

УДК 677.075:620.17

БОБРОВА С. Ю., ГАЛАВСЬКА Л. Є., КУЛИК А. А.

Київський національний університет технологій та дизайну

ДЕФОРМАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРИКОТАЖУ ПІДВИЩЕНОЇ МІЦНОСТІ

Мета. Дослідження деформаційних характеристик полотен підвищеної міцності, виготовлених з використанням поліетиленових ниток.

Методика. У роботі використано експериментальний метод дослідження зразків трикотажу у відповідності до стандартизованих методик.

Результати. Розроблена структура трикотажу з підвищеними характеристиками міцності та стійкості до дії негативних механічних впливів та здійснено оцінку їх деформаційних характеристик. Трикотажні полотна виготовлено на двофонтурному круглов'язальному обладнанні 10 класу двошаровим кулірним переплетенням з пресовим з'єднанням шарів основною ниткою. У якості сировини обрану поліетиленову нитку торгової марки Doentrontex лінійної густини 44 текс у чистому вигляді та у комбінації з поліамідною ниткою технічного призначення лінійної густини 29 текс. З метою встановлення величини навантаження при деформації трикотажних полотен визначено показники розривального зусилля трикотажу вздовж петельних рядів та стовпчиків. Встановлено, що значна частка залишкової деформації трикотажу технічного призначення, що підлягає у ході експлуатації виробу значним механічним навантаженням, знаходиться в межах допустимих значень.

Наукова новизна полягає у дослідженні характеру деформації та релаксації деформації подвійного кулірного трикотажу підвищеної міцності, виготовленого з використанням поліетиленових ниток.

Практична цінність. Розроблені трикотажні полотна з високими показниками міцності та стійкості до механічних ушкоджень мають достатню еластичність і пружність, а також відповідний рівень залишкової деформації, що дає змогу їх рекомендувати для виготовлення різного асортименту захисних виробів від механічних небезпек.

Ключові слова: технічний трикотаж, поліетиленова нитка, поліамідна нитка, захисні вироби, трикотаж підвищеної міцності, деформаційні характеристики.

Вступ. Виробництво трикотажу технічного призначення прогресивно розвивається та поступово посідає одне з провідних місць у розвитку текстильної промисловості в цілому. Неухильно зростає попит на спеціальні текстильні матеріали з надміцних волокон та ниток. Сфера їх використання дуже різноманітна – це елементи засобів індивідуального захисту осіб військових та цивільних професій, спеціальний одяг для спортсменів, робітників різних промислових підприємств, а також як основа композиційних матеріалів для захисту різного роду техніки від механічних ушкоджень та засобів безпеки при роботі в небезпечних умовах (троси, шнури, канати) [1, 2].

Постановка завдання. Трикотаж – текстильний матеріал, що характеризується комплексом властивостей, що надають готовим виробам необхідні показники якості в залежності від виду вихідної сировини та особливостей структуроутворення – еластичність, пружність, формостійкість, товщину, розтяжність, поверхневу густину тощо [3]. Для захисних виробів, що шиються із готового трикотажного полотна, необхідно встановити не тільки показники стійкості до різних механічних небезпек, але й ще інші показники якості, що надають виробам необхідні експлуатаційні та ергономічні властивості відповідно

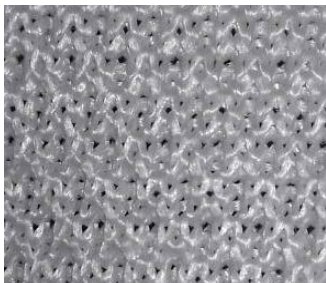
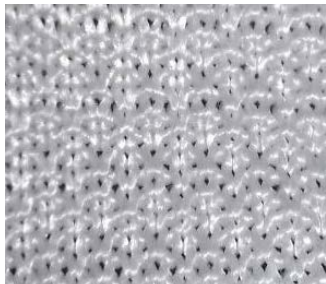
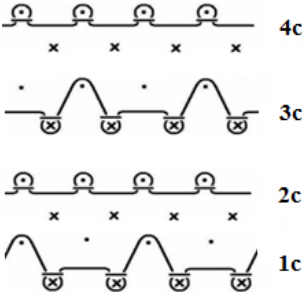
до сфери їх використання, для того, щоб спроектувати параметри готових виробів та спрогнозувати їх зручність і надійність у процесі використання.

