

# СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТОВАРОЗНАВСТВА ТА ТЕХНОЛОГІЙ НЕПРОДОВОЛЬЧИХ МАТЕРІАЛІВ І ТОВАРІВ

УДК 677.074

*Пелик Л. В.,  
lpelyk@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3365-0312,  
Researcher ID F-8017-2019, д.т.н., проф., професор кафедри товарознавства та експертизи у  
митній справі, Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів*

*Шелько Д. Ю.,  
diana96shelko@gmail.com, аспірант, Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів*

*Сокальська А. А.,  
sokalska@gmail.com, магістрант, Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЛЬОНОВМІСНИХ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

***Анотація.** Україна має вікові надбання щодо вирощування та переробки льону. За останні роки льонарство зазнало чи не найбільшої кризи серед інших галузей вітчизняного сільського господарства. Порівняно висока міцність, мала електризованість, висока термостійкість і здатність зберігати ці властивості в процесі експлуатації зумовили традиційне використання багатьох видів лляних тканин для виготовлення різноманітних виробів побутового та технічного призначення. У статті охарактеризовано основні закономірності зношування досліджуваних льоновмісних текстильних матеріалів. Розглянуто критерії підвищення зносостійкості льоновмісних текстильних матеріалів шляхом цілеспрямованого підбору волокнистого складу. Проаналізовано показники розривальних характеристик тканин білизняного та платтяно-костюмного призначення, які мають велике значення при оцінці якості текстильного матеріалу та визначають здатність зберігати форму, чинити опір деформаціям згину, а також визначати його зносостійкість. Одержано нові результати щодо кінетики зношування льоновмісних текстильних матеріалів під дією прання. Аналізуючи отримані результати, встановлено, що тканини, які складаються лише з натуральних волокон, мають найменшу стійкість до тертя і найкращі гігієнічні показники – найменший показник питомого поверхневого електричного опору, високу гігроскопічність і капілярність. Льоновмісні текстильні матеріали, навпаки, характеризуються високою міцністю на розривання та стирання, високою капілярністю, але невисокими гігієнічними показниками. Доведено та обґрунтовано доцільність застосування хімічних волокон у льоновмісних текстильних матеріалах, що дозволяє надати цим тканинам високих ефектів незмиальності та малоусадковості при одночасному збереженні їх формостійкості та зносостійкості.*

**Ключові слова:** льоновмісний текстильний матеріал, розривальне навантаження, зносостійкість.

*Pelyk L. V.,  
lpelyk@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3365-0312,  
Researcher ID F-8017-2019, Doctor of Engineering, Professor, Professor of the Department of Commodity Research  
and Expertise in Customs Business, Lviv University of Trade and Economics, Lviv*

*Shelko D. Y.,  
diana96shelko@gmail.com,  
Postgraduate, Lviv University of Trade and Economics, Lviv*

*Sokalska A. A.,  
sokalska@gmail.com,  
Master's degree student, Lviv University of Trade and Economics, Lviv*

## RESEARCH OF THE WEAR RESISTANCE OF FLAX-CONTAINING TEXTILE MATERIALS

**Abstract.** Ukraine has an age-old heritage in growing and processing flax. In recent years, flax industry has experienced the largest crisis among other sectors of domestic agriculture. The relatively high durability, low electrization, high heat resistance and ability to maintain these properties during using have led to the traditional use of many types of linen fabrics for the manufacturing of various household and technical products. The article describes the basic patterns of the studied flax-containing textile materials wearing. The criteria of flax-containing textile materials wear resistance increase by purposeful selection of fibrous composition are considered. Indicators of tensile breaking characteristics of linen and dress&suit fabrics, which are of great importance in assessing the textile material quality and determining its shape stability, resisting bending deformation as well as estimating wear resistance are analyzed. New results have been obtained regarding the kinetics of flax-containing textile materials wearing under the action of washing. Analyzing the results, it was found that fabrics consisting only of natural fibers have the least resistance to friction and the best hygienic parameters – the lowest index of surface resistivity, high hygroscopicity and capillarity. By contrast, flax-containing textile materials, are characterized by high tensile and friction resistance, high capillarity, but low hygienic performance. The expediency of using chemical fibers in flax-containing textile materials has been proved and substantiated, which allows to give these fabrics high effects of low wrinkling and shrinking while maintaining their shape stability and wear resistance.

