

УДК 677.075:620.17

**РОЗРОБКА ТРИКОТАЖУ ПІДВИЩЕНОЇ МІЦНОСТІ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ
ЙОГО МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

Кулик А.А., Боброва С.Ю., Галавська Л.Є.

**DEVELOPMENT OF KNITTED FABRIC WITH INCREASED STRENGTH AND
RESEARCH OF ITS MECHANICAL CHARACTERISTICS**

Kulyk Alina, Bobrova Svitlana, Halavska Liudmyla

У роботі досліджено механічні характеристики розроблених зразків двошарового трикотажного полотна, виробленого з використанням двох видів надміцної сировини: поліетиленової та параарамідної ниток. У відповідності до існуючих стандартизованих методик визначено деформаційні характеристики полотен та стійкість до проколу. Виявлено характер впливу виду сировини виворітного шару двошарового трикотажу на його механічні характеристики. Встановлено, що розроблені зразки трикотажних полотен з високими показниками міцності та стійкості до механічних ушкоджень мають достатню еластичність та пружність, а також відповідний рівень залишкової деформації, що дає змогу рекомендувати їх для виготовлення різноманітного асортименту захисних виробів.

Ключові слова: *технічний текстиль, двошаровий трикотаж, поліетиленова нитка, волокна, параарамідна нитка, деформаційні властивості, перфорація, стійкість до проколу.*

This work uncovers the mechanical characteristics of the developed double-layer knitted fabric made of polyethylene and para-aramid yarns. The analysis of deformation and relaxation of deformation, as well as strength to puncture is carried out in accordance with regulatory documents. The parameters of the prototype samples are determined. This article uncovers how influence of changing the raw material of one layer affects the change of the properties of the canvas. Developed knitted fabric with high indexes of strength and resistance to mechanical damage have sufficient elasticity, as well as an appropriate level of residual deformation, that makes it possible to recommend them for manufacturing a range of protective products.

Key words: *technical textile, double-layer knitted fabric, polyethylene yarn, para-aramid yarn, deformation properties, perforation, resistance to puncture.*

Технічний текстиль займає п'яту частину ринку виготовлення текстильних матеріалів завдяки його застосуванню у найрізноманітніших сферах життєдіяльності людини. Його використовують для створення складових елементів засобів індивідуального захисту, спеціального одягу для робітників промислових професій, захисного одягу для спортсменів, у виробництві тросів, шнурів, канатів, для створення композитних матеріалів, які в подальшому використовуються у автомобіле- та літакобудуванні, тощо [1, 2]. Широке застосування технічного текстилю в різних галузях стало можливим за рахунок активного розвитку технологій виробництва і здешевлення різноманітних видів надміцної сировини, зокрема, високоміцних поліетиленових та параарамідних волокон та ниток.

У сучасних умовах, коли молода Українська держава є невимущеним учасником військово-політичного протистояння, все більшої актуальності з позицій науковців легкої промисловості набуває дослідження захисних властивостей технічних текстильних матеріалів, що використовуються для виготовлення засобів індивідуального захисту. Саме тому розробка нових видів текстильних матеріалів з високими захисними характеристиками є значним внеском у дослідження, що направлені на створення захисного одягу для силових структур України.

Вимоги, які висуваються до технічного текстилю, прямо пов'язані зі сферою їх використання. Наприклад, матеріали для військової сфери мають бути стійкими до дії

холодної та вогнепальної зброї. Захисні матеріали від дії механічних ушкоджень повинні бути стійкими до тертя, порізу, проколу, роздирання тощо [3, 4].

Питанням розробки текстильних захисних виробів від різних механічних ушкоджень присвячені роботи [5-7]. Авторами розглянуті різні аспекти створення матеріалів підвищеної міцності з використанням високомолекулярних поліетиленових ниток у чистому вигляді та у комбінації з поліамідними та високорозтяжними поліуретановими нитками, досліджені деформаційні властивості розроблених матеріалів, розривальне навантаження, стійкість до порізу. Проте питання розробки трикотажних полотен у комбінації поліетиленових ниток з параарамідними у різних шарах трикотажу та дослідження їх міцності до проколу до цього часу не розглядалось.