Вимоги, що висуваються до матеріалів та виробів підвищеної міцності, залежать від їх призначення та особливостей застосування. У першу чергу, це – високі показники міцності до дії різних механічних ушкоджень – тертя, проколу, порізу, удару, роздирання, дії вогнепальної та холодної зброї. При цьому готові вироби повинні зберігати достатній рівень ергономічних властивостей та мати відповідні антропометричні параметри [4-7].

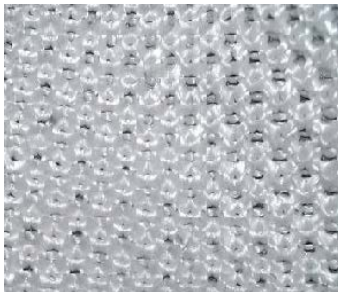
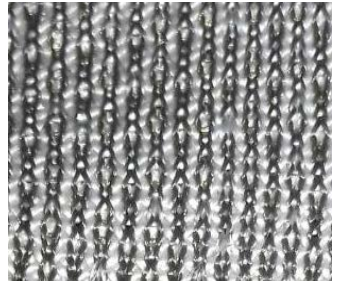
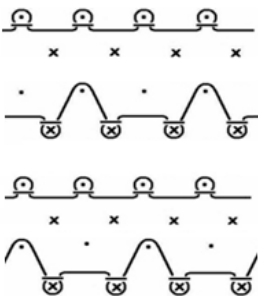
Для реалізації поставленої задачі в умовах в'язальної лабораторії КНУТД виготовлено дослідні зразки трикотажу підвищеної міцності, що можна рекомендувати для широкого асортименту захисних виробів та елементів захисту від різних механічних ушкоджень. Трикотаж вироблено на двофонтурній круглов'язальній машині 10 класу двошаровим кулірним переплетенням з пресовим з'єднанням шарів основною ниткою. У якості сировини обрано поліетиленову нитку торгової марки Doyentrontex (компанія «Beijing Tongyizhong», Китай) [8] лінійної густини 44 текс х 2 у чистому вигляді (зразок 1) та у комбінації з поліамідною ниткою технічного призначення 29 текс (зразок 2). Структуру трикотажних полотен та заправні дані для їх виготовлення наведено у табл.1.

Таблиця 1

Характеристика дослідних зразків трикотажу

№ зразка	Структура зразків трикотажних полотен	Графічний запис переплетення	Заправні дані
1	<p>лицьова сторона</p>  <p>вिवорітна сторона</p> 		<p>1, 3 системи – поліетиленова нитка (UHMWPE), 44 текс х 2 – лицьовий шар та з'єднувальні елементи;</p> <p>2, 4 системи – поліетиленова нитка (UHMWPE), 44 текс х 2 – виворітний шар</p>

Продовження таблиці 1

2	<p>лицьова сторона</p>  <p>виворітна сторона</p> 	 <p>4с</p> <p>3с</p> <p>2с</p> <p>1с</p>	<p>1, 3 системи – поліетиленова нитка (UHMWPE), 44 текс х 2 – лицьовий шар та з'єднувальні елементи;</p> <p>2, 4 системи – поліамідна нитка технічного призначення, 29 текс – виворітний шар</p>
---	---	---	--

Результати дослідження. Для оцінки деформаційних характеристик трикотажу підвищеної міцності слід попередньо встановити величину навантаження, яке за рекомендаціями повинно складати 5% від розривного. З цією метою попередньо у відповідності до стандартизованого методу [9] на розривній машині KOVO встановлено величину розривального зусилля дослідних зразків трикотажу вздовж петельних рядів та стовпчиків (рис.1).

