

**ВЛАСТИВОСТІ ТРИКОТАЖНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ КОМПРЕСІЙНИХ ВИРОБІВ**

Необхідний тиск на тіло людини забезпечується такими властивостями полотна як розтяжність та пружність, а також конструктивними особливостями самих виробів: розмірами та формою. Переважна більшість досліджень еластичних матеріалів стосується визначення їх деформаційних властивостей за діаграмами розтягування, а також при випробуваннях за циклом навантаження - розвантаження - релаксація. Метою роботи є дослідження параметрів структури та властивостей осново'язаного еластичного полотна утокового переплетення, яке вироблено на машині 18 класу з поліефірних ниток з прокладанням еластомерних ниток у якості повздовжнього утоку за рапортом 2:1. Дане полотно призначене для застосування у якості тасьм бандажних виробів реабілітаційного та профілактичного призначення. Вміст еластомерної нитки в трикотажі варіювали ступенем її попереднього видовження перед входом до зони в'язання за рахунок зміни співвідношення швидкостей обертання ниткоподаючих валів, яке в даному дослідженні варіювали кількістю зубців ведучої та веденої шестерен в зоні подачі. В результаті спланованого експерименту попереднє видовження еластомерної нитки становило від 280 до 395 %, що призвело до варіювання вмісту еластомеру в межах 52÷45 та 42÷36 % у полотні з поперечним утком лінійної густини 33,4 та 66,8 текс відповідно. У результаті аналізу результатів дослідження параметрів структури та властивостей осново'язаного еластичного полотна встановлено, що лінійна густина нитки поперечного утоку впливає на товщину, щільність по вертикалі та поверхневу густину трикотажу, в той час як попереднє видовження еластомерної нитки перед входом до зони в'язання має суттєвий вплив на переважну більшість досліджуваних властивостей, зокрема повну деформацію вздовж петельних стовпчиків та її швидкооборотну складову.

Ключові слова: еластичний трикотаж, осново'язаний трикотаж, утокове переплетення, компресійні вироби, параметри структури, розтяжність.

O. KYZYMCHUK, L. MELNYK, M. GUSAR, A. LATYSHOVA

Kyiv National University of Technologies and Design

**THE PROPERTIES OF KNITTED MATERIALS FOR COMPRESSION GARMENT**

The necessary pressure of compress garment on the human body is provided by such fabrics properties as elongation and elasticity, as well as the structural features of the product themselves: size and shape. The studies majority of elastic materials relate to the determination of their deformation properties by tensile diagrams, as well as by tests on the load - unload - relaxation cycle. The purpose of the study is to investigate the structure's parameters and properties of the elastic warp knitted fabric of filling interlooping. All samples of elastic fabric have been produced on 18 gauge machine from polyester yarns with elastomeric filaments as a longitudinal weft which in-layed according to 2: 1 repeat. This elastic fabric is intended for use as supporting products for rehabilitation and prophylactic purposes. The content of the elastomeric yarn in the knitted material is varied by the degree of its pre-elongation before the knitting zone, which in this study have been changed by the teeth number of the drive and driven gears in the feed area. As a result of the planned experiment, the pre-elongation of the elastomeric filament was from 280 to 395%, which resulted in variation of the elastomer content within 52 ÷ 45 and 42 ÷ 36% in the fabrics with a weft inserted yarn of 33.4 and 66.8 tex respectively. As a result of the analysis of the structure's parameters and properties of the elastic warp knitted fabric, it is established that the linear density of the weft yarn influences the thickness, the vertical density and the surface density of the fabric, while the pre-elongation of the elastomer yarn has significant influence on the majority of the investigated properties, including full deformation wale wise and its elastic component.

Keywords: elastic material, warp knitted fabric, filling interlooping, compression garment, structure's parameters, stretchability.

**Стан проблеми**

Компресійні трикотажні вироби призначені для забезпечення дозованого тиску на ділянку тіла людини. Вироби цієї групи є ефективними функціональними засобами як лікування, так і профілактики ряду захворювань: варикозного розширення вен, наслідків опіків, післяопераційних і посттравматичних набряків [1]. При проектуванні трикотажних виробів компресійного призначення повинно бути забезпечено виконання ряду вимог [2]:

- збереження початкового стану виробів і забезпечення заданого рівня компресії при їх експлуатації;
- гарантія комфортності виробів для споживачів упродовж усього періоду застосування;
- опір напруженням, які виникають у виробках при їх активному використанні.