Метою даної роботи є дослідження стійкості до проколу розроблених трикотажних полотен підвищеної міцності та їх деформаційних характеристик.

Для виготовлення текстильних матеріалів балістичного призначення використовують різні способи їх одержання. Це – ткацтво, трикотажне виробництво та виробництво нетканих матеріалів. Недоліком тканих матеріалів є їх структура, а саме поперечно-повздожній напрямок переплетення ниток утку та основи, оскільки під час удару кулі нитки розсуваються. У даному випадку трикотажне полотно має переваги порівняно з тканими матеріалами. Така особливість обумовлена петельною структурою, яка дає можливість погасити силу удару та зменшити травмування тіла людини. Під час удару петлі деформуються, відбувається перерозподіл нитки в петлі, що сприяє деформації полотна, але не його розриву [8]. Це дає підстави рекомендувати трикотажний спосіб виробництва для виготовлення полотен для балістичного захисту.

Шляхом аналізу відомих структур трикотажу розроблено та виготовлено на двофонтурному круглов'язальному обладнанні 16 класу два види трикотажних полотен двошарового переплетення з пресовим з'єднанням шарів основними нитками (заправні дані наведено у табл. 1). Дані полотна відрізняються видом сировини для утворення виворітного шару трикотажу. Обидва шари зразка 1 виготовлені з високомолекулярної поліетиленової нитки (44 текс). Зразок 2 виготовлений шляхом поєднання двох видів сировини: лицьовий шар з поліетиленової нитки (44 текс), а виворітний – з параарамідної (58 текс). Це дає можливість визначити, як зміна виду сировини одного з шарів трикотажу вплине на його показники опору проколюванню.

Деформаційні характеристики розроблених зразків трикотажу досліджено у відповідності до існуючої стандартизованої методики [9]. Випробування проведено на релаксометрі типу стійка (рис. 1).

Таблиця 1

Заправні дані розроблених зразків трикотажних полотен

Номер зразка	Вид сировини, лінійна густина	Поверхнева густина, г/м ²	Щільність по горизонталі, пет. стовпчиків	Щільність по вертикалі, пет. рядів	Товщина, мм
1	лицьовий шар та з'єднувальні накиди: поліетиленова нитка (UHMWPE), 44 текс виворітний шар: поліетиленова нитка (UHMWPE), 44 текс	394,0	124	70	1,13
	лицьовий шар та	424,41	110	72	1,28

2	<p>з'єднувальні накиди: поліетиленова нитка (UHMWPE), 44 текс</p> <p>виворітний шар: параарамідна нитка, 58 текс</p>				
---	--	--	--	--	--

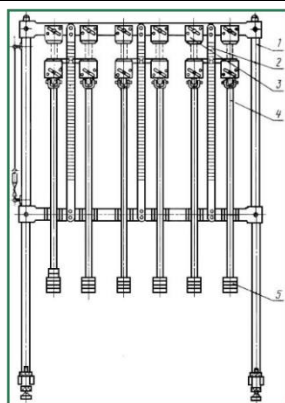
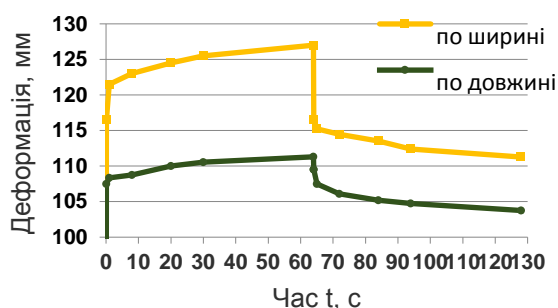
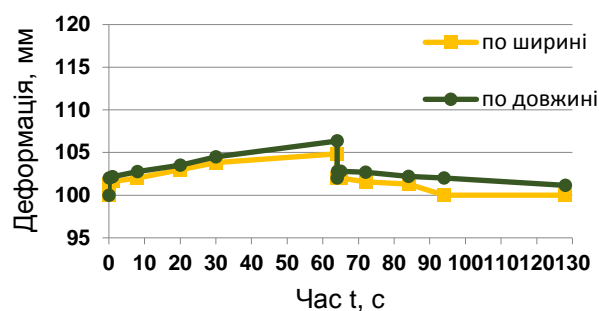


