

УДК 677.025

ВЛАСТИВОСТІ ОСНОВОВ'ЯЗАНИХ ПОЛОТЕН ТЕХНІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Кизимчук О. П., Алтусова К. І., Матюк В. О.

Київський національний університет технологій та дизайну

В результаті проведених досліджень встановлено, що визначальним технологічним параметром в'язання поряд з варіантом заправки є взаємний рух гребінок за спинками голок, що суттєво впливає на параметри структури та механічні властивості основов'язаного трикотажу.

Ключові слова: *основов'язаний трикотаж, філейне переплетення, високорозтяжна утокова нитка, параметри структури, повна деформація*

Текстиль та композиційні матеріали на текстильній основі являють собою клас сучасних матеріалів, які широко використовуються в різних галузях промисловості. Успіх їх використання визначається, насамперед, потребою в легких конструкційних матеріалах, які мають високу міцність, жорсткість та надійність. Дослідження характеристик петельної структури трикотажу та їх взаємозв'язку, а також створення сприятливих технологічних умов процесу в'язання є необхідним завданням при проектуванні та розробці інноваційних видів трикотажних полотен, унікальністю яких може бути дизайн переплетення.

Впродовж останніх десятиліть підвищується попит на текстильні матеріали з особливими властивостями. Одним з напрямків текстильної науки, до якого звернути погляди науковців, є створення так званих аукзетик матеріалів, які мають незвичну здатність розширюватися при розтягненні [1]. Такі матеріали характеризуються від'ємним значенням коефіцієнту Пуассона. Аукзетик волокна та текстильні матеріали на їх основі є найбільш підходящим матеріалом для створення каркасу та зміцнення композиційних матеріалів які широко використовуються в різних галузях техніки та медицини [2, 3].

Для вироблення аукзетиктекстильних матеріалів можна використовувати спеціальну пряжу, яка сама по собі є аукзетик [4], хоча пріоритетним напрямом вважається створення матеріалів, які мають необхідні властивості лише за рахунок структури текстильних матеріалів [5]. Переважна більшість розроблених аукзетик текстильних матеріалів з пряжі, яка сама по собі не має таких властивостей, є трикотажними структурами [6]. Адже процес в'язання є найбільш універсальним

методом, який забезпечує різноманітність структур. Існуючі на сьогодні аукзетик трикотажні матеріали створені на базі як кулірних, так і основов'язаних переплетень [7].

Для досягнення аукзетик ефектів в матеріалах запропоновані різноманітні структури та моделі [8]. Вперше макроскопічну аукзетик структуру представлено у вигляді стільників, яка сформована з видозмінених шестикутників. Її реалізація в основов'язаному трикотажі можлива за рахунок введення в структуру філейного трикотажу з гексагональними отворами чарунок високорозтяжної нитки у вигляді повздожного утоку [9]. Встановлено, що коефіцієнт Пуассону таких структур залежить від співвідношення розмірів сторін чарунки [10], на що в свою чергу впливає вид та лінійна щільність сировини, рапорт ґрунтового філейного переплетення [11] та варіант розташування утокової нитки в структурі трикотажу [12].

Сітчастий характер таких структур [13] та значна пористість є головним недоліком, що обмежує їх використання в якості преформи композиційних матеріалів. Отже нагальним є питання підвищення застилистості трикотажу з видозміненими гексагональними отворами чарунок. Ця задача може бути вирішена шляхом введення додаткової системи ниток, яка створює відповідний шар, однак її вплив на властивості трикотажу, особливо здатність розширюватися при розтягненні, вивчений недостатньо.

Постановка завдання

Метою роботи є дослідження параметрів петельної структури та властивостей основов'язаного трикотажу технічного призначення, який може бути рекомендовано для використання в композиційних матеріалах.