Високоякісний компресійний виріб це виріб, який здатний зберігати заданий рівень компресії упродовж усього регламентованого періоду експлуатації. Необхідний тиск на тіло людини забезпечується такими властивостями полотна як розтяжність та пружність, а також конструктивними особливостями самих виробів: розмірами та формою. Висока залишкова деформація, значна зміна лінійних розмірів після прання впливають на розміри виробу та структуру трикотажного полотна, що негативно позначається на компресійних властивостях виробів в процесі їх експлуатації.

При експлуатації виробів, які щільно облягають тіло людини та створюють компресійний ефект, високорозтяжний (еластичний) матеріал повторює контури тіла людини та накопичує залишкові деформації в найбільш опуклих місцях. Таким чином, на відміну від статичного навантаження, зі зростанням ступеня розтягування матеріалу відбувається збільшення частки залишкових деформацій на окремих ділянках компресійного одягу та зміна структури матеріалу, що призводить до зміни його властивостей та погіршення зовнішнього вигляду виробу. Тому основним фактором зміни форми і розмірів одягу, зокрема компресійного, є накопичення циклічної залишкової деформації та зміна щільності трикотажу внаслідок зміни товщини полотна [3].

Вивченням характеристик механічних властивостей трикотажних полотен займаються вчені по всьому світові [4–6], що підтверджує велику зацікавленість до проблеми та її актуальність. Результати подібних досліджень можуть використовуватися при конструюванні деталей одягу, його виготовленні, розробці нових матеріалів з поліпшеними властивостями [7].

Так, при виготовленні виробу, який щільно облягає тіло, з високорозтяжних матеріалів деталі викроюються меншого розміру, ніж з матеріалів звичайної розтяжності. При цьому дотримується вимога збереження умов для нормального кровообігу та інших фізіологічних процесів в організмі людини. Гранично допустима величина тиску на тіло людини не повинна перевищувати 1330-2000 Па [3]. В той же час, на ділянці щільного облягання тиск виробу на тіло прямо пропорційний напрузі ( $\sigma$ ), що виникає в полотні при розтягуванні, і обернено пропорційний радіусу кривизни ( $R$ ) контуру поперечного перерізу виробу. Таким чином, при однаковому навантаженні тиск на тіло полотен, які мають різну розтяжність, різний [8].

Тиск, який створює виріб на тіло, є основним показником призначення компресійних трикотажних виробів, який залежить від навантажень, що виникають при розтягуванні трикотажу упродовж експлуатації виробу. Так при дослідженні тиску, який створює еластичний основов'язаний трикотаж на тіло людини встановлено його залежність від параметрів в'язання та умов експлуатації виробу [9]. В результаті реалізації двофакторного експерименту виявлено, що тиск полотна на тіло людини залежить від попереднього видовження еластомерної нитки, а також від видовження полотна та діаметру кривизни поверхні охоплення.

Проектування компресійних виробів зазвичай ґрунтується на аналізі експериментальних залежностей розподіленого навантаження (або напруги) трикотажу від відносної деформації, одержуваних, як правило, при постійній швидкості наростання деформації (діаграм розтягування) [10]. Отже, переважна більшість досліджень еластичних матеріалів стосується визначення їх деформаційних властивостей за діаграмами розтягування, а також при випробуваннях за циклом навантаження – розвантаження – релаксація.

Однак під час експлуатації компресійного виробу тиск на тіло не постійний, а зменшується поступово до деякого рівноважного значення. Автори [11] пропонують прогнозувати деформаційні властивості трикотажного полотна на підставі узагальненої механічної моделі Максвелла, яка характеризується двома середніми термінами релаксації і дозволяє достовірно моделювати процеси релаксації напружень, а також режим розтягування з постійною швидкістю наростання відносного подовження трикотажу для компресійних медичних виробів. Це дозволяє прогнозувати залежність рівноважної складової напруги від деформації. Запропонований метод ідентифікації параметрів механічної моделі передбачає наявність лише однієї кривої релаксації напружень у часі спостереження, порівнянням з часом закінчення уповільнених процесів релаксації напруги, що дозволяє істотно скоротити час випробувань.

Здебільшого деформаційні властивості текстильних матеріалів визначають на підставі одноциклових досліджень за циклом навантаження – розвантаження – релаксація [12]. В результаті отримують показники повної деформації трикотажу при навантаженнях, які менші за розривні, та її складових, а також частки швидкооборотної, повільнооборотної та залишкової деформації в повній. Існує декілька методів визначення деформаційних характеристик текстильних матеріалів, які відрізняються тривалістю та умовами проведення досліджень. Аналіз стандартних методик дослідження деформаційних характеристик еластичного полотна [13] дозволив сформулювати рекомендації щодо ефективності використання кожної з них.