Рис. 1. Релаксометр типу стійка. Проведення досліджень деформаційних властивостей

За результатами досліджень деформації та релаксації деформації побудовано графіки (рис.2).



а



б

Рис.2. Графіки залежності деформаційних характеристик розроблених зразків трикотажу: а – зразок 1; б – зразок 2

Як видно з графіків, представлених на рис. 2, у зразка 1, сформованого лише з поліетиленових ниток, спостерігається більша величина повної деформації, що слід враховувати в залежності від специфіки використання текстильного матеріалу. Поєднання двох видів сировини (поліетиленових та параарамідних ниток) у зразку 2 дозволило зменшити величину повної деформації по ширині на 20%, по довжині – на 4,5%. Формування одного з шарів трикотажу з параарамідних ниток також забезпечує нульовий рівень залишкової деформації трикотажу при розтягуванні по ширині (порівняно зі зразком 1 зменшився на 10%). При розтягуванні по довжині частка залишкової деформації у зразка 2 порівняно зі зразком 1 зменшується на 3%. Дані результати відображені на діаграмах нижче (рис. 3, 4).

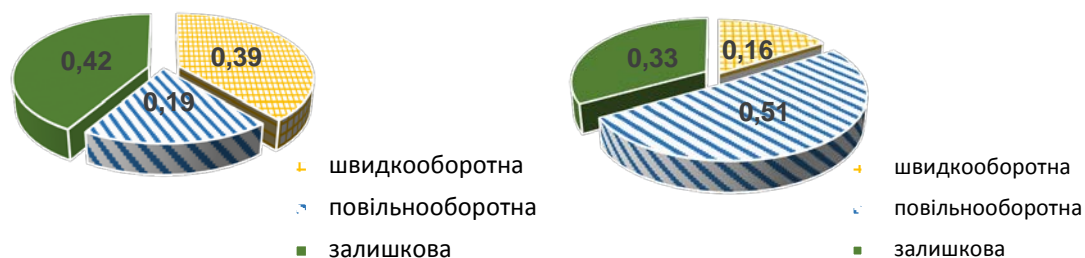


Рис. 3. Діаграми складових часток релаксації деформації, зразок 1

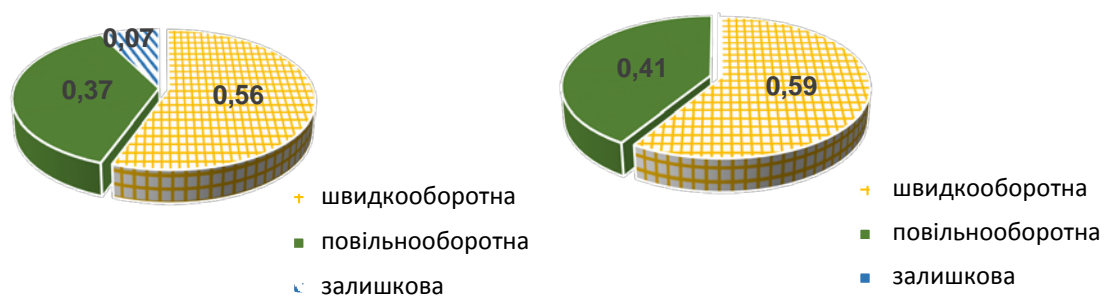


Рис. 4. Діаграми складових часток релаксації деформації, зразок 2

Важливою характеристикою стійкості текстильного матеріалу до дії механічних ушкоджень є величина опору проколюванню. Метод визначення стійкості до проколу регламентований міжнародним ISO 13996:1999 та європейським EN 863:1995 стандартами, які за своїм змістовим наповненням є ідентичними. Національні стандарти [10, 11] гармонізовані з вищезазначеними стандартами. Нормативний документ [12] гармонізований з міжнародним стандартом ISO 13996:1999 і передбачає два методи дослідження опору проколу текстильних матеріалів. Перший метод при низькій швидкості руху нижнього затискача з пробю (100±10 мм/хв) назустріч закріпленій у верхньому затискачі голці циліндричної форми з діаметром 1±0.05 мм, що забезпечує прокол; другий – при високій швидкості (500±50) мм/хв переміщення голки трубчастої форми для забору крові діаметром 2,6 мм, що відповідає вимогам на вироби медичного призначення.