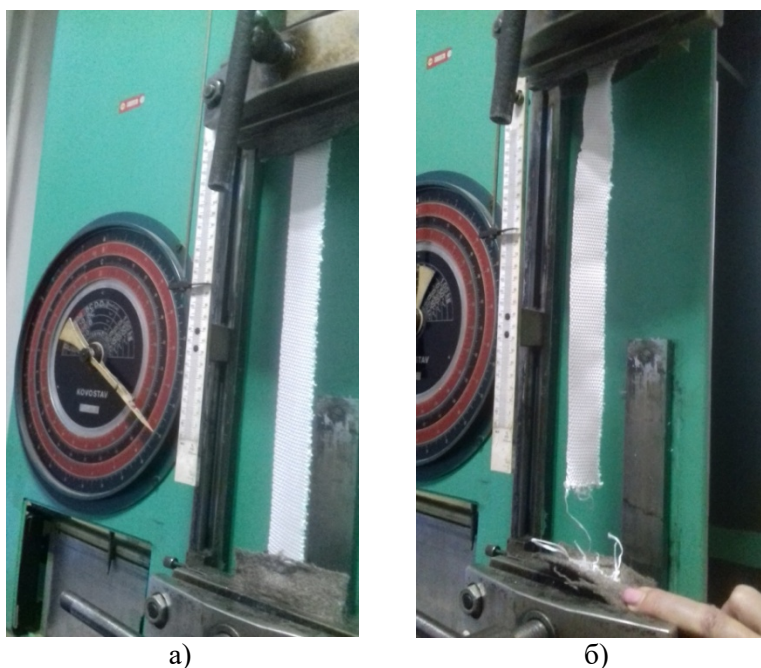


Рис. 1. Дослідження розривальних характеристик трикотажних полотен:
 а – у процесі розтягу; б – після розриву

Розривальне зусилля для першого зразка складає 2256 Н та 1962 Н, для другого – 1240 Н та 945 Н відповідно вздовж петельних рядів та стовпчиків. Представлені на рис. 2 діаграми наглядно ілюструють одержані результати величини розривального навантаження.

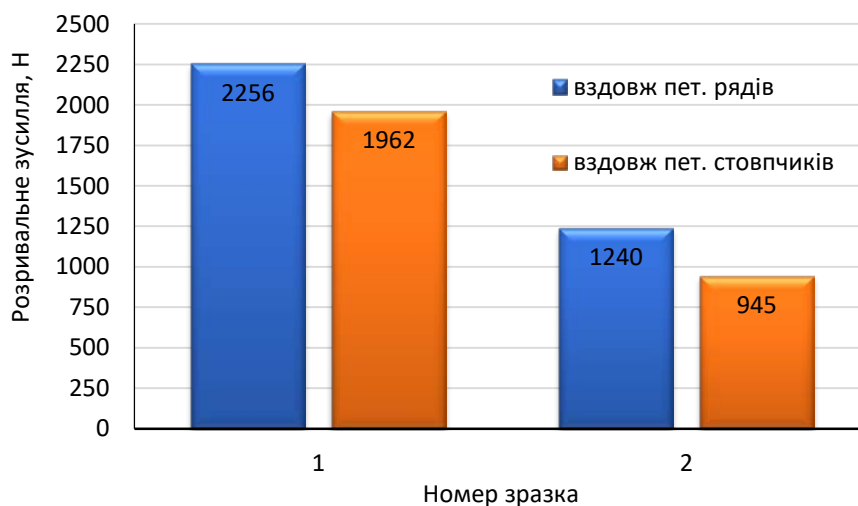


Рис. 2. Діаграми розривального навантаження дослідних зразків трикотажу

Таким чином, для даної групи трикотажних полотен за максимальним значенням розривального навантаження нами розраховано величину навантаження для визначення їх деформаційних характеристик. Отже, дослідження деформації та релаксації деформації кулірного трикотажу підвищеної міцності, виготовленого з використанням поліетиленових ниток, проведено при навантаженні 112,8 Н (за максимальним показником розривального зусилля). Одноциклові характеристики трикотажних полотен визначено при наступних параметрах: затискна довжина – 100 мм; ширина пробної смужки – 50 мм; час дії навантаження – 60 хв; час відпочинку після розвантаження – 60 хв.

Під час експлуатації текстильні матеріали піддаються навантаженню і деформації, величини яких, як правило, менше розривних. Виняток можуть складати тільки балістичні матеріали, що використовуються для високого класу захисту, проте для текстилю – це пакет із декількох десятків таких шарів, що повинні максимально протидіяти енергії удару високошвидкісної кулі.

Закономірності зміни деформаційно-напруженого стану матеріалів при зусиллях менших за розривні вивчено при проведенні випробувань трикотажних зразків при деформуванні за циклом навантаження - розвантаження - відпочинок.