### Постановка завдання

*Метою* роботи є дослідження властивостей основов'язаного еластичного полотна, яке вироблено на основов'язальній тамбурній машині ТСН 18 класу і призначене для застосування у якості тасьм бандажних виробів реабілітаційного та профілактичного призначення.

*Об'єкт дослідження.* Ґрунтовим переплетенням досліджуваних полотен є ланцюжок, для якого використано поліефірну нитку лінійної густини 16,7 текс. Еластомерну нитку діаметром 0,8 мм вводять в структуру трикотажу як подовжній уток. Для зменшення поверхневої густини трикотажу та витрат еластомерної нитки її прокладають за рапортом 2:1. Для поперечного утоку застосовують поліефірні нитки 16,7 текс, які прокладають в 2 або 4 складень з обох боків полотна для забезпечення поєднання окремих ланцюжків в полотно та надійного перекриття еластомерної нитки в структурі.

Параметри структури та властивості трикотажного полотна, яке містить в структурі еластомерну нитку, залежить, перш за все, від її вмісту, яке можна регулювати як рапортом прокладання, так і ступенем попереднього видовження перед входом до зони в'язання. Попереднє видовження еластомерним ниткам на основов'язальних машинах обраного типу забезпечують співвідношенням швидкості обертання ниткоподаючих валів, яке в даному дослідженні варіювали кількістю зубців шестерен в зоні подачі: ведучої  $z_1$  – 27, 29, 31 та веденої  $z_2$  – 21, 23, 25, в результаті чого отримано 14 варіантів еластичного трикотажу (табл. 1). Інші технологічні умови в'язання (кількість ниток у заправці, натяг ґрунтової та поперечних утокових ниток, сила відтягування полотна) залишалися сталими.

*Методи дослідження.* Після в'язання усі полотна приведено в умовно-рівноважений стан шляхом відпарювання та відлежування упродовж 24 годин. Параметри структури полотна визначено відповідно до ГОСТ 8845 – 87 (поверхнева густина), ГОСТ 8846 – 87 (кількість петельних стовпчиків та рядів) та ДСТУ ISO 5084 – 2004 (товщина). Дослідження показників розтяжності проводили на релаксометрії стійка відповідно до ГОСТ 16218.9-89 при навантаженні 25 Н, яке обрано за кількістю та діаметром еластомерних ниток в зразку.

Кількість петельних рядів у 100 мм трикотажу є показником, який визначає щільність трикотажу по вертикалі і зворотно залежить від висоти петельного ряду, а отже від довжини повздовжньої еластомерної нитки, яка припадає на одну петлю ланцюжка, що підтверджують отримані графічні залежності (рис. 1.в). Показник зростає зі збільшенням попереднього видовження еластомерної нитки і є більшим у варіантах

полотна, в якому як поперечний уток використано поліефірну нитку лінійною густиною 33,4 текс.

Таблиця 1

## Характеристика дослідних зразків трикотажу

№ з/п	Технологічні умови		Попереднє видовження еластомерної нитки, $\varepsilon$ , %	Вміст еластомеру в полотні, $E$ , %	
	лінійна густина поперечного утоку	кількість зубців шестерні			
		ведучої $z_1$			веденої $z_2$
1	33,4 текс	27	21	280	51.4
2	33,4 текс	27	23	300	49,0
3	33,4 текс	27	25	330	47.4
4	33,4 текс	29	23	330	47.7
5	33,4 текс	29	25	365	45.4
6	33,4 текс	31	23	360	45.3
7	33,4 текс	31	25	395	44.7
8	66,8 текс	27	21	280	41.5
9	66,8 текс	27	23	300	39.8
10	66,8 текс	27	25	330	37.6
11	66,8 текс	29	23	330	38.2
12	66,8 текс	29	25	365	35.8
13	66,8 текс	31	23	360	36.5
14	66,8 текс	31	25	395	36.5

## Результати експериментальних досліджень

Результати аналізу сировинного складу еластичних основов'язаних полотен показали (табл. 1), що збільшення попереднього видовження еластомерної нитки, яку використовують як повздовжній уток, від 280 до 395 % призводить до зменшення її вмісту в полотні на 5÷7 %. Це можна пояснити зростанням щільності трикотажу внаслідок релаксації високорозтяжної нитки в структурі полотна. Залежності вмісту еластомерної нитки в трикотажі ( $E$ ) від його попереднього видовження ( $\varepsilon$ ) перед зоною в'язання може бути описано наступними рівняннями:

