УДК 677.075.54:616.379-008.64
DOI 10.30857/2706-5898.2022.3.3

ГАЛАВСЬКА Л.Є.[1], БОБРОВА С.Ю.1, ДМИТРЕНКО Л.А.[2],
ПРОХОРОВСЬКИЙ А.С.[3], ХАРЧЕНКО Ю.М.[2]

[1]Київський національний університет технологій та дизайну,
[2]АДВЛ «ТЕКСТИЛЬ-ТЕСТ», [3]ТОВ «РА.ДА», Україна

ТРИКОТАЖНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТЕРМОСТІЙКОЇ БІЛИЗНИ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЕКІПАЖІВ БОЙОВИХ МАШИН

Мета. *Дослідити споживні властивості трикотажного матеріалу, виробленого з вогнестійкої змішаної пряжі на основі вогнетривких метаарамідних волокон у поєднанні з негорючими віскозними.*

Методика. *Для одержання функціональних трикотажних матеріалів, що можуть бути рекомендовані у виробництві термостійкої натільної білизни, реалізовано методи аналізу й синтезу науково-технічної літератури, а також стандартизовані методи дослідження параметрів структури, зміни лінійних розмірів після прання, релаксаційних та розривних характеристик, гігроскопічності, капілярності, паро- та повітропроникності трикотажних полотен.*

Результати. *З використанням вогнестійкої пряжі на основі метаарамідних волокон у поєднанні з негорючими віскозними волокнами розроблено та виготовлено на в'язальному обладнанні 20 класу зразок трикотажного матеріалу. Розроблене трикотажне полотно пропонується для виготовлення термостійкої білизни та підшоломників військовослужбовців екіпажів бойової техніки. З метою визначення відповідності запропонованого трикотажного матеріалу вимогам, що висуваються до текстильних матеріалів зазначеної асортиментної групи, досліджено наступні показники якості: поведінку й витривалість трикотажного матеріалу до дії відкритого полум'я, а також термоусадку за температури 180±5°С, зміну лінійних розмірів після прання, гігроскопічність, паро- та повітропроникність, капілярність, релаксаційні характеристики, розривні характеристики.*

Наукова новизна. *У ході експериментальних досліджень доведено відповідність споживних характеристик розробленого зразка трикотажного матеріалу для виготовлення термостійкої білизни та підшоломників існуючим нормативним документам. Виявлено, що напрямок дії джерела полум'я впливає на характер горіння текстильного матеріалу. Одержані графічні залежності, що описують зв'язок між видовженням та навантаженням при доведенні проби до розриву. Встановлено характер підняття рідини у ході дослідження капілярності.*

Практичне значення. *Розроблено трикотажний матеріал, що рекомендується для виготовлення білизни термостійкої для військовослужбовців екіпажів бойових машин. Упровадження у промислове виробництво в Україні даного текстильного матеріалу сприятиме імпортозаміщенню у використанні матеріалів для вогнестійкої натільної білизни та в цілому дозволить підвищити рівень якості екіпірування військовослужбовців екіпажів бойової техніки.*

Ключові слова: *функціональний трикотаж, вогнестійкий трикотаж, термостійка натільна білизна, вогнестійка пряжа, стійкий до відкритого полум'я текстильний матеріал.*

KNITTED MATERIAL FOR THE MANUFACTURE OF HEAT-RESISTANT UNDERWEAR FOR THE MILITARY OF COMBAT VEHICLE CREWS

Halavska L.Ye.[1], Bobrova S.Yu.[1], Dmitrenko L.A.[2], Prokhorovskyi A.S.[3], Kharchenko Yu.M.[2]

[1]Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine, [2]Testing Laboratory of Analytical Research "Textile-TEST", Ukraine, [3]LLC "RA.DA", Ukraine

Purpose. *To investigate the consumer properties of knitted material produced from flame-retardant yarn based on flame-resistant meta-aramid fibers and meta-aramid fibers in combination with non-flammable viscose.*

Methodology. *In order to obtain functional knitted materials that can be recommended in the production of fire-resistant underwear, the methods of analysis and synthesis of scientific and technical literature, as well as standardized methods of researching the structure parameters, relaxation and breaking characteristics, hygroscopicity, capillarity, vapor and air permeability of knitted fabrics.*