Предметом дослідження є основов'язаний трикотаж комбінованого тригребінкового переплетення, виготовлений на машині 10 класу при повному набиранні гребінок. В якості ґрунтової використано параарамідну нитку лінійною щільністю 111 текс, а в якості утокової застосовували високорозтяжну нитку, яка подавалася в зону петлетворення під натягом, що забезпечувало її попереднє видовження. Для визначення впливу еластичної нитки на структуру та властивості трикотажу використано два варіанти заправки: А – поліуретанова нитка лінійною щільністю 93,3 текс, Б – нитка Лайкра лінійною щільністю 7,7 текс, яка обкручена поліефірною ниткою лінійною щільністю 16,6 текс. Для забезпечення відповідності лінійних густин утокових і ґрунтових ниток третя гребінка набиралася також різними нитками: у варіанті А заправки – параарамідною ниткою 111 текс, а у варіанті Б заправки – поліефірною ниткою лінійною щільністю 27,8 текс.

Основою всіх варіантів структур є найпростіше філейне переплетення (друга гребінка), яке утворено чергуванням в рапорті рядів ланцюжка і трико (рис. 1, б). Дане переплетення формує шестикутні чарунки, які зміщені одна відносно іншої. Введення в структуру високорозтяжного компонента, який подається в зону петлетворення з попереднім видовженням, у вигляді повздовжнього утоку (перша гребінка), який фіксується в структурі в одному ряді рапорту (рис. 1, а), призводить до зміни конфігурації чарунки. Третя гребінка застосовується для зменшення пористості сітчастої структури трикотажу. Для визначення впливу переплетення на властивості трикотажу обрано три варіанти рапорту (1, 2 та 3), за яким прокладає нитку третя гребінка (рис. 2). У варіанті 1 це переплетення сукно, яке повністю закриває отвори. У варіанті 2 рапорт переплетення утворено чергуванням рядів ланцюжка та сукно, що забезпечує закриття отворів без утокової нитки всередині. У варіанті 3 на відміну від варіанту 2 переплетення ланцюжок чергується з переплетенням трико, що зменшує перекриття.

Для визначення впливу взаємодії гребінок використано два варіанти руху першої та третьої гребінок за спинками голок: I – гребінки зсуваються в один бік, II – гребінки зсуваються назустріч одна одній.