**Key words:** flax-containing textile material, breaking load, wear resistance.

**JEL Classification:** L 60

**DOI:** <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2020-23-01>

**Постановка проблеми.** В останні роки значно збільшився попит на лляні та льоновомісні тканини завдяки їхнім гігієнічним та експлуатаційним властивостям: високій гігроскопічності, міцності, повітропроникності та незначному питомому поверхневому електричному опору. Лляні тканини часто імітують, використовуючи суміші з синтетичними та бавовняними волокнами.

Україна має вікові надбання щодо вирощування та переробки льону. За останні роки льонарство зазнало чи не найбільшої кризи серед інших галузей сільського господарства. За прогнозами різних країн світу, льон як екологічно формуюча культура має позитивну перспективу для подальшого розвитку та забезпечення надходження на вітчизняний ринок продукції з льоновомісних текстильних матеріалів. Саме тому його називають “золотом текстилю” та “українським шовком”. Завдяки своїм унікальним споживним властивостям лляні тканини незамінні для багатьох виробів. Так, висока гігієнічність, зносостійкість та гарний зовнішній вигляд цих тканин зумовили широке їх застосування для пошиття столової, постільної, натільної білизни, швейного одягу та інших виробів [1]. Порівняно висока міцність, мала електризованість, висока термостійкість і здатність зберігати ці властивості в процесі експлуатації зумовили традиційне використання багатьох видів лляних тканин для виготовлення різноманітних виробів побутового та технічного призначення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз вітчизняної та зарубіжної наукової літератури, патентної інформації свідчить про широке

використання для виготовлення технічних та побутових текстильних матеріалів лляних та змішаних тканин [2-4]. При цьому використання тканин зі змішаних волокон підвищує довговічність виробів та покращує їхній зовнішній вигляд. Результати досліджень свідчать про те, що лляний текстильний матеріал має підвищену міцність, достатню повітро- та паропроникність. Проте введення синтетичних волокон у змішані тканини зумовить покращення експлуатаційних властивостей, від яких залежить зносостійкість тканини. Отже, актуальною проблемою є дослідження властивостей льоновомісних текстильних матеріалів, які характеризуються підвищеними властивостями зносостійкості.

**Постановка завдання.** Лляні тканини характеризуються високою гігроскопічністю, вологоємністю, міцністю, стійкістю проти гниття. Одяг з льону позитивно впливає на фізичний та емоційний стан людини, збільшує опірність організму до різних хвороб, сприяє збереженню здоров'я. Отже, метою статті є дослідження впливу волокнистого складу текстильних матеріалів із лляних та змішаних волокон на експлуатаційні властивості.

**Вклад основного матеріалу дослідження.** Для забезпечення тривалої експлуатації текстильні матеріали повинні мати високі механічні властивості, тому ці властивості відносять до найважливіших. Розривальне навантаження – це досить важливий показник, але він не дає повної характеристики зносостійкості та терміну придатності лляних текстильних матеріалів. За зміною величини розривального навантаження текстильних матеріалів ще не можна зробити об'єктивний висновок про їх

зношування, оскільки для порівняння можуть братися зразки різного волокнистого складу і різномірні за структурою пряжа [5, 6]. Крім того, текстильні матеріали в процесі експлуатації майже завжди піддаються не одноразовій дії поступово зростаючої сили розтягу, що доводить їх до руйнування, а комплексу механічних дій.

Для дослідження зносостійкості було розроблено 4 зразки тканин білизняного та платтяно-костюмного призначення ПРАТ “Едельвіка” (м. Луцьк). Оскільки на показники цих властивостей важливий вплив має волокнистий склад, то тканини підбиралися таким чином, щоб їхній волокнистий склад був різним. Об’єктами дослідження служили тканини, які виготовляються з натуральної (ляна) та змішаної (з різним відсотком лляних, бавовняних, віскозних, поліакрильних і ацетатних волокон) пряжі. (вар. 2-4). За базову обрано тканину (вар. 1), виготовлену з лляної пряжі лінійної густини 29 текс×2 за основою та за утком, полотняного переплетення.