Results. *Using flame-resistant yarn based on meta-aramid fibers in combination with non-flammable viscose fibers, a sample of knitted material was developed and produced on 20 gauge knitting machine. The developed knitted fabric is offered for the manufacture of heat-resistant underwear and helmet pads for military personnel of combat equipment crews. In order to determine the compliance of the proposed knitted material with the requirements for textile materials of the specified assortment group, the following quality indicators were investigated: the behavior and durability of the fabric to the action of an open flame, as well as heat shrinkage at a temperature of 180±5°C, hygroscopicity, vapor and air permeability, capillarity, relaxation characteristics, burst characteristics.*

Scientific novelty. *In the course of experimental studies, the conformity of the consumption characteristics of the developed sample of knitted material for the production of heat-resistant underwear and helmet pads was proven. It was found that the direction of action of the flame source affects the nature of the combustion of the textile material. Graphical dependences describing the relationship between elongation and load when the sample is brought to rupture are obtained. The nature of the liquid rise during the capillarity study was established.*

Practical value. *A knitted material has been developed, which is recommended for the production of functional underwear for military personnel. The introduction of this textile material into industrial production in Ukraine will contribute to import substitution in the use of materials for flame-resistant underwear and, in general, will improve the level of quality of equipment for military personnel of combat equipment crews.*

Keywords: *functional knitwear, flame-resistant knit, flame-resistant underwear, heat-resistant underwear, flame-retardant yarn, flame-resistant textile material.*

Вступ. У зв'язку з війною в Україні питання розробки технології виготовлення функціональних матеріалів для речового майна військовослужбовців стало наразі одним з головних, оскільки його вирішення сприятиме налагодженню їх вітчизняного виробництва на промислових потужностях підприємств України і тим самим забезпечуватиме зміцнення обороноздатності і безпеки держави. Як показує практика, якісні характеристики екіпірування військовослужбовців екіпажів бойових машин мають суттєвий вплив на ефективність виконання ними поставлених бойових задач та безпеку військової служби в цілому. Розробка якісних трикотажних матеріалів для виготовлення термостійкої натільної білизни та підшоломників забезпечить збереження життя та здоров'я військовослужбовців. Адже найдорожче у світі – це життя людини.

Постановка завдання. У ході виконання бойових задач військовослужбовці екіпажів бойових машин наражаються на небезпеку ураження тіла відкритим джерелом полум'я чи підвищеного теплового впливу. Тому одним із елементів комплексу бойового екіпірування військовослужбовця є термостійкі натільна білизна та підшоломники, які в умовах війни стали ефективними засобами забезпечення його мобільності та виживання при виконанні бойового завдання. Зазначені елементи екіпірування військовослужбовця бойової техніки входять до комплекту спеціального захисного одягу від підвищених теплових впливів. Вони мають бути виготовлені з нетермопластичних теплостійких текстильних матеріалів з високими температурами фазових

переходів (фізичних змін), що не плавляться, а повільно карбонізують з мінімальною усадкою [1, 2]. Наразі найбільш популярним текстильним матеріалом для виготовлення натільної білизни та підшоломників є трикотаж, оскільки характеризується достатньою розтяжністю при незначних навантаженнях. Необхідних фізико-механічних характеристик трикотажний матеріал набуває завдяки певному вибору структури переплетення та пряжі для його виробництва [3]. Тому для прийняття рішення щодо доцільності використання розробленого зразка трикотажного матеріалу слід попередньо дослідити його споживні характеристики.

Актуальність даної теми підтверджується значною кількістю робіт зарубіжних вчених. Дослідженню стійкості до дії вогню трикотажного матеріалу, виробленого з пряжі Nomex Delta TA 18 tex×2 в одну, дві, три та чотири нитки, присвячена робота [4]. Авторами досліджено час горіння трикотажного матеріалу з одиночної нитки, сформований у багатошаровий пакет та співставлено з часом горіння трикотажного полотна, одержаного з такої ж сумарної кількості ниток у процесі в'язання. Встановлено, що на час горіння впливає кількість ниток, з яких вироблено трикотажний матеріал. Але збільшення кількості ниток у заправці призводить до збільшення товщини трикотажу і відповідно до зменшення його повітропроникності. Це, у свою чергу, призводить до зниження ергономічних показників текстильного матеріалу з точки зору його використання у виготовленні функціональної натільної білизни.