для трикотажу з поперечним утком 33,4 текс ( $R^2 = 0,94$ )

$$E = 67,0 - 0,06 \varepsilon, \% \quad (1)$$

для трикотажу з поперечним утком 66,8 текс ( $R^2 = 0,85$ )

$$E = 54,1 - 0,05 \varepsilon, \% \quad (2)$$

Результати дослідження параметрів структури еластичного основов'язаного трикотажу, які відображають середні значення 10 паралельних вимірів, наведено у таблиці 2, а відповідні графічні залежності – на рис. 1. Отримані дані показують, що для трикотажного полотна усіх досліджуваних варіантів стабільними є два взаємозалежних параметри: кількість петельних стовпчиків у 100 мм, яка дорівнює 80, та довжина поперечної утокової нитки, яка припадає на 1 петлю і становить у середньому 1,36 мм. Ці показники залежать, головним чином, від голкового кроку, тобто від класу основов'язальної машини, а так як усі зразки вироблено на тому самому обладнанні, то і показник незмінний. Товщина трикотажного полотна є функцією кількості та діаметру ниток, які її утворюють. Отже, в межах проведених досліджень вона залежить лише від лінійної густини (33,4 текс або 66,8 текс) поперечної утокової нитки і становить у середньому 1,35 мм та 1,41 мм відповідно.

Отримані результати показують, що попереднє видовження еластомерної нитки суттєво впливає як на її довжину, яка припадає на одну петлю ланцюжка (рис. 1.а), так і на довжину нитки в петлі ланцюжка (рис. 1.б). Зі зростанням попереднього видовження від 280 до 395 % довжина еластомерної нитки, яка припадає на одну петлю в структурі, зменшується на 10 % незалежно від лінійної густини поперечного утоку. Слід зазначити, що даний параметр у варіантів трикотажу з поперечною утоковою ниткою лінійної густини 33,4 текс на 10 % менший, ніж відповідних варіантів з поперечною утоковою ниткою лінійної густини 66,8 текс. Зростання вхідного параметру призводить, також, до зменшення довжини нитки в петлі ґрунтового переплетення ланцюжок, що можна пояснити зміною напружень в зоні відтягування полотна, адже сила відтягування трикотажу є визначальним параметром довжини нитки в петлі ґрунту на даному типі обладнання. При цьому тенденція більш виражена у трикотажу з поперечним утком 33,4 текс, у якого в межах досліду значення параметру зменшується на 10 %, в той час як при використанні поперечного утоку 66,8 текс – лише на 5 %. Слід зазначити, що при попередньому видовженні еластомера на 280 % довжина нитки в петлі ланцюжка обох варіантів утоку практично однакова, а при видовженні на 395 % відрізняється майже на 10 %. Дані результати можна пояснити збільшенням площі контакту між поперечним утком і еластомерними нитками, внаслідок чого зростають сили тертя, що впливає на ступінь релаксації еластомеру в структурі трикотажу.

Поверхнева густина полотна визначає матеріалоемність трикотажу та вагу кінцевого виробу з нього. Результати проведених досліджень показують (рис. 1.г), що поверхнева густина трикотажу досліджуваних варіантів зростає на 10 % при використанні нитки поперечного утоку подвосної лінійної густини та на 7 % зі збільшенням попереднього видовження еластомерної нитки, що є наслідком, головним чином, збільшення щільності трикотажу по вертикалі. В результаті аналітичної обробки експериментальних даних встановлено аналітичну залежність поверхневої густини еластичного основов'язаного трикотажу від відсоткового вмісту