Характеристику досліджуваних текстильних матеріалів наведено у таблиці 1.

Розривальні характеристики розтягу залишаються основними критеріями для оцінки механічних властивостей текстильних матеріалів. Вони мають велике значення при оцінці якості текстильного матеріалу та визначають здатність зберігати форму, чинити опір деформаціям згину, а також визначати його зносостійкість [7, 8].

Міцність лляних тканин змінюється залежно від поверхневої густини, тому важко порівнювати між собою величини розривальних навантажень із різною поверхневою густиною, товщиною та волокнистим складом. Аналіз табл. 2 показує, що розривальне навантаження збільшується зі збільшенням поверхневої густини, навіть коли товщина зменшується. Так, у вар. 2 при найбільшій поверхневій товщині (225 г/м<sup>2</sup>) розривальне навантаження найбільше і становить за основою 1310 Н та за утком – 1395 Н.

Таблиця 1

**Характеристика досліджуваних льономісних текстильних матеріалів**

Вар зр.	Вид і лінійна густина пряжі (нитки), склад сировини /текс		Переплетення	Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>	Товщина, мм	Щільність, кількість ниток на 10 см	
	основа	уток				основа	уток
1	Льон 100%, 29 текс ×2	Льон 100%, 29 текс ×2	полотняне	180	0,58	61	66
2	Льон 100%, 29текс ×2	Льон 80%, Віскоза 20%, 29 текс ×2	жакардове	225	0,44	215	196
3	Льон 100%, 29 текс ×2	Льон 20%, Бавовна 30%, Поліакрил 50%, 29 текс ×2	дрібно-візерункове	202	0,73	171	176
4	Льон 33%, Ацетатне 67% 29 текс ×2	Льон 33%, Ацетатне 67%, 29 текс ×2	полотняне	144	0,28	231	208

Таблиця 2

**Дослідження розривних характеристик льономісних текстильних матеріалів**

Вар зр.	Вид і лінійна густина пряжі (нитки), склад сировини /текс		Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>	Розривальне навантаження, Н		Видовження на момент розірвання, %	
	основа	уток		основа	уток	основа	уток
1	Льон 100%, 29 текс ×2	Льон 100%, 29 текс ×2	180	370	746	14	16
2	Льон 100%, 29текс ×2	Льон 80%, Віскоза 20%, 29 текс ×2	225	1310	1395	6	10
3	Льон 100%, 29 текс ×2	Льон 20%, Бавовна 30%, Поліакрил 50%, 29 текс ×2	202	852	695	16	31
4	Льон 33%, Ацетатне 67% 29 текс ×2	Льон 33%, Ацетатне 67%, 29 текс ×2	144	890	641	22	24

Визначальний вплив на розривальне навантаження має також і щільність тканини. Збільшення щільності ниток за основою чи утком приводить до збільшення розривального навантаження за основою чи утком. Так, у вар. 4 при щільності ниток на 10 см за основою становить 231, розривальне навантаження рівне 890 Н, а при щільності 208 ниток на 10 см за утком розривальне навантаження становить 641 Н. Зразок вар. 1 має найменшу щільність за основою (61 нитку на 10 см), що зумовило і найменше розривальне навантаження – 370 Н.

Досліджуваний зразок вар. 2 має меншу щільність за утком (196 ниток на 10 см), ніж за основою (215 ниток на 10 см) при розривальному навантаженні за утком 1395 Н, а за основою – 1310 Н. Це пояснюється міцністю ниток віскози, які присутні у тканині за утком. У зразку вар. 3 щільність за основою становить 171 нитку на 10 см та 176 ниток на 10 см за утком при розривальному навантаженні за основою 852 Н та за утком – 695 Н. Це можна пояснити наявністю в тканині за утком, окрім волокон льону, волокна бавовни та поліакрилу. Розривальне навантаження і видовження на момент розірвання визначаються молекулярною та надмолекулярною структурою волокон, а також залежать від міцності зв'язків у ланцюгах і між ними, від числа ланцюгових молекул, від форми і довжини молекул.