Авторами роботи [5] встановлено кореляційні залежності, що описують вплив коефіцієнта наскрізної пористості, показника повітропроникності трикотажного матеріалу, виробленого з вогнетривкої пряжі Nomex Delta TA 18 tex×2, на час горіння проби. Ущільнення структури трикотажу шляхом використання пряжі більшої лінійної густини призводить до зменшення рівня повітропроникності та збільшення часу горіння текстильного матеріалу. Одержані кореляційні залежності дозволяють прогнозувати час горіння трикотажного матеріалу відповідно до його пористості.

У роботі [6] зазначено, що шляхом зміни параметрів в'язання, зокрема лінійної густини пряжі та щільності в'язання, можна досягнути бажаного результату щодо часу горіння текстильного матеріалу. Зміна зазначених параметрів призводить до зміни пористості та повітропроникності трикотажного матеріалу, що впливає на час горіння.

У ході попередніх досліджень [7] для виготовлення термозахисної білизни нами запропоновано використати двошарові структури трикотажних матеріалів, для формування шарів яких використано вогнестійку пряжу та пряжу з антибактеріальними властивостями та дезодоруючим ефектом. Досліджено фізичні властивості й вогнестійкість двошарових трикотажних матеріалів. Однак питання їх повної відповідності встановленим вимогам залишається відкритим.

Аналіз наукових праць за напрямом досліджень дозволяє зробити висновок щодо необхідності проведення досліджень не лише стійкості до дії відкритого полум'я та підвищених теплових впливів, а й інших споживних характеристик трикотажного матеріалу для подальшої його рекомендації у виготовленні функціональної термостійкої натільної білизни військовослужбовців екіпажів бойових машин.

Результати досліджень та їх обговорення. Дослідний зразок трикотажного матеріалу вироблено переплетенням інтерлок на двофонтурній круглов'язальній машині 20 класу з інтерлочним розташуванням голок у фонтурах. За рахунок вв'язування між петельними стовчиками одного ластика петельних стовпчиків іншого обране переплетення дозволило зменшити наскрізну пористість трикотажу та забезпечити кращі результати щодо вогнестійкості у порівнянні з двошаровими трикотажними матеріалами з чарункоподібною структурою одного з шарів [7]. У якості сировини обрано змішану пряжу лінійної густини 18,5 текс×2, до складу якої входять 60% вогнетривких метаарамідних волокон та 40% негорючих віскозних волокон, яка розроблена Південно-корейською корпорацією «TCK» спільно з японським концерном «TORAY Group» та за результатами санітарно-епідеміологічної експертизи про відповідність встановленим медичним критеріям безпеки людини рекомендована для виготовлення натільної білизни та підшоломників військовослужбовців, рятувальників та пожежників [8]. Одержаний трикотажний матеріал має поверхневу густину 188±5 г/м2; показники щільності по горизонталі та вертикалі відповідно 130 петельних стовпчиків та 160 петельних рядів. Товщина полотна складає 0,9 мм. Зміна лінійних розмірів після прання за температури 40ºС складає вздовж петельних рядів 2%, вздовж стовпчиків – 3%.