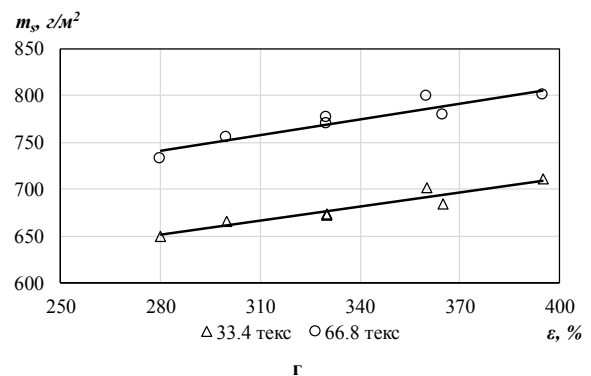
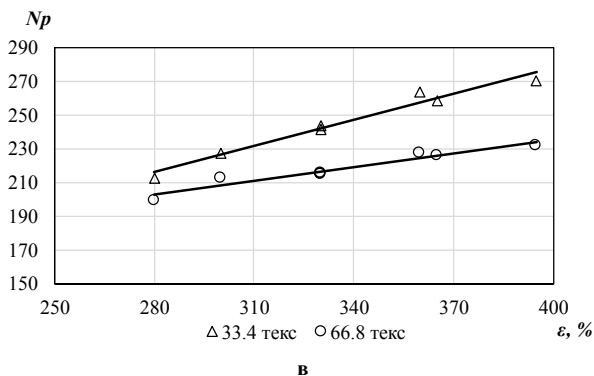
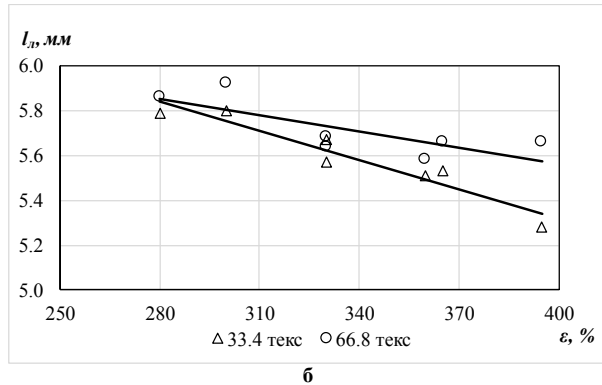
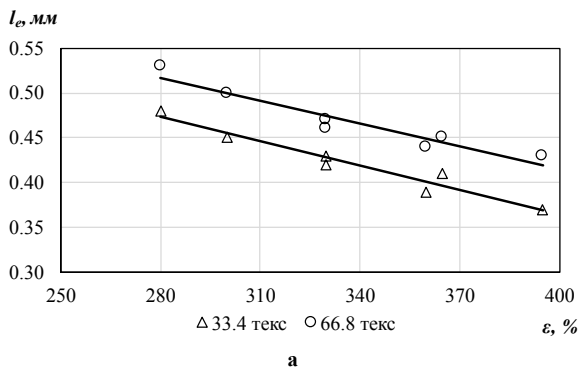
еластомерної нитки, яка з високою точністю ( $R^2 = 0,97$ ) відображає встановлену тенденцію:

$$m_s = 1148,4 - 9,9 E, \text{ г/м}^2 \quad (3)$$

Таблиця 2

**Параметри структури еластичного основ'язаного трикотажу**

№ з/п	Вміст еластомер у в полотні, E, %	Кількість у 100 мм петельних		Довжина нитки в петлі, мм			Товщина, M, мм	Поверхнева густина, $m_s$ , г/м <sup>2</sup>
		стовпчиків $N_{ст}$	рядів $N_p$	ланцюжка $l_n$	поперечного утоку, $l_y$	повздожнього утоку, $l_e$		
1	51.4	80	213	5,79	1,36	0,48	1.34	650.4
2	49,0	80	228	5,80	1,36	0,45	1.33	666.4
3	47.4	80	242	5,77	1,36	0,43	1.37	672.8
4	47.7	80	244	5,57	1,36	0,42	1.34	673.6
5	45.4	80	259	5,73	1,37	0,41	1.35	685.2
6	45.3	80	264	5,51	1,37	0,39	1.37	702.4
7	44.7	80	271	5,28	1,36	0,37	1.35	710.8
8	41.5	80	200	5,86	1,36	0,53	1.40	733.2
9	39.8	80	213	5,92	1,36	0,50	1.40	755.6
10	37.6	80	215	5,64	1,36	0,47	1.40	769.6
11	38.2	80	216	5,68	1,35	0,46	1.45	776.0
12	35.8	80	226	5,66	1,36	0,45	1.41	779.6
13	36.5	80	228	5,58	1,35	0,44	1.41	798.8
14	36.5	80	232	5,66	1,36	0,43	1.40	800.4



**Рис. 1. Залежність параметрів структури від попереднього видовження еластомерної нитки ε: а) довжина еластомерної нитки на 1 петлю ланцюжка; б) довжина нитки в петлі ланцюжка; в) кількість петельних рядів у 100 мм; г) поверхнева густина полотна**

В межах проведеного дослідження збільшення вмісту еластомерної нитки в полотні на 15 % призвело до зменшення поверхневої густини трикотажу на 125 г, що становить майже 20 %.

