі вимоги щодо здатності забезпечувати необхідні ергономічні властивості, вагомою складовою їх обґрунтованого вибору є порівняльний аналіз гігієнічних властивостей. В якості об'єктів дослідження обрано 5 зразків трикотажних полотен різного сировинного складу комбінованого переплетення типу «піке», які вважаються перспективними для впровадження у розробку військової форми України. Характеристики структури та мікрофотографії лицьового і зворотнього боку полотен зі збільшенням у 3,5 рази, наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристики структури трикотажних полотен

№ зразка	Вміст складників сировинного складу, %, колір, країна - виробник	Поверхнева густина, г/м^2	Товщина, мм	Мікро-фотографія лицевої сторони	Мікро-фотографія зворотної сторони
1	Бавовна - 87 %, ВПА - 13 % Оливковий, Китай	158,0	0,58		
2	ПЕ - 100% (тип Coolpass) Темно-синій, Китай	210,0	0,74		
3	Бавовна - 87 % ВПП - 13% Оливковий, Україна	164,0	0,56		
4	Бавовна - 87%, ВПП - 13% Темно-синій, Хорватія	184,0	0,64		
5	Бавовна - 87%, ВПП - 13% Оливковий, Словакія	167,0	0,61		

В усіх зразках, крім №2, футеровані нитки складаються із синтетичних гідрофобних волокон (поліамідних в зразку №1 та поліпропіленових – в зразках №3-5), ґрунтові нитки складаються із 100% бавовняних волокон. В зразку №4, згідно даним виробника, використані ґрунтові поліпропіленові нитки з наданими антибактеріальними властивостями. Як свідчать наведені мікрофотографії (табл.1), фактури лицьового та зворотного боків трикотажних полотен суттєво відрізняються, причому функціональні гідрофобні мікроволокна виведені для транспортування вологи саме на зворотній бік.

Визначення показників гігроскопічності, водопоглинання, повітро- і паро проникності, питомого електричного опору проводилося за стандартизованими методиками на обладнанні лабораторії «Текстиль-ТЕСТ». Отримані експериментальні дані наведені в табл. 2.

Як свідчать отримані дані, полотна із вмістом 87% бавовни та 13% ультратонких синтетичних волокон мають достатньо високу здатність до поглинання вологи із оточуючого середовища, але зразки №3-5, для сировинного вмісту яких гігроскопічність нормується в межах не менше 10% (табл. 3), за цим показником не відповідають встановленим [9,10] вимогам. Полотно із волокон Coolpass (зразок №2) має

значення гігроскопічності близько 3%, але для такого сировинного складу цей показник для військових сорочок «поло» не нормується (табл. 3).

Таблиця 2

Гігієнічні показники якості досліджуваних трикотажних полотен для сорочки «поло» військового призначення

№ зразка	Сировинний склад	Гігроскопічність, %	Водопоглинання, %	Час висихання, хв	Капілярність, мм	Коеф. повітропроникності, $дм^3/(м^2с)$	Коеф. паропроникності, $мг/см^2*год$
1	Бавовна – 87%, ВПА - 13%	17,4	422	30	94	487	10,6
2	ПЕ - 100% (тип Coolpass)	3,2	287	15	210	575	11,6
3	Бавовна – 87, ВПП - 13%	4,9	341	30	141	519	9,4
4	Бавовна - 87%, ВПП - 13%	7,7	382	30	159	513	10,3
5	Бавовна - 87%, ВПП - 13%	7,5	351	30	175	491	9,8

Високі значення коефіцієнту повітропроникності свідчать про спроможність досліджуваних полотен забезпечити у виробах хороший повітрообмін між підодяговим простором і навколишнім середовищем, що зумовить комфортність при експлуатації в літній період року. В найбільшому ступеню ця властивість притаманна полотнам із волокна Coolpass. Показники капілярності та водопоглинання не нормуються для виробів військового призначення, але вони є відображенням здатності матеріалів транспортувати вологу і значною мірою характеризують їх гігієнічність. Найвищий показник капілярності має зразок полотна №2, що, безумовно, пов'язано із специфічною структурою волокон Coolpass, з яких його виготовлено. Всі інші досліджені полотна також відрізняються високою здатністю до транспорту крапельно-рідкої вологи повздовжніми капілярами завдяки капілярним ефектам, зумовленим наявністю ультратонких гідрофобних мікроволокон.