У ході проведених нами попередніх досліджень встановлено поведінку й витривалість розробленого трикотажного матеріалу до дії відкритого полум'я та термоусадку за температури 180±5°С [7, 9]. Термоусадка присутня тільки вздовж лінії петельного ряду і складає 2%. Витривалість розроблених зразків трикотажу до дії відкритого полум'я досліджено на лабораторній установці, що складається з пальника з газовим балоном та монтажної рами з утримувачем для закріплення експериментального зразка. У ході досліджень нами виявлено, що на характер горіння має вплив кут дії джерела полум'я. Тому було прийнято рішення у ході експерименту забезпечити не лише горизонтальний та вертикальний, а й під кутом 45° напрямок дії джерела полум'я по відношенню до трикотажної проби. У першому випадку пальник розташовували перпендикулярно вертикально закріпленій на монтажній рамі пробі. Для забезпечення вертикального напрямку дії полум'я пальник повертали в похилу робочу позицію так, щоб полум'я розділяло нижню кромку випробуваного зразка навпіл. У третьому випадку пальник розташовували до поверхні полотна під кутом 45° так, щоб полум'я потрапляло на випробуваний зразок у його центрі. Час дії полум'я становив 10 секунд. При контакті проби з полум'ям з'являвся дим, що можна пояснити наявністю у сировинному складі змішаної пряжі негорючих віскозних волокон. У разі розташування пальника горизонтально та вертикально полум'я не поширюється; проба не горить і не тліє; у місці контакту проби з полум'ям утворюється крихкий залишок; на відстані 30÷40 мм від місця контакту з полум'ям відбувається обвуглювання пряжі зі збереженням структури. При розташуванні пальника під кутом 45° полум'я також не поширюється; проба не горить і не тліє. Але у місці контакту проби з полум'ям обвуглюється пряжа лицьового шару без руйнування структури та внаслідок впливу теплової енергії частково обвуглюється виворітний шар трикотажного матеріалу. Слід відзначити той факт, що розроблений трикотажний матеріал при тривалій дії відкритого полум'я не плавиться та на повітрі не підтримує горіння. Однак під впливом відкритого полум'я відбувається карбонізація пряжі в структурі трикотажу з мінімальною усадкою полотна.

Згідно [10, 11,12] визначено гігроскопічність, паро- та повітропроникність розробленого трикотажного матеріалу, які складають відповідно: гігроскопічність розробленого трикотажного матеріалу складає 15,3% [10], паропроникність – 12,0 мг/(см2·годину) [11], повітропроникність – 1080 дм3/(м2·с) [12]. Одержані значення досліджуваних показників не перевищують нормативних, зазначених у вимогах до трикотажного полотна для виготовлення білизни термостійкої [15].

Враховуючи умови експлуатації функціональної натільної білизни пожежниками, рятувальниками та військовослужбовцями екіпажів бойової техніки, досліджено ступінь поглинання трикотажним матеріалом рідини у відповідності до ДСТУ ГОСТ 3816: 2009 [10]. Капілярну здатність встановлено як у напрямку петельних стовпчиків, так і у напрямку петельних рядів. Капілярність вздовж петельних рядів складає 187,5 мм, вздовж стовпчиків – 226,5 мм (рис. 1). Побудовані графіки (рис. 2) демонструють характер розповсюдження вологи у трикотажному матеріалі упродовж 60 хвилин.

Як видно з діаграм (рис. 1) вищий рівень підняття рідини спостерігається вздовж петельних стовпчиків, що обумовлено більшим ступенем орієнтації нитки у петлях саме у напрямку петельних стовпчиків. При цьому характер підняття рідини описується поліномом другого порядку (рис. 2) та дозволяє прогнозувати ступінь поглинання рідини розробленим трикотажним матеріалом при експлуатації виробу в умовах значних фізичних навантажень, що супроводжуються потовиділенням.

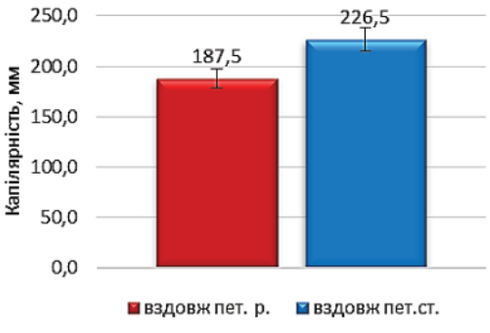


Рис. 1. ***Капілярність дослідного зразка трикотажу***

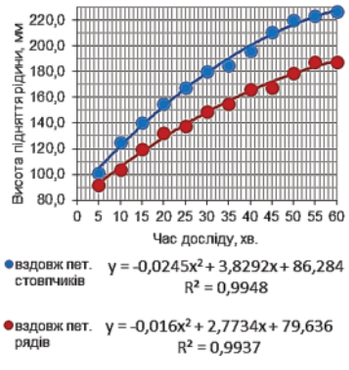


Рис. 2. ***Характер підняття рідини у дослідному зразку трикотажу***

Деформаційні характеристики розробленого трикотажного матеріалу встановлено у відповідності до [13] на релаксометрі типу «Стійка». Одержані значення деформації та релаксації деформації дозволяють дати оцінку формостабільності текстильного матеріалу (рис.5).