Дослідження деформації трикотажу проводили при розтягуванні полотна вздовж петельних стовпчиків – у напрямку прокладання еластомерної нитки. Для кожного з варіантів проведено по три паралельних досліди. Отримані діаграми зміни довжини зразків у часі показали гарну збіжність результатів, що підтверджує їх достовірність. Середні результати розрахунків повної деформації та її складових наведено у таблиці 3, а графічні зображення залежностей – на рис. 2.

В результаті проведених досліджень встановлено, що повна деформація еластичного основ'язаного трикотажу при розтягуванні уздовж петельних стовпчиків (в напрямку прокладання еластомерної нитки) становить від 120 % до 145 %, що дозволяє використовувати їх у бандажних та інших медичних виробах лікувально-профілактичного призначення. Повна деформація досліджуваних варіантів трикотажу прямопропорційно залежить від попереднього видовження еластомерної нитки і практично не

залежить від лінійної густини поперечної утокової нитки (рис. 2.а). Найбільшу частку (0,85÷0,90) у повній становить швидкооборотна складова (рис. 2.б), значення якої також зростає зі збільшенням рівня попереднього видовження еластомерної нитки.

Таблиця 3

**Деформаційні характеристики еластичного основов'язаного трикотажу**

№ з/п	Вміст еластомеру в полотні, $E$ , %	Повна деформація, $\varepsilon_n$ , %	Складові деформації, %			Частки складових у повній		
			швидкооборотна, $\varepsilon_1$	повільнооборотна, $\varepsilon_2$	залишкова, $\varepsilon_3$	$\Delta_1$	$\Delta_2$	$\Delta_3$
1	51.4	119,3	102,0	14,0	3,3	0,85	0,12	0,03
2	49,0	128,3	111,7	14,3	2,3	0,87	0,11	0,02
3	47.4	127,7	111,0	15,0	1,7	0,87	0,12	0,01
4	47.7	128,0	111,3	14,3	2,3	0,87	0,11	0,02
5	45.4	130,7	114,3	14,7	1,7	0,88	0,11	0,01
6	45.3	128,7	111,3	15,0	2,3	0,87	0,11	0,02
7	44.7	143,0	125,3	14,7	3,0	0,88	0,10	0,02
8	41.5	124,0	105,7	15,7	2,7	0,85	0,13	0,02
9	39.8	134,3	117,7	14,3	2,3	0,88	0,10	0,02
10	37.6	138,3	120,7	15,0	2,7	0,87	0,11	0,02
11	38.2	128,0	112,7	15,0	0,3	0,88	0,12	0,00
12	35.8	138,0	122,7	14,3	1,0	0,89	0,10	0,01
13	36.5	133,0	118,0	14,0	1,0	0,89	0,10	0,01
14	36.5	137,0	122,0	13,7	1,3	0,89	0,10	0,01

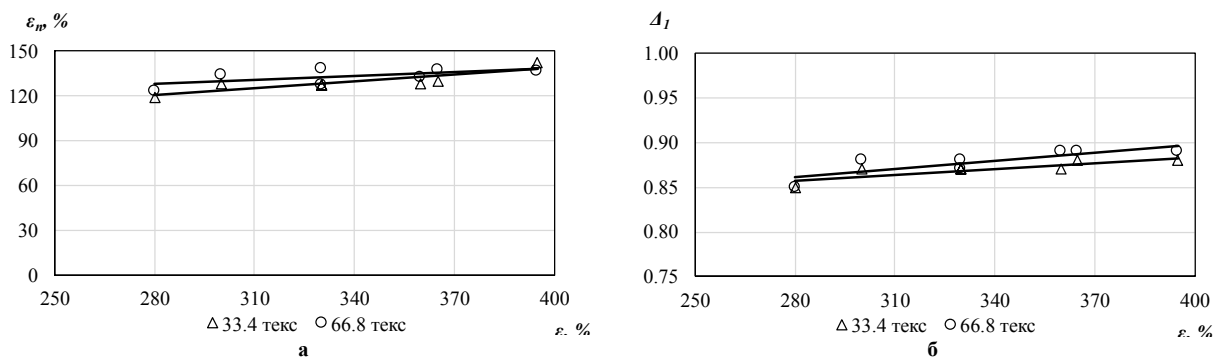


Рис. 2. Залежність деформаційних показників від попереднього видовження еластомерної нитки  $\varepsilon$ : а) повна деформація; б) частка швидкооборотної складової

Слід зазначити, що залишкова деформація еластичного основов'язаного трикотажу досліджуваних варіантів становить 0,5÷3,5 %. В межах експерименту не встановлено впливу вхідних параметрів на значення залишкової деформації, яка є незначною, а тому не впливатиме на якість лікувально-профілактичних виробів, для виготовлення яких розроблено даний еластичний трикотаж.