При розтягуванні в напрямку основи або утку міцність тканин залежить від міцності і кількості поздовжніх ниток у досліджуваному зразку, які безпосередньо приймають навантаження [9, 10]. Величина видовження на момент розірвання пов'язана з видовженням текстильних волокон, яке найкраще проявляється в структурі матеріалу, із скрученістю пряжі або ниток, із переплетенням. Величина видовження тканини знаходиться у прямій залежності від кількості згинів нитки, що припадають на одиницю її довжини. Кількість згинів визначається переплетенням тканини. Так, досліджуваний зразок вар. 3 із дрібновізерунковим переплетенням характеризується найбільшим видовженням на момент розірвання за основою 16 % та за утком – 31 %. Це пояснюється характерною для цього переплетення великою кількістю згинів ниток.

Видовження на момент розірвання є важливим показником у виробництві льоновомісних текстильних матеріалів, оскільки його величина робить певний вплив на експлуатаційні властивості тканин. Тканини, які мають найбільше видовження на момент розірвання, зазвичай деформуються в процесі експлуатації. Згідно з дослідженнями найменшим видовженням на момент розірвання володіє зразок вар. 2, який становить за основою 6 % та за утком – 10 %.

У процесі багаторазового прання лляні текстильні матеріали піддаються довготривалим діям

комплексу фізико-хімічних і механічних факторів. До фізико-хімічних факторів відносяться дія миючого засобу, температури і вологи, до механічних – мокре стирання матеріалу до матеріалу і деталей пральної машинки, багаторазові деформації розтягування, згину, стиснення і кручення. При нагріванні та намоканні льоновомісних текстильних матеріалів поглинаюча ними теплова енергія перетворюється на енергію руху молекул та атомів, що призводить до послаблення міжмолекулярних зв'язків та збільшення рухомості молекул, що робить волокна менш міцними і більш схильними до деформації. В результаті цих дій спостерігається зміна механічних властивостей текстильних матеріалів: збільшення деформації, зниження міцності та ін.

Всі зразки льоновомісних текстильних матеріалів досліджувалися за основою, оскільки під час експлуатації навантаження на матеріал припадає на систему ниток основи.

Після аналізу отриманих даних можна відзначити, що внаслідок багаторазового прання відбувається зниження розривального навантаження у всіх зразках. Це пов'язано з накопиченням у поверхневих шарах волокон продуктів деструкції. Результати проведених досліджень розривальних характеристик льоновомісних текстильних матеріалів після багаторазового прання наведені у таблиці 3.

Найбільший спад показників розривального навантаження у досліджувальних зразків за основою спостерігається у вар. 4, після багаторазового прання він має значення 78,3 % порівняно з початковим значенням. Це пояснюється особливостями волокнистого складу зразка, в якому присутні волокна ацетату, та полотняним переплетенням.

Необхідно звернути увагу на те, що найменша різниця у показниках розривального навантаження порівняно з початковим є у матеріалі вар. 1 – 37 Н, він втратив лише 10 % своєї міцності. Це можна пояснити будовою лляного волокна та накопиченням продуктів деструкції на його поверхні, що виконали захисну функцію.

Аналіз зміни розривального навантаження досліджувальних льоновомісних текстильних матеріалів свідчить про особливу роль волокнистого складу зразків. Так, зразок вар. 2 характеризується найбільшим значенням розривального навантаження після багаторазового прання і становить 1053 Н. Різниця у показниках розривального навантаження порівняно з початковим становить 257 Н, він втратив 19,6 % своєї міцності і посідає друге місце за втратою міцності серед усіх зразків. Це пояснюється наявністю в складі віскозних волокон, які суттєво зменшують свою міцність після мокрих обробок. Досліджуваний зразок вар. 1 має найменшу щільність за основою, що зумовило і найменше розривальне навантаження – 333 Н.