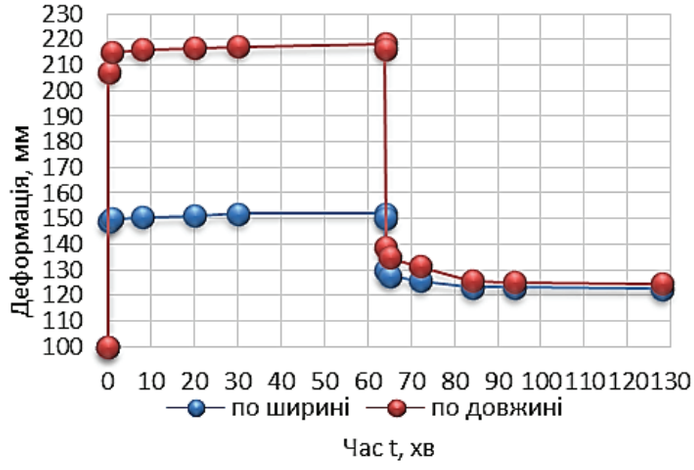


Рис. 3. ***Графіки деформації та релаксації деформації трикотажного матеріалу***

Недоліком розробленого зразка вогнестійкого трикотажу є суттєва частка залишкової деформації, яка по ширині складає понад 40%, по довжині – понад 20% (рис. 4). Для зменшення частки залишкової деформації та покращення пружних властивостей пропонується вводити в структуру інтерлочного переплетення у процесі в'язання еластомерну нитку.

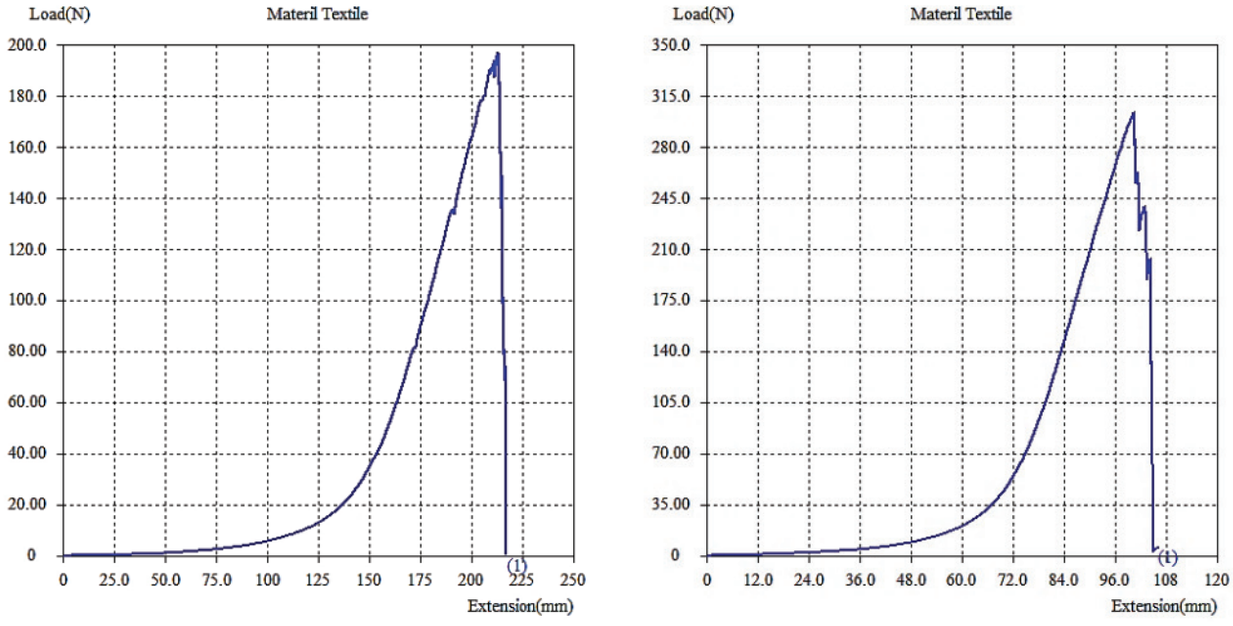
а б

Рис. 4. ***Складові частки повної деформації трикотажного матеріалу: а – по ширині; б – по довжині***