Дослідження проведено на розривній машині Као Тієн КТ-7010AZ з використанням спеціального пристрою для закріплення проби у відповідності до національних стандартів [10, 11]. У ході експерименту встановлено стійкість на прокол в залежності від напрямку перфоруючого зусилля (з лицьової сторони на виворітну та навпаки). Результати дослідження стійкості до проколювання розроблених зразків трикотажних полотен наведено у табл.2. За результатами дослідження побудовані діаграми, які наочно демонструють вплив напрямку перфорації та заправних даних дослідних зразків трикотажу на стійкість до проколювання (рис. 5).

Таблиця 2.

Результати дослідження зразків трикотажу на стійкість до проколу

Середні значення	Зразок 1, Н	Зразок 2, Н
напрямок проколу: з лиця на виворітну сторону		
	796,5	604,7
напрямок проколу: з вивороту на лицьову сторону		
	747,4	714,4

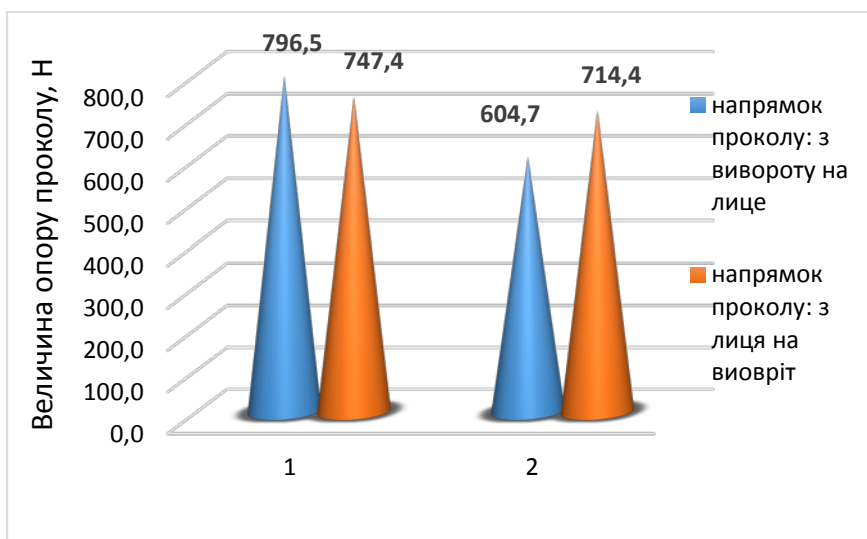


Рис. 5. Діаграми стійкості до проколу дослідних зразків трикотажу



Як видно з діаграм, у разі формування обох шарів трикотажу з поліетиленових ниток (зразок 1), зміна напрямку перфорації призводить до зниження стійкості до проколу на 6,2%, що пояснюється особливостями структуроутворення. У разі напрямку перфорації з лиця на виворіт проколу опираються з'єднувальні пресові накиди. При зміні сировинного складу виворітного шару трикотажу з поліетиленових ниток на параарамідні у разі напрямку перфорації з лиця на виворіт стійкість на прокол зменшується на 24%, з вивороту на лице – зменшується на 4,4%. Зміна напрямку перфорації з вивороту на лице призводить до зростання стійкості зразка 2 до проколу на 18,2%. Це пояснюється зміною виду сировини з поліетиленових на параарамідні нитки. Таким чином, зразок 1, обидва шари якого сформовано з поліетиленових ниток, показав кращі результати щодо стійкості до проколювання.