Оцінка деформаційних властивостей проведена згідно стандартизованих методик у відповідності до [9, 10]. За результатами досліджень побудовано графіки зміни деформації та релаксації деформації при постійному навантаженні (рис.2)

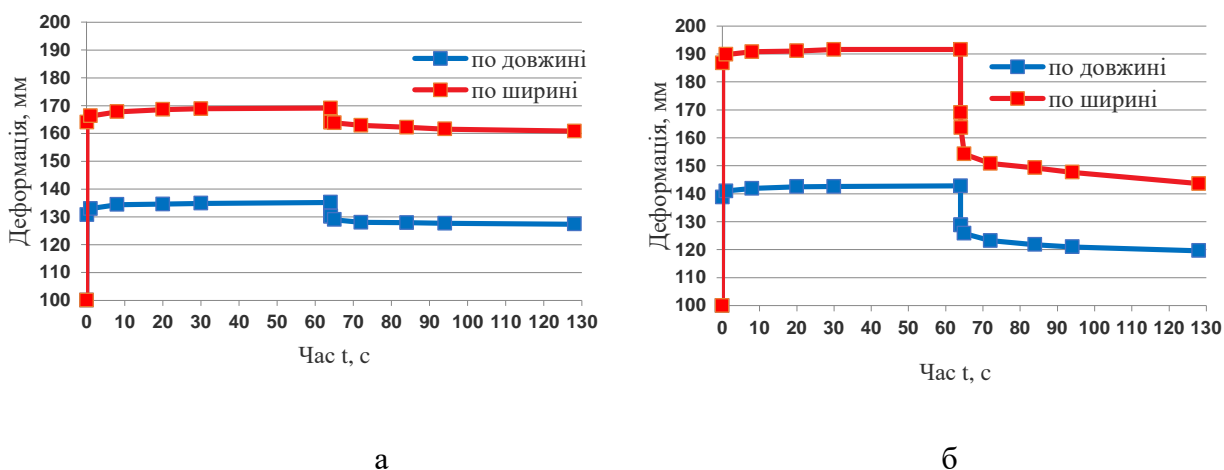


Рис. 2. Графік зміни деформації та релаксації деформації розтягу від часу:
а – зразок 1; б – зразок 2

Аналіз отриманих даних свідчить про значну частку залишкової деформації, що пояснюється низьким класом в'язального обладнання та особливостями будови поліетиленових ниток. Даний вид сировини має гладку поверхню, легко деформується та характеризується низькою жорсткістю на згин. Тому прояв пружних властивостей зігнутих у петлі відрізків нитки в структурі трикотажу мінімальний, і після деформації під дією значного зусилля навантаження полотно не повертається до попередніх розмірів. Крім того, більша частка деформації по ширині пояснюється структурою двошарового переплетення. Завдяки пресовим з'єднувальним накидам розтяжність по ширині більша ніж по довжині, а частка швидкооборотної деформації по довжині більша ніж по ширині. Більшу частку залишкової деформації по ширині ніж по довжині можна пояснити ступенем орієнтації ниток в петлях кулірного трикотажу. При прикладанні розтягуючого зусилля вздовж петельного ряду відбувається значний перерозподіл нитки з остовів у протяжки (тобто з більших відрізків зігнутої в петлю нитки до менших).

На характер деформації та релаксації деформації також впливає вид сировини виворітного шару трикотажу. Величина повної деформації по ширині дослідного зразка 2 більша на 13,6%, по довжині – на 5,9%, що зумовлено видом сировини виворітного шару трикотажу. При цьому частка залишкової деформації зразка 2 як по довжині, так і по ширині навпаки менша, а саме: по довжині більша на 5,8%, по ширині – на 11,8%. Значно більша частка залишкової деформації зразка 1 обумовлена тим, що з'єднувальні елементи двошарового трикотажу у цьому зразку сформовані з поліетиленової нитки, механічні характеристики якої перешкоджають зворотному процесу перерозподілу нитки після зняття навантаження розтягу.

Висновки. Для виготовлення широкого асортименту захисних виробів від механічних ушкоджень запропоновано структуру трикотажу двошарового переплетення з пресовим з'єднанням шарів основною ниткою. Розроблені трикотажні полотна підвищеної міцності, вироблені з використанням поліетиленових ниток, мають достатню розтяжність по ширині та довжині, що забезпечить готовим виробам необхідні ергономічні характеристики. Значна частка залишкової деформації трикотажу технічного призначення, що підлягає у ході експлуатації виробу значним механічним навантаженням, знаходиться в межах допустимих

значень. Це дає змогу рекомендувати розроблені полотна для виготовлення різного асортименту виробів для захисту від дії механічних ушкоджень.