Текстильний матеріал, рекомендований для виготовлення функціональної термостійкої натільної білизни, водночас повинен забезпечити захист військовослужбовця, рятувальника чи пожежника від механічних впливів та запобігти його травмуванню внаслідок своєї надмірної міцності на розрив. Встановлені рекомендовані значення розривального навантаження текстильного матеріалу верху засобу індивідуального захисту складають по довжині та ширині не менше 450Н [14]. Тому при виборі трикотажного матеріалу для виготовлення конструктивних елементів спеціального захисного одягу, зокрема термостійкої натільної білизни, необхідно враховувати його механічні властивості: величину розривального навантаження вздовж петельних рядів та стовпчиків.

У ході досліджень на розривній машині WDW-05M з нижнім нерухомим затискачем та верхнім, що рухається зі сталою швидкістю, встановлено розривальні характеристики розробленого зразка трикотажного матеріалу як у напрямку петельних стовпчиків, так і у напрямку петельних рядів. Як видно з рис. 5, величина розривального навантаження вздовж петельного ряду (по ширині) складає 197,5Н, вздовж петельного стовпчика (по

довжині) – 303,7Н. При цьому розривальне видовження по ширині вдвічі перевищує розривальне видовження по довжині і складає відповідно 213,2% та 100,4%. Це пояснюється особливостями структуроутворення трикотажного матеріалу.



а б

Рис. 5. ***Характер деформації розриву: а – по ширині; б – по довжині***

Одержані значення величини розривального навантаження значно нижчі за рекомендовані для текстильного матеріалу верху засобів індивідуального захисту від високої температури та полум'я [14, 15]. При цьому з урахуванням того факту, що термостійка натільна білизна як конструктивний елемент спеціального захисного одягу є внутрішнім шаром пакету екіпірування, що безпосередньо контактує з тілом військовослужбовця, рятувальника чи пожежника, і під час експлуатації виробу не підлягає значним розривальним зусиллям, у технічній специфікації на білизну термостійку норма розривального зусилля вздовж петельних стовпчиків складає 120Н [16]. Таким чином, розроблений трикотажний матеріал за показником розривального зусилля відповідає встановленим вимогам до матеріалу білизни термостійкої для військовослужбовців екіпажів бойових машин.

Висновки. У ході досліджень розроблений трикотажний матеріал продемонстрував достатній рівень вогнестійкості. За показником тривкості до дії відкритого полум'я при нормі не більше 2 секунд залишкове горіння та тління дослідного зразка трикотажного матеріалу взагалі відсутнє. Трикотажне полотно не підтримує горіння, але при тривалому впливі відкритого полум'я його структура піддається фізичним змінам: пряжа не плавиться, але повільно карбонізує з мінімальною усадкою.

У комплексі бойового екіпірування натільна білизна є внутрішнім шаром, який найбільш віддалений від механічних та підвищених теплових впливів, і в першу чергу призначена для забезпечення гігієнічних властивостей виробу. Завдяки наявності у суміші змішаної пряжі крім метаарамідних ще й віскозних волокон розроблений нами трикотажний матеріал з вогнетривкої хімічної сировини за гігієнічними показниками, а саме рівнем гігроскопічності, паро- та повітропроникності не поступається трикотажному бавовняному полотну, рекомендованому у технічних умовах на виготовлення комплектів натільної та нижньої білизни [17-19] для військовослужбовців Збройних Сил України.

За показниками поверхневої густини, гігроскопічності, паро- та повітропроникності, зміни лінійних розмірів після прання, розтяжності по ширині та розривального навантаження розроблений трикотажний матеріал відповідає вимогам, зазначеним у відповідних нормативних документах [16-19] та може бути рекомендованим для виготовлення білизни термостійкої для військовослужбовців екіпажів бойових машин.