У ході досліджень також виявлено, що під дією перфоруючої сили голки полотно спочатку деформується, а вже згодом відбувається руйнування волокон та прокол. Результати дослідження величини деформації дослідних зразків трикотажу під дією перфоруючого зусилля наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Дослідження характеру деформації під дією проколу

Номер зразка	Напрямок перфорації	Фото дослідного зразка	Величина деформації, мм
зразок 1	з вивороту на лице		16,3
	з лиця на виворіт		18,8

зразок 2	з вивороту на лице		12,0
	з лица на виворіт		12,6

На рис. 6 наведено діаграми, які наглядно ілюструють зміну величини деформації зразка під час його проколювання голкою. Як видно з діаграм (рис. 6), у разі напрямку перфорації з лица на виворіт величина деформації зразка трикотажу більша, що пояснюється тим, що лицьовий шар трикотажу сформований петлями та з'єднувальними накидами, в яких під час перфорації спочатку відбувається перерозподіл нитки з накидів у петлі, а вже згодом руйнування волокон і прокол. При зміні напрямку перфорації з вивороту на лице у зразку 1 деформація зменшується на 13,3%. У зразка 2 зміна напрямку перфорації призводить до зменшення деформації лише на 4,8%, що пояснюється меншою деформацією розтягу параарамідних ниток порівняно з поліетиленовими. При незмінному напрямку проколу з лица на виворіт деформація зразка 2 порівняно зі зразком 1 зменшується на 33%, у разі напрямку проколу з вивороту на лице – зменшується на 26,4%.