Характеристика досліджуваних льняних текстильних матеріалів після багаторазового прання

Вар зр.	Вид і лінійна густина пряжі (нитки), склад сировини /текс		Щільність, кількість ниток на 10 см		Розривальне навантаження, Н	Видовження на момент розірвання, %
	основа	уток	основа	уток	основа	основа
1	Льон 100%, 29 текс ×2	Льон 100%, 29 текс ×2	61	66	333	25
2	Льон 100%, 29 текс ×2	Льон 80%, Віскоза 20%, 29 текс ×2	215	196	1053	14
3	Льон 100%, 29 текс ×2	Льон 20%, Бавовна 30%, Поліакрил 50%, 29 текс ×2	171	176	727	22
4	Льон 33%, Ацетатне 67%, 29 текс ×2	Льон 33%, Ацетатне 67%, 29 текс ×2	231	208	697	22

Аналіз табл. 3 свідчить, що величина видовження на момент розірвання льономісних текстильних матеріалів залежить від видовження волокон. Також суттєву роль відіграють елементи будови та способи оброблення цих матеріалів. У всіх досліджуваних зразках спостерігається збільшення видовження на момент розірвання, і лише у зразка вар. 4 цей показник залишився без змін. Так, найбільше значення видовження на момент розірвання за основою у зразках знаходиться у вар. 1 і становить 25 % після багаторазового прання. Це пояснюється більшою кількістю перекриття ниток, що припадають на одиницю довжини. Встановлено, що текстильні матеріали, які мають найбільше видовження на момент розірвання, у процесі експлуатації деформуються.

Найменшим показником видовження на момент розірвання характеризується зразок вар. 2 і за основою становить 14 % після багаторазового прання. Це пояснюється наявністю в складі тканини віскозного волокна і жакардового переплетення.

**Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі.** Проведені дослідження з визначення показників, що характеризують міцність на розривання льономісних текстильних матеріалів, охарактеризували критерії, які призводять до зносу тканин. Аналізуючи отримані результати, встановлено, що тканини, які складаються лише з натуральних волокон, мають найменшу стійкість до тертя і найкращі гігієнічні показники – найменший показник питомого поверхневого електричного опору, високу гігроскопічність і капілярність. Льономісні текстильні матеріали, навпаки, характеризуються високою міцністю на розривання та стирання, високою капілярністю, але невисокими гігієнічними показниками.

Результати проведеного дослідження свідчать про доцільність збалансованого поєднання

гігієнічних та експлуатаційних властивостей текстильних матеріалів, що досягається шляхом застосування тканин зі змішаним волокнистим складом.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Пелик Л. В. Дослідження ступеня тривкості набивних текстильних матеріалів з ефектом сублімації / Л. В. Пелик, О. В. Остапчук, Ю. А. Пелех // Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький : Вид-во ХНУ, 2019. – № 6. – С. 49-52.
2. Lesya V. Pelyk. Innovative filters made of polyoxadiazole fibres for industrial gas and dust emissions treatment / Lesya V. Pelyk, Volodymyr O. Vasylechko, Petro O. Kutsyk, Yuliya A. Peleh // Adsorption Science & Technology, 2017, Vol. 35(9-10) 817-824.
3. Бучківська У. Б. Дослідження комплексного зносу платтяно-костюмних тканин з використанням еластанових ниток / У. Б. Бучківська // Науковий журнал "Молодий вчений". – 2016. – № 4. – С. 237-241.
4. Куценко Т. В. Використання новітніх технологій у виготовленні текстильних матеріалів із заданими властивостями / Т. В. Куценко // Збірник Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка – Вип. 12. – РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2017. – С. 179-184.
5. Матеріалознавство та основи технологій виробництва товарів : навчально-наочний посібник / [Л. В. Пелик, І. С. Полікарпов, Р. В. Кирильчук та ін.]. – Львів : Видавництво Львівської комерційної академії, 2015. – 108 с.
6. Остапчук О. В. Дослідження фізико-механічних властивостей платтяно-костюмних тканин / О. В. Остапчук, Г. С. Сарібеков, О. Л. Ткачук //

Вісник Херсонського національного університету – 2014 – № 3 – С. 77-80.

7. Особливості системи прогнозування властивостей тканин технічного призначення / А. М. Слізков, Т. В. Зайц, Ю. М. Пилипенко, Т. І. Демківська // Вісник КНУТД. – 2015. – № 2 (84). Серія “Технічні науки”. – С. 136-143.

8. Регулювання фізико-механічних властивостей нетканих матеріалів на основі волокнистих відходів / Є. В. Кучеренко, Ю. О. Будащ, В. П. Плаван, О. І. Литвинова // Вісник КНУТД. – 2017. – № 4 (112). Серія “Технічні науки”. – С. 142-146.