Список літературних джерел

1. Nazaré S 2008 Fire protection in military fabrics. Advances in Fire Retardant Materials 492–526.

2. Jamshaid H Mishra R & Militky J 2017 Flame-resistant pure and hybrid woven fabrics from basalt IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 254 022004.

3. Галавська Л.Є., Прохоровський А.С., Дмитренко Л.А., Швиданенко О.А. Дослідження споживних властивостей вогнестійкого трикотажу для виготовлення елементів речового майна екіпажів бойової техніки. "KyivTex&Fashion": збірник тез доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції текстильних та фешн технологій (21 жовтня 2021р.). Київ: КНУТД, 2021. С. 84-85. URL: https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/16818.

4. Mikučionienė D Baltušnikaitė J Milašius R 2011 Influence of the Number of Yarns in a Loop on the Flammability of Knits Fibres&Textiles in Eastern Europe 19 (6) 71-74.

5. Mikučionienė D et al 2012 Influence of Plain Knits Structure on Flammability and Air Permeability Fibres&Textiles in Eastern Europe 20 (5) 66-69.

6. Mikučionienė D Milašiūtė L & Milašius R 2014 Influence of Knits Structure on Flammability and Comfortability Autex Research Journal 4 226-232.

7. Halavska, L., Ielina, T., Mikučionienė, D., Milašius, R., & Bobrova, S. (2022, January). Development of knitwear for protection against increased thermal effects. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2430, No. 1, p. 030001). AIP Publishing LLC. https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/5.0077005.

8. Офіційний сайт концерну TCK Textiles Korea Inc. URL: http://www.tcktextiles.com/en/

9. ISO 15025:2016 Protective clothing – Protection against flame – Method of test for limited flame spread.

10. ДСТУ ГОСТ 3816:2009 Полотна текстильні. Методи визначення гігроскопічних і водовідштовхувальних властивостей (ИСО 811-81) Київ. Дата

References

1. Nazaré S 2008 Fire protection in military fabrics. Advances in Fire Retardant Materials 492–526.

2. Jamshaid H Mishra R & Militky J 2017 Flame-resistant pure and hybrid woven fabrics from basalt IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 254 022004.

3. Halavska L.Ye., Prokhorovskyi A.S., Shvydanenko O.A., Kotiukh M.V. Doslidzhennia spozhyvnykh vlastyvostei bilyznianoho trykotazhu z priazhi z vmistom volokon "DEO-W" [Investigation of consumer properties of linen knitwear from yarn containing fibers "DEO-W"]. Proceedings from "KyivTex & Fashion": V Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia tekstylnykh ta feshn tekhnolohii (21 zhovtnia 2021 r.) – V International Scientific and Practical Conference of Textile and Fashion Technologies (pp. 84-85). Kyiv: KNUTD. URL: https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/16818.

4. Mikučionienė D Baltušnikaitė J Milašius R 2011 Influence of the Number of Yarns in a Loop on the Flammability of Knits Fibres&Textiles in Eastern Europe 19 (6) 71-74.

5. Mikučionienė D et al 2012 Influence of Plain Knits Structure on Flammability and Air Permeability Fibres&Textiles in Eastern Europe 20 (5) 66-69.

6. Mikučionienė D Milašiūtė L & Milašius R 2014 Influence of Knits Structure on Flammability and Comfortability Autex Research Journal 4 226-232.

7. Halavska, L., Ielina, T., Mikučionienė, D., Milašius, R., & Bobrova, S. (2022, January). Development of knitwear for protection against increased thermal effects. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2430, No. 1, p. 030001). AIP Publishing LLC. URL: https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/5.0077005

8. Ofitsiinyi sait kontsernu TCK Textiles Korea Inc. URL: http://www.tcktextiles.com/en/

9. ISO 15025:2016 Protective clothing – Protection against flame – Method of test for limited flame spread.

10. DSTU ISO 9237:2003. Tekstyl. Tkanyny. Vyznachennia povitropronyknosti (ISO 9237:1995, IDT) [State Standard ISO 9237:2003. Textile. Fabrics. Determination of air permeability (ISO 9237:1995, IDT)]. Kyiv, Standartinform Publ., 2004. 12p.

введення 2009-10-12. 13с.