Література

1. Intelligent Textiles and Clothing for Ballistic and NBC Protection: Technology at the Cutting Edge (NATO Science for Peace and Security Series B: Physics and Biophysics), edited by P. Kiekens, S. Jayaraman. – Springer, Dordrecht. – 2012. – 220 p.
2. Боброва С.Ю. Розробка трикотажу для захисту рук від механічних небезпек / С.Ю. Боброва // Вісник Хмельницького національного університету. – 2018. – №5(265), – С.242-246.
3. Шалов И.И. Технология трикотажа / И.И. Шалов, А.С. Далидович, Л.А. Кудрявин. – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 376 с.
4. Рукавички для захисту від механічних ушкоджень. Загальні технічні вимоги та методи випробування: ДСТУ EN 388:2005. – [Чинний від 2003-01-07]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 16 с. – (Національний стандарт України).
5. Bobrova S. Criteria for evaluating the effective use of ultra-strong textiles in personal armor protection / S. Bobrova, L. Halavska, D. Bahmach, I. Stupak // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2017. – Спеціальний випуск. № 5. – С.126-134.
6. Харченко Ю. М. Дослідження формостійкості трикотажного полотна для фехтувального одягу при статичних та динамічних навантаженнях / Ю.М. Харченко, Л.А. Дмитренко, Л. Б. Білоцька, В.В. Стаценко, Л.В. Очеретна // Технологический аудит и резервы производства. – 2016. – № 5/3(31). – С.38-48.
7. Ким А.А. Исследование механических свойств тканей для изготовления бронежилетов / А.А. Ким, А.В. Курденкова, Ю.С. Шустов // Технология текстильной промышленности. – 2010. – № 2 (323). – С.31-33.
8. Офіційний сайт компанії «Beijing Tongyizhong». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.bjtyz.com/en/index.php?optionid=681&auto_id=5.
9. ГОСТ 8847-85. Полотна трикотажные. Метод определения разрывных

References

1. Intelligent Textiles and Clothing for Ballistic and NBC Protection: Technology at the Cutting Edge (NATO Science for Peace and Security Series B: Physics and Biophysics), edited by P. Kiekens, S. Jayaraman. (2012). Springer, Dordrecht. [in English]
2. Bobrova S.Yu. (2018). Rozrobka trykotazhu dlia zakhystu ruk vid mekhanichnykh nebezpek. [Knitwear development for hand protection against mechanical hazards]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu – Herald of Khmelnytskyi national university*, 5(265), 242-246 [in Ukrainian].
3. Shalov I.I., Dalidovich A.S., Kudryavin L.A. (1986). *Tekhnologiya trikotazha* [Knitting technology]. Moscow [in Russian].
4. *Rukavychky dlia zakhystu vid mekhanichnykh ushkodzen'*. *Zahal'ni tekhnichni vymohy ta metody vyprobuvannia*. [Protective gloves against mechanical risks. General technical requirements and methods of testing]: DSTU EN 388:2005. K.: National State Standard of Ukraine, 2008. 16 p.
5. Bobrova S., Halavska L., Bahmach D., Stupak I. (2017). Criteria for evaluating the effective use of ultra-strong textiles in personal armor protection. *Visnyk Kyivs'koho natsional'noho universytetu tekhnolohij ta dyzajnu. Spetsialnyi vypusk. – Bulletin of the Kiev National University of Technology and Design. Special Issue № 5*, P.126-134 [in English].
6. Kharchenko, Yu.M., Dmytrenko, L.A., Bilotska, L.B., Statsenko V.V., Ocheretna, L.V. (2016). Doslidzhennia formostiikosti trykotazhnoho polotna dlia fektuvalnoho odiahu pry statychnykh ta dynamichnykh navantazhenniakh [Form stability research of knitted fabrics for fencing suits at static and dynamic loads]. *Tekhnologicheskyy audit i rezervy proizvodstva – Technology audit and production reserves*, 5/3(31), 38-48 [in Ukrainian].
7. Kim, A.A. Kurdenkova, A.V., Shustov, Yu.S (2010). Issledovanie mekhanicheskikh svoystv tkaney dlya izgotovleniya bronezhiletov [The research of the mechanical properties of fabrics for the body armor production]. *Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti – Textile industry technology*, 2 (323), 31-33 [in Russian].
8. Офіційний сайт компанії «Teijin Aramid» [Official site of the company «Teijin Aramid»]. teijinaramid.com. Retrieved from: <https://www.teijinaramid.com/ru/applications/cut-protection-products-ru/>.
9. GOST 8847-85. Polotna trikotazhnye. Metod opredeleniya razryvnykh kharakteristik i rastyazhimosti pri nagruzkakh men'she razryvnykh [Knitted fabrics. Methods

характеристик и растяжимости при нагрузках меньше разрывных. М.: Изд-во стандартов, 1985.– 12 с.

