

Л.В. ПЕЛИК, Ю.А. ПЕЛЕХ  
Львівський торговельно-економічний університет

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАБИВНИХ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ СУБЛІМАЦІЇ

*У статті проаналізовано дослідження механічних властивостей текстильних матеріалів, у яких набивний малюнок наносився за допомогою технології сублімації. Встановлено, що розривні характеристики текстильних матеріалів визначають терміни експлуатації виробів, впливають на вибір режимів та методів оброблення тканин у швейному виробництві. Зображення поверхні текстильних матеріалів, отриманих за допомогою технології сублімації, викликають зміну їх лінійних розмірів протягом всього процесу нагрівання.*

*Ключові слова: розривальне навантаження, сублімаційний друк, механічні властивості.*

L.V. PELYK, Y.A. PELEH  
Lviv University of Trade and Economics

### RESEARCH OF MECHANICAL PROPERTIES OF PRINTED TEXTILE MATERIALS WITH THE USE OF SUBLIMATION TECHNOLOGY

*The article analyzes the mechanical properties of textile materials in which the printed pattern was applied using sublimation technology. The reliability of textile materials with drawing by sublimation technology is determined by changes in their physical characteristics and moral aging. Changes in physical characteristics occur under the influence of the external environment, both climatic (physical and chemical factors) and subject (mechanical and physical factors). It has been investigated that with increasing of the overlapping of the threads in the fabric, the angles of girth of the thread increase, and accordingly, the area of friction, the bonding of the fabric elements increases, the force of mutual pressure between the filaments of the warp and the weft, and the degree of adhesion of the fibers in the yarn, which increases the strength of the fabric. The type of processing significantly affects the tearing load of printed textile materials: boiling, bleaching, dyeing, thermal stabilization decreases the stretch ability of tissues, and operations that loosen the structure (tearing, felting) of tissues - increase it. It is established that the breaking characteristics of textile materials determine the service life of products, affect the choice of modes and methods of tissue processing in garment production. Images of the surface of textile materials obtained by sublimation technology cause their linear dimensions to change throughout the entire heating process. The stability of the sizes of textile materials throughout the lifetime is an important factor for ensuring the property of reliability and prolonging the life of their exploitation. Since the change in the linear dimensions of synthetic fiber material depends on the thermal fixing mode, textile fabrics use stable thermally fixed fibers and materials to prevent them from settling and elongating at elevated temperatures.*

*Keywords: tear load, sublimation printing, mechanical properties.*

#### Вступ

Все більшої популярності у дизайні текстильної індустрії набуває застосування сублімаційного друку. На сьогоднішній день існує велика кількість способів нанесення зображення на текстильний матеріал. Умовно їх можна поділити на декоративні (вишивка, ручний розпис) та поліграфічні (сублімаційний друк, трафаретний друк, нанесення фольги на тканину, друк флекс плівками, прямиий друк на тканинах). Необхідно враховувати, що для різних тканин підходить не кожна технологія перенесення зображення. Для аргументованого вибору технологій нанесення зображень на тканину необхідним є аналіз структури текстильного матеріалу. Сублімаційний друк – це друк, при якому фарба при температурі 180–200 °C і під дією тиску переходить з проміжного носія на поверхню, що задруковується. Для цієї технології використовуються спеціальні барвники, які після отвердіння на проміжному носії являють собою речовину для сублімації. Для якісного переносу зображення на текстильний матеріал необхідний повний контакт між проміжним носієм та задрукованою поверхнею і рівномірний розподіл температури. До основних переваг сублімаційного друку на тканинах відносять «еластичність зображення» – пофарбований шар не тріскається при розтягненні, висока стійкість до процесу прання.

Надійність текстильних матеріалів із нанесенням малюнка за допомогою технології сублімації визначають зміни їх фізичних характеристик і моральне старіння. Зміна фізичних характеристик відбувається під дією зовнішнього середовища як кліматичного (фізико-хімічні чинники), так і предметного (механічні і фізичні чинники) [1]. Особливе значення для текстильних матеріалів мають стійкість до зміни розмірів після теплового оброблення, стійкість до руйнування поверхні, стирання ступеня тривкості пофарбування.

**Постановка завдання.** Метою статті було дослідження фізичних властивостей набивних текстильних матеріалів різних за волокнистим складом з нанесеним малюнком за допомогою технології сублімації.