**Висновки**

У результаті аналізу результатів дослідження властивостей основов'язаного еластичного полотна утокового переплетення, яке вироблено на машині 18 класу з поліефірних ниток з прокладанням еластомерної нитки в якості повздовжнього утоку за рапортом 2:1, встановлено наступне:

- лінійна густина нитки поперечного утоку впливає на товщину, щільність по вертикалі та поверхневу густину трикотажу, а також в меншому ступені, на довжину нитки в петлі ґрунтового переплетення ланцюжків;

- попереднє видовження еластомерної нитки перед входом до зони в'язання має суттєвий вплив на переважну більшість досліджуваних властивостей: збільшення видовження з 280 % до 395 % призводить до збільшення кількості петельних рядів у 100 мм на 15÷20 %, поверхневої густини – на 7÷10 %; повної деформації вздовж петельних стовпчиків – на 25 % та зменшення вмісту еластомерної нитки в полотні – на 5÷7 %; довжини нитки в петлі ґрунтового переплетення ланцюжок та довжини еластомерної нитки, яка припадає на одну петлю ланцюжка, – на 10 %.

**Література**

1. Liu Rong. A critical review on compression textiles for compression therapy: Textile-based compression interventions for chronic venous insufficiency / Rong Liu, Xia Guo, Terence T Lao and Trevor Little // Textile Research Journal – 2017. – Vol. 87(9). – P. 1121–1141.
2. Маринкина М. А. К вопросу учета стабильности нагрузки, оказываемой компрессионными изделиями в процессе эксплуатации / М. А. Маринкина, Л. Л. Чагина, С. Е. Проталинский, М. С. Богатырева // Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 2015. – № 5 (359). – С. 118–123.

3. Максудов Н. Б. Анализ деформационных свойств высокоэластичных трикотажных полотен для проектирования спортивной одежды / Н. Б. Максудов, Ф. У. Нигматова, Ж. К. Юлдашев, Р. Р. Абдувалиев // *Universum: технические науки* : электрон. научн. журн. – 2018. – № 9 (54).
4. Sular V. Cyclic deformation properties of knitted sportswear fabric by different test methods / V. Sular, A. Okur and E. Ozcelik // *Industria Textila*. – 2017. – Vol. 68(3). – P. 176–185.
5. Kyzymchuk O. Stretch properties of elastic knitted fabric with pillar stitch / O. Kyzymchuk, L. Melnyk // *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*. – 2018. – Vol. 13, No. 4, October-December. – P. 1–10.
6. Maqsood M. Comparison of compression properties of stretchable knitted fabrics and bi-stretch woven fabrics for compression garments / M. Maqsood, Y. Nawab, J. Umar, M. Umair & K. Shaker // *The Journal of The Textile Institute* – 2017. – Vol. 108 (4). – P. 522–527.
7. Надежная Н. Л. Разработка конструкции трикотажного компрессионного рукава медицинского назначения / Н. Л. Надежная, А. В. Чарковский, Н. Г. Луд, Е. А. Шляхтунов // *Вестник Витебского государственного технологического университета*. – 2014. – Вып. 27. – С. 53–61.
8. Мязина Ю.С. Особенности деформации трикотажных полотен при технологических и эксплуатационных воздействиях. / Ю. С. Мязина // *Известия ВУЗов. Технология текстильной промышленности*. – 2008. – № 2. – С. 28–32.
9. Кизимчук О. П. Дослідження тиску еластичного основов'язаного трикотажу / О. П. Кизимчук, Л. М. Мельник, О. А. Богунова // *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. – 2019. – № 2 (271). – С. 85-90. – DOI 10.31891/2307-5732-2019-271-2-85-88
10. Maklewska E. Modelling and designing of knitted products used in compressive therapy / E. Maklewska, A. Nawrocki, J. Ledwoń, K. Kowalski // *Fibres and Text. East. Eur.* – 2006. – Vol. 14, № 5. – P. 111–113.
11. Надёжная Н. Л. Прогнозирование деформационных свойств трикотажа для компрессионных изделий / Н. Л. Надёжная, А. А. Кузнецов, А. В. Чарковский // *Вестник Витебского государственного технологического университета*. – 2013. – № 24. – С. 48–54.
12. Gorjanc D. The prediction of elastic behavior of fabric from stretch yarn / D. Gorjanc, S. Pracek // *Industria Textila*. – 2016. – Vol. 3. – P. 157–163.
13. Кизимчук О. П. Порівняння методів визначення розтяжності еластичного трикотажу / О. П. Кизимчук, Л. М. Мельник, А. В. Токовенко, С. А. Обухевич // *Індустрія моди. Fashion Industry*. – 2019. – № 1. – С. 48–54.
14. Kyzymchuk O. Influence of technological parameters on the basis weight of elasticized fabric / O. Kyzymchuk, L. Melnyk, V. Liakhova, I. Hubar // *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія Технічні науки*. – 2017. – № 3 (110). – С. 83–90.