11. ГОСТ 30568-98. Полотна і вироби трикотажні: Метод визначення паропроникності та вологопоглинання. Київ. Дата введення 1999-07-01. 6с.

12. ДСТУ ISO 9237:2003 Текстиль. Тканини. Визначення повітропроникності (ISO 9237:1995, IDT). Київ. Дата введення 2004-07.01. 12с.

13. ГОСТ 8847-85. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках, меньше разрывных. Москва. Дата введення 1987-01-01. 21с.

14. ДСТУ EN 469:2017 Захисний одяг для пожежників. Вимоги щодо показників якості захисного одягу для пожежників (EN 469:2005; A1:2006; AC:2006, IDT).

15. ДСТУ EN ISO 11612:2018 Одяг захисний. Одяг для захисту від тепла та полум'я. Мінімальні технічні вимоги (EN ISO 11612:2015, IDT; ISO 11612:2015, IDT)

16. Білизна термостійка. Технічна специфікація ТС A01XJ.30480-371:2022(01). URL: https://www.mil.gov.ua/content/ddz/TY_2022/Biluzna_termostiyka.pdf

17. Сорочка та кальсони демісезонні. Технічні умови ТУ У 14.1-00034022-150:2016. URL: https://www.mil.gov.ua/content/tenders_2019/to_stk.pdf

18. Труси з трикотажного бавовняного кулірного полотна. Технічні умови ТУ 14.1-00034022-086:2015. URL: https://www.mil.gov.ua/content/tenders/TO_trousers.pdf

19. Фуфайка (з короткими рукавами) з трикотажного бавовняного кулірного полотна. ТУ У 14.1-00034022-081:2015. URL: https://www.mil.gov.ua/content/tenders_2019/ tu_f_ bav.pdf

11. HOST 30568-98 Polotna i vyroby trykotazhni: Metod vyznachennia paropronyknosti ta volohopohlynannia [State Standard.Polotna i vyroby trykotazhni: Metod vyznachennia paropronyknosti ta volohopohlynannia Kyiv, Standartinform Publ., 1999. 6p.

12. DSTU HOST 3816:2009 Polotna tekstylni. Metody vyznachennia hihroskopichnykh i vodovidshtovkhuvalnykh vlastyvostei (YSO 811-81) [State Standard 3816:2009.Cloths and knitwear: A method for determining vapor permeability and moisture absorption (YSO 811-81)]. Kyiv, Derzhstandart Ukrainy Standartinform Publ., 2009. 13p.

13. GOST 8847-85 Metodyi opredeleniya razryivnyih harakteristik i rastyazhimosti pri nagruzkah, menshe razryivnyih [State Standard 8847-85. Methods for determining breaking characteristics and tensile under loads, less breaking]. Kyiv, Standartinform Publ., 1986. 21p.

14. DSTU EN 469:2017 Zakhysnyi odiah dlia pozhezhnykiv. Vymohy shchodo pokaznykiv yakosti zakhysnoho odiahu dlia pozhezhnykiv (EN 469:2005; A1:2006; AC:2006, IDT)

15. DSTU EN ISO 11612:2018 Odiah zakhysnyi. Odiah dlia zakhystu vid tepla ta polum'ia. Minimalni tekhnichni vymohy (EN ISO 11612:2015, IDT; ISO 11612:2015, IDT)

16. Bilyzna termostiika. Tekhnichna spetsyfikatsiia TC A01XJ.30480-371:2022(01). URL: https://www.mil.gov.ua/content/ddz/TY_2022/Biluzna_termostiyka.pdf

17. Sorochka ta kalsony demisezonni. Tekhnichni umovy TU U 14.1-00034022-150:2016. URL: https://www.mil.gov.ua/content/tenders_2019/to_stk.pdf

18. Trusy z trykotazhnoho bavovnianoho kulirnoho polotna. Tekhnichni umovy TU 14.1-00034022-086:2015. URL: https://www.mil.gov.ua/ content/tenders/TO_trousers.pdf

19. Fufaika (z korotkymy rukavamy) z trykotazhnoho bavovnianoho kulirnoho polotna. TU U 14.1-00034022-081:2015. URL: https://www.mil.gov.ua/content/tenders_2019/tu_f_ bav.pdf