#### Результати досліджень

Механічні властивості текстильних матеріалів визначають терміни експлуатації швейного одягу, впливають на вибір режимів та методів оброблення тканин у швейному виробництві [2]. На властивості міцності текстильних матеріалів впливають наступні фактори:

- природна міцність волокон;
- структура пряжі та ниток: більшу міцність мають тканини, які виготовлені з більш товстої пряжі (ниток), підвищеного кручення;

- структура тканини: вид переплетення та щільність. Більшу міцність надають тканинам переплетення з частим переплетенням між собою ниток основи та утку, тобто з короткими перекриттями (наприклад, полотняне) та підвищення щільності;

- вид оброблення: валяння, мерсеризація, апретування збільшують міцність тканини, а відварювання, білення, фарбування, кислотні та лужні обробки – зменшують її.

Досліджувані зразки текстильних матеріалів отримані рогожкою, полотняним та візерунковим переплетеннями. У волокнистому складі досліджуваних текстильних матеріалів вар. 1, вар. 6–10 знаходяться волокна поліестеру, а у вар. 2–5 та вар. 11 – волокна поліестеру та бавовни. Сублімаційний друк нанесений на досліджувані текстильні матеріали у вар. 6 зображенням до барабану; у вар. 7 – зображенням до фетру; у вар. 8 – нанесено на виворіт покриття; у вар. 9 – двосторонній друк за один прохід одночасно, лицем до барабану, виворотом до фетру; у вар. 10 – двосторонній друк за один прохід одночасно, лицем до фетру виворотом до барабану. Досліджувані зразки відрізняються поверхневою щільністю від 107 г/м<sup>2</sup> до 317 г/м<sup>2</sup>, товщиною 0,28–0,97 мм.

Результати дослідження механічних властивостей текстильних матеріалів представлені у табл. 1.

Таблиця 1

**Характеристика параметрів будови досліджуваних набивних текстильних матеріалів та їх розривальне навантаження**

Вар. зразка	Вид і лінійна густина пряжі (нитки), склад сировини/текст	Вид переплетення	Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>	Товщина, мм	Розривальне навантаження, Н			
					основа		уток	
					вихідні дані	після нанесення сублімаційного друку	вихідні дані	після нанесення сублімаційного друку
1	2	4	5	6	7	8	9	10
1	100% ПЕ	Візерункове	139	0,44	1313	1263	1213	1157
2	50% ПЕ 50% Бавовна	Полотняне	114	0,30	561	665	492	547
3	85% ПЕ 15% Бавовна	Рогожка	227	0,58	1146	1165	1777	1789
4	45% ПЕ 55% Бавовна	Полотняне	107	0,28	312	339	432	536
5	50% ПЕ 50% Бавовна	Полотняне	119	0,31	612	683	490	543
6	100% ПЕ	Полотняне	186	0,43	1560	1520	1328	1260
7	100% ПЕ	Полотняне	186	0,42	1560	1520	1328	1260
8	100% ПЕ	Рогожка	313	0,93	1440	1387	1290	1134
9	100% ПЕ	Рогожка	317	0,97	1440	1345	1290	1145
10	100% ПЕ	Рогожка	317	0,96	1440	1355	1290	1153
11	60% ПЕ 40% Бавовна	Полотняне	223	0,55	877	963	1101	1179

Аналіз отриманих даних табл. 1 показує, що розривальне навантаження набивних текстильних матеріалів залежить від їх структурних показників і, перш за все, від природної міцності волокон, що входять у структуру матеріалу. Так, найбільше розривальне навантаження знаходиться у вар.6 та вар.7 і становить за основою 1560 Н та за утком – 1328 Н. Висока міцність тканини з волокна поліестеру забезпечує довготривалий термін придатності при використанні цієї тканини в якості меблевих текстильних матеріалів, що являється перевагою порівняно з іншими досліджуваними тканинами. У досліджуваних зразках із волокон поліестеру вар. 8, вар. 9 та вар. 10 розривальне навантаження становить за основою 1440 Н і за утком – 1290 Н при найбільшій поверхневій густині – 317 г/м<sup>2</sup>. Найменше розривальне навантаження знаходиться у вар. 4, який містить 45% волокна поліестеру та 55% волокна бавовни і становить за основою 312 Н та за утком – 432 Н. За інших рівних умов найбільшу міцність мають тканини з синтетичних ниток.

Зі збільшенням перекриття ниток у тканині збільшуються кути обхвату ниток, і відповідно, площа тертя, зв'язаність елементів тканини збільшується, збільшується сила взаємного тиску між нитками основи та утку і ступінь зчеплення волокон у пряжі, внаслідок чого зростає міцність тканини [3]. Так, найбільше розривальне навантаження із досліджуваних зразків із волокон поліестеру полотняного переплетення характеризуються вар. 6 та вар. 7 і становить за основою 1560 Н та за утком – 1328 Н. Досліджуваний зразок вар. 1 із волокон поліестеру характеризується візерунковим переплетенням і меншим розривним навантаженням, що становить за основою 1313 Н та за утком – 1213 Н.