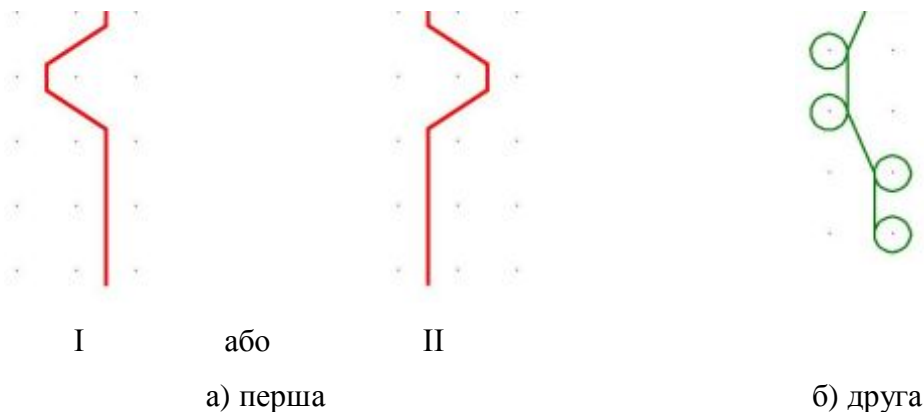


Рис.1. Графічні записи роботи гребінок

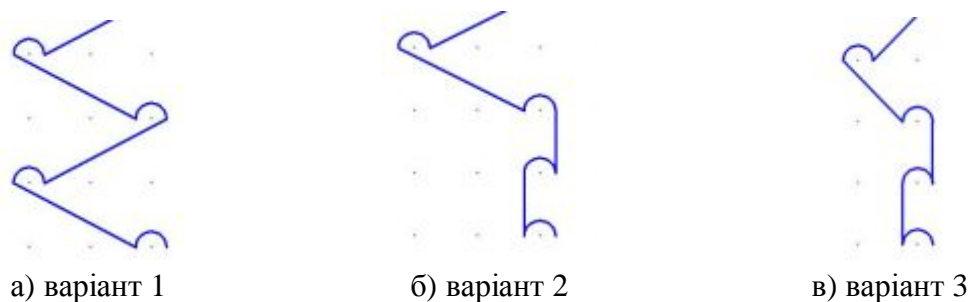


Рис.2. Графічні записи роботи третьої гребінки

Для подальшого представлення приймаємо наступне кодування варіантів: варіант заправки – варіант переплетення – варіант руху гребінок. Наприклад Б-3-II означає, що в якості утоку використано нитку лайкра 7,7 текс, яка оплетена поліефірною ниткою; третя гребінка виконувала рухи за рапортом варіанту 3, який отримано чергуванням рядів ланцюжка та трико; при цьому перша утокова та третя ґрунтова гребінки за спинками голок зсуваються назустріч одна одній.