## References

1. Rong Liu, Xia Guo, Terence T Lao and Trevor Little. A critical review on compression textiles for compression therapy: Textile-based compression interventions for chronic venous insufficiency. *Textile Research Journal*. 2017. Vol. 87(9). pp. 1121–1141.
2. M. Marinkina, L. Chagina, C. Protalinskiy, M. Bogatyriava. To the Question of Accounting for the Stability of the Load which is Provided by Compressive Clothes During Exploitation. *Proceeding of HEI. Textile Industry Technology*. 2015. Vol. 5 (359). pp. 118–123. [In Russian].
3. N. Maksudov, F. Nigmatova, Zh. Yuldashev, R. Abduvaliev. Analysis of the Deformation Properties of High-Elast Knitwear Garments for Designing Sports Clothes. *Universum: Technical Science: online scientific journal*. 2018. Vol. 9 (54). [In Russian].
4. V. Sular, A. Okur and E. Ozcelik Cyclic deformation properties of knitted sportswear fabric by different test methods. *Industria Textila*. 2017. Vol. 68(3). pp. 176–185.
5. O. Kyzymchuk, L. Melnyk. Stretch properties of elastic knitted fabric with pillar stitch. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*. 2018. Vol. 13, No. 4, October-December. pp. 1–10.
6. M. Maqsood, Y. Nawab, J. Umar, M. Umair & K. Shaker Comparison of compression properties of stretchable knitted fabrics and bi-stretch woven fabrics for compression garments. *The Journal of The Textile Institute*. 2017. Vol. 108 (4). pp. 522–527.
7. N. Nadezhnaya, A. Charkovskiy, N. Lud, E. Shliakhtunov. Development of the design of a knitted compression sleeve for medical use. *Vestnik of Vitebsk State Technological University*. 2014. Vol. 27. pp. 53–61. [In Russian].
8. U. Myazina. Features of the deformation of knitted fabrics under technological and operational influences. *Proceeding of HEI. Textile Industry Technology*. 2008. Vol. 2. pp. 28–32. [In Russian].
9. O. Kyzymchuk, L. Melnyk, O. Bogunova. Investigation of Pressure of Elastic warp knitted fabric. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Science*. 2019. Vol. 2 (271). pp. 85–90. DOI 10.31891/2307-5732-2019-271-2-85-88. [In Ukrainian].
10. E. Maklewska, A. Nawrocki, J. Ledwoń, K. Kowalski. Modelling and designing of knitted products used in compressive therapy. *Fibres and Text. East. Eur.* 2006. Vol. 14, № 5. pp. 111–113.
11. N. Nadezhnaya, A. Kuznetsov, A. Charkovskiy. Prediction of the deformation properties of knitwear for compression products. *Vestnik of Vitebsk State Technological University*. 2013. Vol. 24. pp. 48–54. [In Russian].
12. D. Gorjanc, S. Pracek. The prediction of elastic behavior of fabric from stretch yarn. *Industria Textila*. 2016. Vol. 3. pp. 157–163.
13. O. Kyzymchuk, L. Melnyk, A. Tokovenko, S. Obukhevych. The Methods Comparison for Determining the Extensibility of Elastic knitted material. *Fashion Industry*. 2019. Vol. 1. pp. 48–54. [In Ukrainian].
14. O. Kyzymchuk, L. Melnyk, V. Liakhova, I. Hubar. Influence of technological parameters on the basis weight of elasticized fabric. *Vistnyk KNUVD. Technical Science*. 2017. Vol. 3 (110). pp. 83–90.

Рецензія/Peer review : 01.06.2019 р.

Надрукована/Printed : 23.07.2019 р.  
Рецензент: д.т.н., проф. Н. П. Супрун