Ткацьке переплетення рогожка являється похідним переплетенням від головного – полотняного. Його отримують при одночасному збільшенні основних і уткових перекриттів і має характерний візерунок

у вигляді квадратів. Це пояснює збільшення товщини у досліджуваних текстильних матеріалах вар. 8, вар. 9 та вар. 10, яка становить 0,93 мм, 0,97 мм та 0,96 мм відповідно.

З аналізу отриманих даних видно, що на міцність набивних тканин впливає вид переплетення. Встановлено, що з коротким перекриттям основи та утоку збільшується взаємний зв'язок її елементів, тобто волокон і ниток, що призводить до збільшення міцності матеріалу. Так, при однаковій товщині вар. 6 характеризується полотняним переплетенням і розривальне навантаження є вищим і становить за основою 1560 Н та за утком – 1328 Н, ніж вар. 1 – 1313Н і 1213Н відповідно візерункового переплетення.

Суттєво впливає на розривальне навантаження набивних текстильних матеріалів вид оброблення: відварювання, білення, фарбування, термічна стабілізація зменшує розтяжність тканин, а операції, які розпушують структуру (ворсування, валяння) тканин, – збільшують її. Встановлено, що у досліджуваних зразках із волокон поліестеру після нанесення малюнку технологією сублімації розривальне навантаження зменшилось і знаходиться у межах за основою 1263Н – 1520Н і за утком 1157Н – 1260Н.

Збільшення лінійної щільності ниток (пряжі), підвищення фактичної щільності тканини, застосування переплетень з короткими перекриттями і багат шарових переплетень, проведення валки, мерсеризації, апретування, нанесення плівкових покриттів призводять до підвищення міцності тканин. Відварювання, білення, фарбування, ворсування дещо знижують міцність. Досліджено, що у зразках набивних текстильних матеріалів полотняного переплетення із волокон поліестеру та бавовни після сублімаційного друку розривальне навантаження збільшилось за основою та утком. Так, у досліджуваних зразках вар. 2, вар. 3, вар. 4, вар. 5 та вар. 11 розривальне навантаження збільшилось і знаходиться у межах за основою 339Н – 1165Н і за утком 536Н – 1789Н.

Стабільність розмірів текстильних матеріалів протягом всього терміну експлуатації є важливим фактором для забезпечення властивості надійності і продовження терміну їх експлуатації. Оскільки зміна лінійних розмірів матеріалу з синтетичних волокон залежить від режиму термофіксації, при виготовленні текстильних виробів використовуються стабільні термофіксовані волокна та матеріали, щоб не допустити їх зсідання та видовження при підвищених температурах.

Результати дослідження зміни лінійних розмірів набивних текстильних матеріалів представлені у табл. 2.

Таблиця 2

**Зміна лінійних розмірів після технології сублімації досліджуваних набивних текстильних матеріалів**

Вар. зразка	Вид і лінійна густина пряжі (нитки), склад сировини/текст	Вид переплетення	Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>	Товщина, мм	Зміна лінійних розмірів після технології сублімації, %	
					основа	уток
1	2	4	5	6	7	8
1	100% ПЕ	Візерункове	139	0,44	-1,3	-1,5
2	50% ПЕ 50% Бавовна	Полотняне	114	0,30	-1,8	-1,7
3	85% ПЕ 15% Бавовна	Рогожка	227	0,58	-2,2	-1,3
4	45% ПЕ 55% Бавовна	Полотняне	107	0,28	-0,5	-1,9
5	50% ПЕ 50% Бавовна	Полотняне	119	0,31	-1,5	-1,3
6	100% ПЕ	Полотняне	186	0,43	-1,5	-1,6
7	100% ПЕ	Полотняне	186	0,42	-1,8	-2,2
8	100% ПЕ	Рогожка	313	0,93	-2,0	-3,7
9	100% ПЕ	Рогожка	317	0,97	-2,0	-3,7
10	100% ПЕ	Рогожка	317	0,96	-2,0	-4,2
11	60% ПЕ 40% Бавовна	Полотняне	223	0,55	-3,2	-2,7

Зміна величини лінійних розмірів залежить від факторів, які сприяють розвитку процесу релаксації і встановленню рівноваги ниток у структурі матеріалу. До них відносять хімічний склад волокна, співвідношення лінійного заповнення за основою й утком, вид переплетення, щільність ниток у тканинах, спосіб виробництва текстильного матеріалу, зсідання його каркасного матеріалу, процес оброблення, а також умови експлуатації.