Таблиця 3

Вимоги до основного матеріалу сорочок типу «поло»

Назва показника, одиниця виміру	За технічними умовами [9]	За технічними умовами [10]	Нормативний документ на визначення показника
Вміст складників сировинного складу, %	бавовна - 87±3 поліпропілен - 13±3	ПЕ - 100	ДСТУ 4057-2001
Поверхнева густина, $г/м^2$	160±15	210±20	ГОСТ 8847-85 (ДСТУ EN 12127:2009)
Коефіцієнт повітропроникності, дм3 ($м^2с$) при тиску 49 Па	не менше 150	не менше 350	ГОСТ 12088-77
Повітропроникність при тиску 100 Па, мм/с	не менше 300	>1000	ДСТУ ISO 9237-2003
Гігроскопічність, %	не менше 10	-	ДСТУ ГОСТ 3816:2009
Вологість, %	не більше 7	-	ГОСТ 8845-87
Ступінь тривкості пофарбування до фізико-хімічних впливів, бали:	міцна група тривкості пофарбування ГОСТ 2351-88		ГОСТ 9733.0-83 (ДСТУ ГОСТ ИСО 105-А01:2004; ДСТУ ISO 105-А02:2005)
до дії світла	не менше 4	не менше 4	ГОСТ 9733.3-83

Яскраво проявляється наявність мікроволокон в структурі полотен також на їх здатності утримувати в своїй структурі вологу – на значеннях показника водопоглинання, величини якого коливаються від 94 до 422%. Важливим представляється той факт, що, оскільки саме гідрофобні волокна виведені в полотнах на виворотній бік, який контактує із спітнілим тілом, навіть при значному намоканні сорочки залишаються сухими на дотик із шкірою. Доволі високою є також здатність досліджених трикотажних полотен пропускати пари вологи, які характеризуються показником паропроникності.

Враховуючи специфіку використання виробів з досліджуваних матеріалів, вагомою складовою забезпечення комфортності є час висихання, який визначався за кривими кінетики висихання проб при

температурі = 36 ± 2^0С (температура тіла людини) до досягнення пробою постійної маси. За цим показником полотно, виготовлене із волокон Coolpass (зразок №2), вдвічі перевершує всі інші досліджувані в роботі матеріали.

Висновки

Проведені дослідження засвідчили високий рівень гігієнічних властивостей трикотажних полотен, що дозволяє їх рекомендувати для виготовлення сорочок-поло військового призначення. За всіма показниками, крім гігроскопічності, всі досліджені волокна відповідають вимогам діючих нормативів. Найбільш високі показники якості, що забезпечують термофізіологічний комфорт при експлуатації, має трикотажне полотно переплетення типу «піке», виготовлене із волокон Coolpass.