9. Пелех Ю. А. Особливості підбору текстильних матеріалів для захисту органів дихання / Ю. А. Пелех, Л. В. Пелик // Вісник Хмельницького національного університету. – Вид-во ХНУ, 2017. – № 5. – С. 58-61.

10. Дослідження механічних властивостей багат шарових поліфункціональних матеріалів / В. М. Василенко, Н. П. Супрун, Г. В. Щуцька, М. А. Мархай // Науковий журнал “Технології та дизайн” КНУТД. – 2014. – № 3 (12). – С. 1-8.

#### REFERENCES

1. Pelyk, L. V. Ostapchuk, O. V. and Pelekh, Yu. A. (2019), Doslidzhennia stupenia tryvkosti nabyvnykh tekstyl'nykh materialiv z efektom sublimatsii, *Visnyk Khmel'nyts'koho natsional'noho universytetu*, Vyd-vo KhNU, Khmel'nyts'kyj, № 6, s. 49-52.

2. Lesia V. Pelyk, Volodymyr O. Vasylechko, Petro O. Kutsyk, Yuliia A. Peleh (2017), Innovative filters made of polyokhadiazole fibres for industrial gas and dust emissions treatment, *Adsorption Ssientse & Technology*, vol. 35(9–10) 817–824.

3. Buchkivs'ka, U. B. (2016), Doslidzhennia kompleksnoho znosu plattiano-kostiumnykh tkanyn z vykorystanniam elastanovykh nytok, *Naukovyj zhurnal “Molodyj vchenyj”*, № 4, s. 237-241.

4. Kutsenko, T. V. (2017), Vykorystannia novitnikh tekhnolohij u vyhotovlenni tekstyl'nykh

materialiv iz zadanymy vlastyvoistyamy, *Zbirnyk Kirovohrads'koho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka*, vyp. 12, Seriiia : Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity. Chastyna 2, RVV TsDPU im. V. Vynnychenka, Kropyvnyts'kyj, s. 179-184.

5. Materialoznavstvo ta osnovy tekhnolohij vyrobnytstva tovariv : navchal'no-naochnyj posibnyk, L. V. Pelyk, I. S. Polikarpov, R. V. Kyryl'chuk ta in. (2015), Vydavnytstvo L'vivs'koi komertsijnoi akademii, L'viv, 108 s.

6. Ostapchuk, O. V. Saribekov, H. S. and Tkachuk, O. L. (2014), Doslidzhennia fizyko-mekhanichnykh vlastyvoisty plattiano-kostiumnykh tkanyn, *Visnyk Khersons'koho natsional'noho universytetu*, № 3, s. 77-80.

7. Slizkov, A. M. Zajts, T. V. Pylypenko, Yu. M. and Demkivs'ka, T. I. (2015), Osoblyvosti systemy prohnouzuvannia vlastyvoisty tkanyn tekhnichnoho pryznachennia, *Visnyk KNUVD*, № 2 (84), Seriiia “Tekhnichni nauky”, c. 136-143.

8. Kucherenko, Ye. V. Budash, Yu. O. Plavan, V. P. and Lytvynova, O. I. (2017), Rehuliuivannia fizyko-mekhanichnykh vlastyvoisty netkanykh materialiv na osnovi voloknystykh vidkhodiv, *Visnyk KNUVD*, № 4 (112), Seriiia “Tekhnichni nauky”, c. 142-146.

9. Pelekh, Yu. A. and Pelyk, L. V. (2017), Osoblyvosti pidboru tekstyl'nykh materialiv dlia zakhystu orhaniv dykhannia, *Visnyk Khmel'nyts'koho natsional'noho universytetu*, Vyd-vo KhNU, Khmel'nyts'kyj, № 5, s. 58-61.

10. Vasylenko, V. M. Suprun, N. P. Schuts'ka, H. V. and Markhaj, M. A. (2014), Doslidzhennia mekhanichnykh vlastyvoisty bahatosharovykh polifunktsional'nykh materialiv, *Naukovyj zhurnal “Tekhnolohii ta dyzajn” KNUVD*, № 3 (12), c. 1-8.

*Стаття надійшла до редакції 3 квітня 2020 р.*