Технологія сублімації нанесення малюнку на текстильні матеріали викликає зміну їх лінійних розмірів протягом всього процесу нагрівання, яка знаходиться у межах 0,5–3,2% за основою та 1,3–4,2% за

утоком [4].

Досліджувані зразки вар. 1–6 піддавалися обробленню – термофіксації, яка зменшила величину лінійних розмірів і призвела до їх стабілізації під час нагрівання. Це пояснюється тим, що при термофіксації в процесі оброблення створюються умови для зняття напруги, набутої текстильним матеріалом у процесі ткацтва. Оскільки натяг набивної тканини при термофіксації, перешкоджає досягати повного відновлення деформації сирової тканини, внаслідок деформування та розпрямлення ниток (особливо основи) створюється додаткова можливість до подальшої зміни лінійних розмірів готової тканини. Це спостерігається у досліджуваних зразках вар. 7–11 внаслідок нанесення малюнку сублимаційним друком під впливом високих температур, в процесі яких відбувається зростання зміни лінійних розмірів набивних текстильних матеріалів.

### Висновки

Метод сублимації відноситься до цифрових способів перенесення зображення на текстильний матеріал. У сучасній поліграфії він стоїть в перших рядах за продуктивністю, так як дозволяє в короткі терміни отримувати відбитки практично на будь-яких поверхнях і при цьому гарантує відмінну якість. Сублимаційний друк – непрямий вид друку, так як перенесення барвника відбувається через проміжний носій. В основному в якості такого використовується папір. Термоперенос сублимаційної фарби на запечатувану поверхню тканини відбувається під впливом тиску преса.

Досліджено, що показники розривних характеристик, що визначають експлуатаційні властивості набивних текстильних матеріалів, залежать від їх будови. Будова текстильних полотен визначається їх волокнистим складом, товщиною, поверхневою густиною і розташуванням волокон у ньому.

Встановлено, що зміна лінійних розмірів набивних текстильних матеріалів відбувається через зменшення довжини ниток і перебудову структури (зміна фази будови і зменшення відстані між нитками), які є наслідком релаксаційного процесу. Релаксаційний процес обумовлений тепловими коливаннями, які викликають переміщення окремих ланок чи макромолекул.

Технологія сублимації дозволяє переносити фарбу практично на будь-які поверхні текстильного матеріалу. Однак головна особливість процесу полягає в тому, що сублимаційна фарба адгезує тільки з полімерними сполуками. Найбільш якісні відбитки виходять на чистому текстильному матеріалі, виготовленому із волокон поліестеру. Порівняно з класичними способами перенесення фарби сублимаційний друк – це просто вершина сучасності. Вона не обмежує користувача у обсязі тиражу, ні в матеріалах, ні навіть у формі виробів, що виготовляються.

### Література

1. Бучківська У. Б. Дослідження комплексного зносу платтяно-костюмних тканин з використанням еластанових ниток / У. Б. Бучківська // Молодий вчений. – 2016. – № 4. – С. 237–241.
2. Пелик Л.В. 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.
3. Пелик Л.В. Наукові основи формування асортименту та якості фільтрувальних текстильних матеріалів : монографія / Л.В. Пелик. – Львів : Видавництво Львівської комерційної академії, 2010. – 260 с.
4. Пелик Л.В. Дослідження ступеня тривкості набивних текстильних матеріалів з ефектом сублимації / Л.В. Пелик, О.В. Остапчук, Ю.А. Пелех // Вісник Хмельницького національного університету. – 2019. – № 6. – С. 49–52.

### References

1. Buchkivska U.B. Investigation of the complex wear of dress fabrics with the use of elastane yarns. Scientific journal "Young scientist". 2016. № 4. P. 237-241.
2. Pelyk L.V., Polikarpov I.S., Kirylchuk R.V. et al. Material science and fundamentals of commodity production technologies. Tutorial – manual. Lviv: Publisher of the Lviv Commercial Academy, 2015. 108 p.
3. Pelyk L.V. Scientific bases of formation of assortment and quality of filter textile materials: monograph. Lviv: Publisher of the Lviv Commercial Academy, 2010. 260 p.
4. Pelyk L.V., Ostapchuk O.V., Pelekh Y.A. The study of the degree of durability of stuffed textile materials with sublimation effect. Bulletin of the Khmelnytsky National University, 2019. № 6. P. 49–52.

Рецензія/Peer review : 24.1.2020 р.

Надрукована/Printed : 14.2.2020 р.  
Рецензент: д.т.н., проф. Семак Б.Д.