Список використаної літератури

1. Офіційний сайт Верховної Ради України [Електронний ресурс]: Наказ Міністерства оборони України від 03.03.2018 №95 «Про затвердження Змін до Норм забезпечення речовим майном військовослужбовців Збройних Сил України в мирний час та особливий період та Змін до Інструкції про організацію речового забезпечення військовослужбовців Збройних Сил України в мирний час та особливий період». – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1502-17. – Назва з екрану.
2. Рудковський О.М., Федоренко В.В., Черненко А.Д., Оборнєв С.І. Проблеми розвитку бойового екіпірування солдата як єдиного комплекту для збройних сил України. Військова академія (м. Одеса). Збірник наукових праць. 2016. № 2 (6). С.50-59.
3. Герасимов В.В. Визначення екологічних показників військового одягу з урахуванням вимог міжнародних стандартів / Герасимов В.В., Легенька Л.В., Марійчук Р.Т. // Вісник УжНУ. Серія Хімія. - 2009. - Вип. 22. - с. 148- 152.
4. Черненко А.Д. Основні принципи комплексної оцінки текстильних матеріалів для військової форми в аспекті функціонального призначення й зменшення бюджетних витрат /Черненко А.Д., Ванкевич П.І., Чернозубенко О.В., Салата І.З., Іваник Є.Г., Ільків І.М., Оборнєв С.І.// Військовотехнічний збірник. - 2016. - №15.- С. 75–80.
5. Дутка Л.І. Порівняльний аналіз значень показників якості сучасних тканин, з яких виготовляють форму для військовослужбовців / Дутка Л.І., Арабулі А.Т. // Вісник КНУТД. -2017. - №2 (23). С. 1- 11.
6. Водзінська О.І., Рижкова Д.О. Оптимізація переліку показників якості матеріалів для виготовлення сорочок бойових для військовослужбовців // Вісник ХНТУ. – 2016. – № 4(59). – С.67-75.
7. Токар Г.М. Аналіз асортименту матеріалів для виготовлення розвантажувальних жилетів/ Токар Г.М., Остапенко Н.В., Колосніченко О В., Власенко Ю.В. // International Academy Journal. - 2018. – Р. 15- 19.
8. Супрун Н.П., Шатило Т.В., Остапенко Н.В., Гаврусенко Н.Ф. Порівняльний аналіз гігієнічних властивостей флісових полотен для військової форми в аспекті їх функціонального призначення // Вісник КНУТД. №2. – 2019.- (132). - С. 99-107.
9. Офіційний сайт Міністерства Оборони України [Електронний ресурс]: Технічний опис «Сорочка-поло» від 15.06.2018 р. – Режим доступу: http://www.mil.gov.ua/content/ddz/to_sor.pdf. – Назва з екрану.
10. Офіційний сайт Національної Гвардії України [Електронний ресурс]: Технічні вимоги «Фуфайка поло» спеціальна від 16.04.2018 р. – Режим доступу: https://drive.google.com/file/d/1jlNwZI_iaJb6q1KpmYn8-oqplp4SNBRi/view– Назва з екрану.
11. Jhanji Y. Moisture management properties of plated knit structures with varying fiber types / Y. Jhanji, D. Gupta, V. Kothari //The Journal of The Textile Institute. – 2014. - P. 663-673. DOI: 10.1080/00405000.2014.934044
12. Wang F. Development Processes and Property Measurements of Moisture Absorption and Quick Dry Fabrics / F. Wang, X. Zhou, S. Wang // Fibres & textiles in Eastern Europe. – 2009. - V. 17, No.2 (73). - P. 46-49.
13. Jhanji Y. Moisture management properties of plated knitted structures with varying fiber types / Jhanji Y., D. Gupta, V. Kothari // The Journal of the Textile Institute. – 2015. - 106(6), P.663-673, https://doi.org/10.1080/00405000.2014.934044.
14. Azeem M. Mechanism of liquid water transport in fabrics / M. Azeem, A. Boughattas, J. Wiener, A. Havelka // Vlákna a textil (Fibres and Textiles). - 2017. - 24(2). - P.58-65.
15. Shobanasree P. An Overview on the Influence of Fabric Structural Parameters in Sports Intimate Apparels / P. Shobanasree, G. Vibha, M. Lavanya // International Conference on Information Engineering, Management and Security. – 2016. – V.01. – P.28-32.