10. Кобляков А.И. Структура и механические свойства трикотажа / А.И. Кобляков. – М.: Легкая индустрия, 1973. – 240 с.

for determination of breaking characteristics and extensibility under loads less than breaking loads]. Moscow, Standartinform Publ., 1985.12 p.

10. Koblyakov, A. (1973). *Struktura i mekhanicheskie svoystva trikotazha* [Structure and mechanical properties of knitwear]. Moscow [in Russian].

BOBROVA SVITLANA

bobrova.sy@knutd.edu.ua

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3381-9915>

Researcher ID:

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57203865072>

Kyiv National University of Technologies & Design

HALAVSKA LIUDMYLA

galavska.ly@knutd.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6994-6641>

Researcher ID:

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191413261>

Kyiv National University of Technologies & Design

ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРИКОТАЖА ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ

БОБРОВАС. Ю., ГАЛАВСКАЯ Л. Е., КУЛИК А. А.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Исследование деформационных характеристик полотен повышенной прочности, изготовленных с использованием полиэтиленовых нитей.

Методика. В работе использован экспериментальный метод исследования образцов трикотажа в соответствии со стандартными методиками.

Результаты. Разработана структура трикотажа с повышенными прочностными характеристиками и устойчивостью к действию негативных механических воздействий и осуществлена оценка их деформационных характеристик. Трикотажные полотна изготовлены на двухфонтурном кругловязальном оборудовании 10 класса двухслойным кулирным переплетением с прессовым соединением слоев основной нитью. В качестве сырья выбрана полиэтиленовая нить торговой марки Doyentrontex линейной плотности 44 текс в чистом виде и в сочетании с полиамидной нитью технического назначения линейной плотности 29 текс. С целью установления величины нагрузки при деформации трикотажных полотен определены показатели разрывного усилия трикотажа вдоль петельных рядов и столбиков. Установлено, что значительная часть остаточной деформации трикотажа технического назначения, который подлежит в ходе эксплуатации изделия значительным механическим нагрузкам, находится в пределах допустимых значений.

Научная новизна заключается в исследовании характера деформации и релаксации деформации двойного кулирного трикотажа повышенной прочности, изготовленного с использованием полиэтиленовых нитей.

Практическая ценность. Разработанные трикотажные полотна с высокими показателями прочности и устойчивости к механическим повреждениям имеют достаточную эластичность и упругость, а также соответствующий уровень остаточной деформации, что позволяет их рекомендовать для изготовления широкого ассортимента защитных изделий от опасных механических факторов.

Ключевые слова: технический трикотаж, полиэтиленовая нить, полиамидная нить, защитные изделия, трикотаж повышенной прочности, деформационные характеристики.

DEFORMATION CHARACTERISTICS OF HIGH STRENGTH KNITTED FABRICS

BOBROVA S., HALAVSKA L., KULYK A.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. Investigation of deformation characteristics of high-strength knitted fabrics produced with the use of polyethylene yarn.

Methodology. The article uses an experimental method for the study of knitted fabrics samples in accordance with standard methods.

Findings. The knitting structure with increased strength characteristics and resistance to the action of negative mechanical effects has been developed and their deformation characteristics have been evaluated. The knitted fabrics are made on double-circular knitting equipment 10 gauge by double-layer structure with press connection of the layers by the main yarn. The polyethylene yarn Doyentrontex linear density 44 tex in pure form and in combination with a polyamide yarn for technical purposes linear density 29 tex have been chosen as a raw material. In order to establish the load value by deformation of knitted fabrics, the indicators of the tensile strength of the knitwear along the wales and courses are determined. It has been revealed that most of the permanent deformation of knitwear for technical purposes, which is subject to large mechanical loads during operation of the product, is within acceptable levels.

Originality. Consists in the study of the deformation character and deformation relaxation of high – strength double layer weft knitted fabrics, made with the use of polyethylene yarn.

Practical value. Developed knitted fabrics with high strength and resistance to mechanical damage have sufficient resilience and elasticity, as well as acceptable level of permanent deformation, which allows them to be recommended for the manufacture of a wide range of protective products from mechanical hazards.

Keywords: industrial knitwear, polyethylene yarn, polyamide yarn, protective products, high-strength knitwear, deformation characteristics.