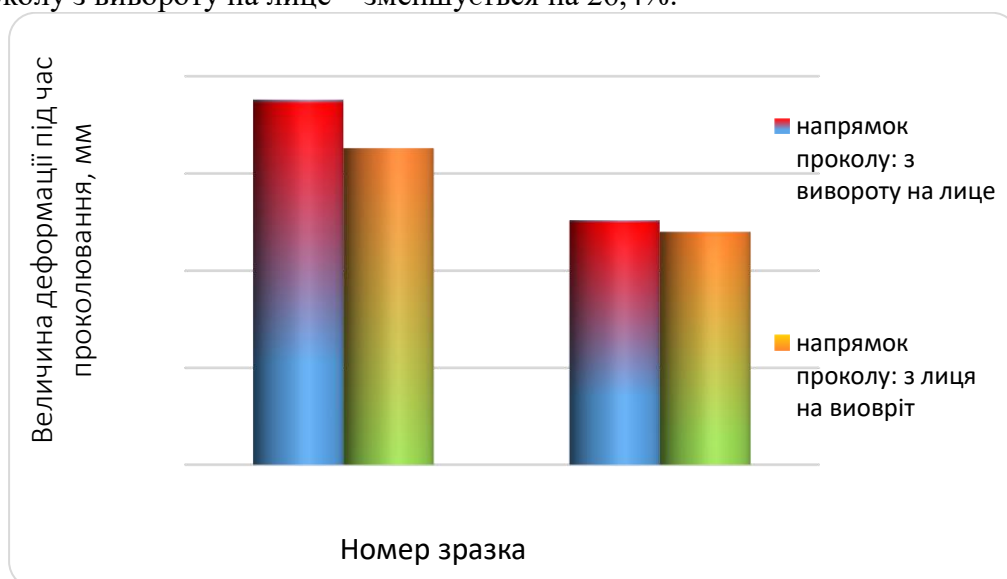


Рис. 6. Діаграми деформації зразків трикотажу під час проколювання

У ході проведених досліджень виявлено вплив виду надміцної сировини при формуванні виворітного шару двошарового трикотажу на деформаційні характеристики трикотажу, встановлено стійкість до проколу та величину деформації під дією перфоруєчого зусилля. Зразок 1, сформований повністю з поліетиленової нитки, показав кращі результати щодо стійкості до проколу. Однак при цьому зразок 2 має кращі показники щодо формостійкості. Частка залишкової деформації близька до нуля. Одержані результати слід враховувати в залежності від цільового призначення текстильного матеріалу та номенклатури показників його якості.

Список використаних джерел

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. Кизимчук О. П. Аналіз асортименту захисних текстильних матеріалів [Текст] / О. П. Кизимчук, Л. М. Мельник, І. В. Єрмоленко // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки. – 2016. – № 6 (104). – С. 115-125.
3. Засоби індивідуального захисту. Вироби бронезахисту. Методи контролю балістичної стійкості бронезилетів: ДСТУ В 4104-2002. – К.: Держстандарт України, 2002. – 19с.
4. Рукавички для захисту від механічних ушкоджень. Загальні технічні вимоги та методи випробування: ДСТУ EN 388:2005. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 16 с. – (Національний стандарт України).
5. Боброва С.Ю. Розробка трикотажу для захисту рук від механічних небезпек / С.Ю. Боброва // Вісник Хмельницького національного університету. – 2018. – №5(265). – С. 242-246.
6. Боброва С. Ю. Деформаційні характеристики трикотажу підвищеної міцності / С. Ю. Боброва, Л. Є. Галавська, А. А. Кулик // KyivTex&Fashion: збірник матеріалів II Міжнародної наукової конференції текстильних та фешн технологій (1-2 листопада 2018 р., м. Київ) / за заг. ред. Л. І. Зубкової. - Київ : КНУТД, 2018. - С. 239-242.
7. Боброва С. Ю. Розробка балістичних трикотажних полотен для виготовлення засобів бронезахисту / С. Ю. Боброва, Л. Є. Галавська // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія "Технічні науки". - 2015. - № 3 (86). - С. 114-120.
8. Ким А.А. Исследование механических свойств тканей для изготовления бронезилетов / А.А. Ким, А.В. Курденкова, Ю.С. Шустов // Технология текстильной промышленности. – 2010. – № 2 (323). – С.31-33.
9. Полотна трикотажные. Метод определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках меньше разрывных. ГОСТ 8847-85. – М.: Изд-во стандартов, 1985.– 12 с.
10. Одяг захисний. Механічні властивості. Визначення стійкості до проколу. ДСТУ ISO 13996-2001 (ISO 13996:1999, IDT). – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 8 с.
11. Одяг захисний механічні властивості. Метод визначання опору проколюванню: ДСТУ EN 863-2001 (EN 863:1995, IDT). – К.: ВАТ «УкрНДІТП», 2002. – 8 с.
12. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от механических воздействий. Метод определения сопротивления проколу. ГОСТ 12.4.241-2013.01.03.2014. – М.: Стандартиформ, 2012. – 6 с.

References

1. Kiekens, P. and Jayaraman, S. eds., 2012. *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)*. Springer, Dordrecht.
2. Kyzymchuk, O. P., Mel'nyk, L. M. and Yermolenko, I. V., 2016. Analiz asortymentu zakhysnykh tekstyl'nykh materialiv [Analysis of the range of protective textile materials]. *Visnyk Kyivs'koho natsional'noho universytetu tekhnolohij ta dyzajnu. Tekhnichni nauky*, 6 (104), pp. 115-125.
3. Gosstandart of Ukraine, 2002. DSTU 4104-2002 *Zasoby indyvidual'noho zakhystu. Vyroby bronzakhystu. Metody kontrolyu balistychnoyi stiykosti bronzhyletiv [Personal protective equipment. Armor protection products. Methods of controlling the ballistic stability of body armor]*. Kyiv: Gosstandart of Ukraine.

4. Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2008. DSTU EN 388:2005 *Rukavychky dlia zakhystu vid mekhanichnykh ushkodzhen'. Zahal'ni tekhnichni vymohy ta metody vyprobuvannia [Gloves for protection against mechanical damage. General technical requirements and test methods]*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy.
5. Bobrova, S.Y. and Halavska, L.E. 2015. Rozrobka trykotazhu dlya zakhystu ruk vid mekhanichnykh nebezpek [Ballistic knitted fabrics development for body armor production]. *Bulletin of Kiev National University of Technology and Design. A series of "Engineering"*, 3 (86), pp. 114-120.
6. Bobrova, S., Halavskaya, L. and Kulyk, A. 2018. Deformatsiyni kharakterystyky trykotazhu pidvyshchenoyi mitsnosti [Deformation characteristics of high strength knitted fabrics]. In: L. I. Zubkova, ed., *KyivTex & Fashion: International Scientific Conference of Textile and Fashion Technology*. Kyiv, November 1-2, 2018. Kyiv: KNUTD.
7. Bobrova, S. and Halavskaya, L. 2015. Rozrobka balistychnykh trykotazhnykh poloten dlya vyhotovlennya zasobiv bronzakhystu [Development of ballistic knitting fabrics for the manufacture of armor protection devices]. *Bulletin of KNUTD*, 3 (86), pp.114-120.
8. Kim, A.A., Kurdenkova, A.V. and Shustov, Y.S. 2010. Yssledovanye mekhanicheskyykh svoystv tkaney dlya yzhotovlennya bronzhyletov [Investigation of mechanical properties of fabrics for the manufacture of body armor]. *Technology of the textile industry*, 2 (323), pp. 31-33.
9. GOST 8847-85. *Polotna trykotazhnye. Metod opredelenyya razryvnykh kharakterystyk y rastyazhymosty pry nahruzkakh men'she razryvnykh [Fabric knitted fabrics. The method for determining discontinuous characteristics and extensibility under load is less discontinuous]*. – Moscow : Publishing of standards.
10. Derzhspozhyvstandart of Ukraine, 2003. DSTU ISO 13996-2001 (ISO 13996: 1999, IDT) *Odyah zakhysnyy. Mekhanichni vlastyvyosti. Vyznachennya stiykosti do prokolu [Protective clothing. Mechanical properties. Determination of puncture resistance]*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart of Ukraine.
11. DSTU EN 863-2001 (EN 863: 1995, IDT) *Odyah zakhysnyy mekhanichni vlastyvyosti. Metod vyznachennya oporu prokolyuvannyu [Clothing protective mechanical properties. Method for determining the resistance to piercing]*. Kyiv: OJSC "UkrNDITP".
12. GOST 12.4.241-2013.03.03.2014. *Systema standartov bezopasnosti truda. Odezhda spetsyal'naya dlya zashchyty ot mekhanicheskyykh vozdeystviy. Metod opredelenyya soprotivlenyya prokolu [Occupational safety standards system. Special clothing for protection against mechanical stress. Method for determination of puncture resistance]*. Moscow: Standardinform.

УДК 330.117:304.4(045)

DOI 10.31339/2617-0833-2019-1(26)-47-52

AZ ÁLLAM KULTURÁLIS POLITIKA

Luzsanska Tetyana, Movchan Katerina, Derkach Victoria

ДЕРЖАВНА КУЛЬТУРНА ПОЛІТИКА

Лужанська Т.Ю., Мовчан К.М., Деркач В.Ю.

STATE CULTURAL POLICY

Luzhanska T.U., Movchan K.M., Derkach V.U.

A cikk kiemeli az emberiség kulturális örökségének védelmének fontosságát, amely a nemzeti kulturális identitás fontos eleme. Leírták a nemzetközi közösség által elfogadott közös