References

1. Oficijnyj sajt Verkhovnoj Rady Ukrayiny: Nakaz Ministerstva Oborony Ukrayiny vid 03.03.2018 №95 «Pro zatverdzhennya Zmin do Norm zabezpechennya rechovym majnom viys′kovosluzhbovtsiv Zbroynykh Syl Ukrayiny v myrnyj chas ta osoblyvyj period». [Official site of the Verkhovna Rada of Ukraine: Order of the Ministry of Defense of Ukraine from 03.03.2018 No. 95 «On Approval of the Amendments to the Provision of Property of the Armed Forces of Ukraine in Peacetime and Special Period»]
2. Rudkovs′kyy O.M., Fedorenko B.V., Chernenko A.D., & Obornyev C.I. (2016). Problemy rozvytku boyovoho ekipiruvannya soldata yak yedynoho komplektu dlya zbroynykh syl Ukrayiny. Viys′kova akademiya [Problems of the development of military equipment of a soldier as a single set for the armed forces of Ukraine. Military academy]. Zbirnyk naukovykh prats′ № 2 (6), 50-59, [in Ukraine].
3. Herasymov V.V. (2009). Vyznachennya ekolohichnykh pokaznykiv viys′kovoho odyahu z urakhuvannyam vymoh mizhnarodnykh standartiv [Determination of environmental indicators of military clothing, considering the requirements of international standards]. Visnyk UzhNU. Seriya Khimiya № 22, 148-152, [in Ukraine].
4. Chernenko A.D. (2016). Osnovni pryntsypy kompleksnoyi otsinky tekstyl′nykh materialiv dlya viys′kovoyi formy v aspekti funktsional′noho pryznachennya y zmenshennya byudzhetnykh vytrat [Basic principles of the integrated valuation of textile materials for military form in terms of functional purpose in reducing budget expenditures]. Viys′kovo-tekhnichnyy zbirnyk №15, 75–80, [in Ukraine].
5. Dutka L.I. (2017). Porivnyal′nyy analiz znachen′ pokaznykiv yakosti suchasnykh tkanyn, z yakykh vyhotovlyayut′ formu dlya viys′kovosluzhbovtsiv [Comparative analysis of the values of the quality attributes of modern fabrics, of which the form is made for servicemen]. Visnyk KNUTD №2(23), 1-11, [in Ukraine].
6. Vodzinska O.I., Ryzhkova D.O. Optymizaciya pereliku pokaznykiv yakosti materialiv dlya vygotovlennya sorochok bojovykh dlya viys′kovosluzhbovtsiv [Optimization of the list of quality indicators of materials for the manufacture of combat shirts for servicemen] Visnyk HNTU. - 2016. - № 4(59)., 67-75. [in Ukraine].
7. Tokar H. M. (2018). Analiz asortymentu materialiv dlya vyhotovlennya rozvantazhuval′nykh zhyletiv [Analysis of the assortment of materials for the manufacture of unloading waistcoats]. International Academy Journal, 15- 19. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/12072018/5972.
8. Suprun N.P., Shatilo T.V., Ostaoenko N.V., Havrusenko N.F. Porivnyal`nyj analiz gigiyenichnykh vlastyvostej flisovyh polotrn dlya vujs`kovoyi formy v aspekti yikh funkcional`nogo pryznachennya [Comparative analysis of the hygienic properties of fleece cloths for military uniforms in terms of their functional purpose] // Visnyk KNUTD. №2. – 2019.- (132). - 99-107. [in Ukraine].
9. Oficijnyj sajt Ministerstva Oborony Ukrayiny: Tekhnichnyj opys «Sorochka-polo» vid 15.06.2018. – [Official site of the Ministry of Defense of Ukraine: Technical description of "Polo shirt" dated 15.06.2018.] [in Ukraine].
10. Oficijnyj sajt Nacional`noi Gvardij Ukrayiny: Tekhnichni vymogy «Fufajka polo» special`na vid 16.04.2018 p. [Official site of the National Guard of Ukraine [Electronic resource]: Technical requirements of "Polo shirt" special from 04.16.2018] [in Ukraine].
11. Jhanji Y. Moisture management properties of plated knit structures with varying fiber types / Y. Jhanji, D. Gupta, V. Kothari //The Journal of The Textile Institute. – 2014. - P. 663-673. DOI: 10.1080/00405000.2014.934044
12. Wang F. Development Processes and Property Measurements of Moisture Absorption and Quick Dry Fabrics / F. Wang, X. Zhou, S. Wang // Fibres & textiles in Eastern Europe. – 2009. - V. 17, No.2 (73). - P. 46-49.
13. Jhanji Y. Moisture management properties of plated knitted structures with varying fiber types / Jhanji Y., D. Gupta, V. Kothari // The Journal of the Textile Institute. – 2015. - 106(6), P.663-673, https://doi.org/10.1080/00405000.2014.934044.
14. Azeem M. Mechanism of liquid water transport in fabrics / M. Azeem, A. Boughattas, J. Wiener, A. Havelka // Vlákna a textil (Fibres and Textiles). -2017.- 24(2). - P.58-65.
15. Shobanasree P. An Overview on the Influence of Fabric Structural Parameters in Sports Intimate Apparels / P. Shobanasree, G. Vibha, M. Lavanya // International Conference on Information Engineering, Management and Security. – 2016. – V.01. – P.28-32.