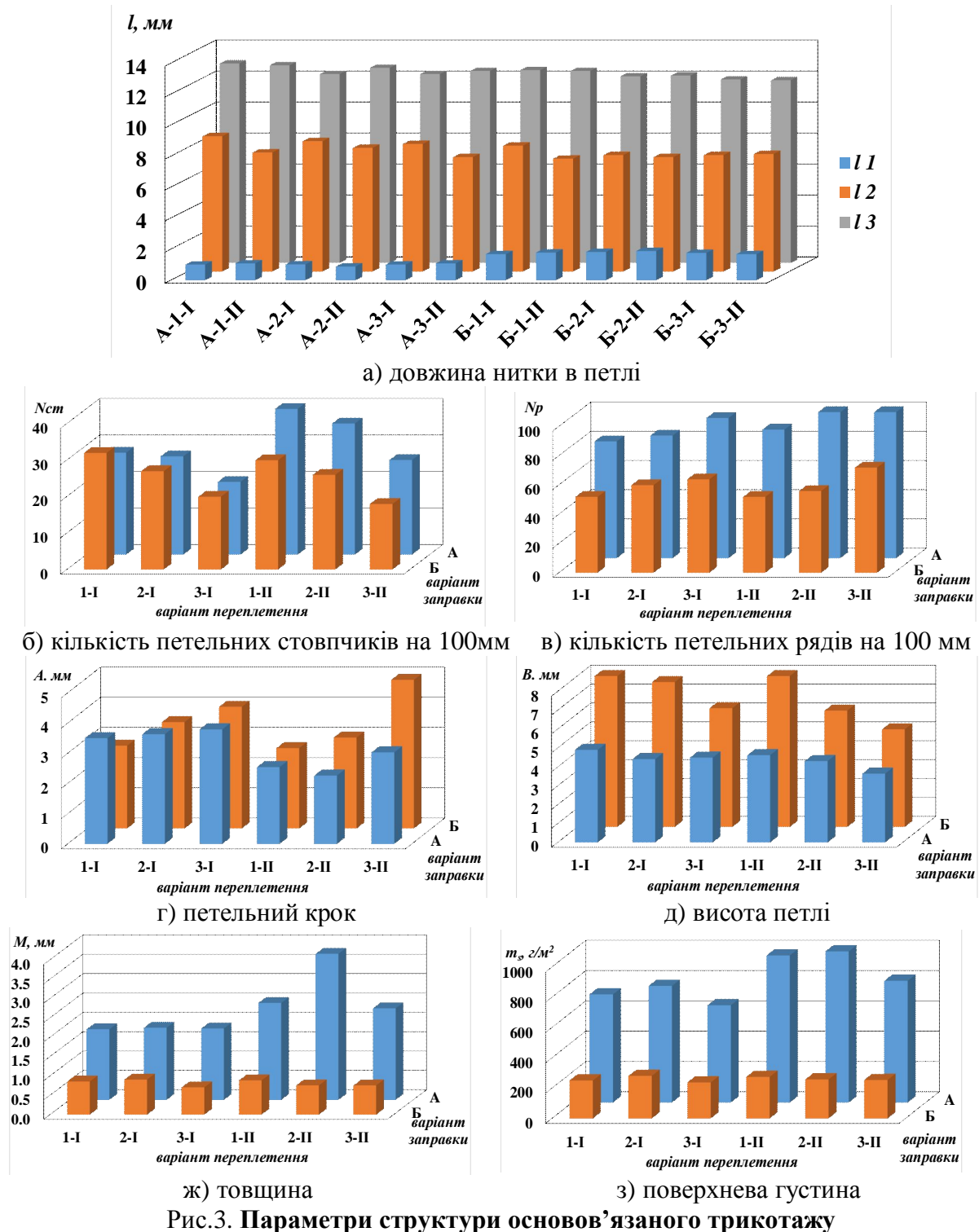
Результати досліджень

В процесі переробки на машині, встановлено, що поліуретанова нитка лінійною щільністю 93,3 (заправка А) може перероблятися в широкому діапазоні попереднього видовження (від 100 до 400 %), в той же час попереднє видовження нитки Лайкра лінійною щільністю 7,7 текс не перевищує 100 % і обмежене наявністю нитки обкручування. З урахуванням нормального перебігу технологічного процесу в'язання та отримання якісного трикотажного полотна для виготовлення дослідних зразків використовували наступне попереднє видовження високо розтяжної утокової нитки: заправка А – 200 %, заправка Б – 80 %. Натяг ниток інших гребінок залишався незмінним при виготовленні всієї серії зразків. Зовнішній аналіз зразків трикотажних полотен, виготовлених за однакових технологічних умов, показав, що полотна варіанту А заправки є значно щільнішими, ніж варіанту Б заправки, що є наслідком використання сировини більшої лінійної щільності, а також різним попереднім видовженням утокової нитки перед входом до зони в'язання.

Порівняння полотен з різними варіантами руху за спинками голок першої та третьої гребінок показало, що полотна, при виготовленні яких гребінки зсуваються в один бік (варіант I), ширші і більш пористі за полотна, при виготовленні яких гребінки зсуваються назустріч одна одній (варіант II). Отже взаємний рух гребінок є фактором, який має суттєвий вплив на структуру основов'язаного трикотажу.

Дослідження параметрів структури полотен виконувалися за стандартними методиками. Результати досліджень представлені на діаграмах (рис. 3). Отримані дані показують, що довжина нитки в петлях основов'язаного трикотажу (рис. 3, а) обраних варіантів практично не залежить від варіанту переплетення, адже загальновідомо, що вона визначається технологічними умовами (натягом ниток та силою відтягування полотна). Незначна залежність (в межах 10%) від виду переплетення ґрунту спостерігається у довжини нитки в петлі третьої гребінки (l_3) і визначається тим, що дана гребінка виконує різну кладку: звичайно петлі сукно мають найдовшу протяжку, а

петлі трико та ланцюжка – меншу. Варіант заправки впливає лише на довжину утоку (l_1): у полотен варіанту А вона майже вдвічі менша ніж у полотен варіанту Б, що пов'язане з різним попереднім видовженням та різним ступенем релаксації в структурі високорозтяжної нитки.



Щільність в'язання, яка визначається кількістю петельних стовпчиків (рис. 3, б) та кількістю петельних рядів (рис. 3, в) на 100 мм полотна, залежить від всіх трьох факторів, які досліджуються. Очевидно, що визначальним фактором є заправка, а саме властивості високорозтяжної нитки – її здатність відновлювати свої розміри в структурі. Полотна варіанту А заправки мають вищу щільність як по довжині (рис. 3, б), так і по ширині (рис. 3, в) полотна, адже поліуретанова нитка лінійною щільністю 93,3 текс подається в зону в'язання з попереднім видовженням 200%, а отже має більшу релаксацію в структурі. На відміну від неї, нитка Лайкра 7,7 текс, яка застосовується у варіанті Б заправки, має лише 80 % попереднього видовження і, крім того, вона обплетена поліефірною ниткою, яка створює додаткові точки контакту і, тим самим, утруднює релаксацію за рахунок зростання сил тертя.

Слід зазначити, що для варіанту А заправки простежується вплив варіанту руху гребінок на щільність полотна. Так у полотні, які вироблені за умови паралельного руху першої та третьої гребінок (варіант II), кількості як петельних стовпчиків, так і петельних рядів на 100 мм вищі, ніж у полотні, які вироблені за умови зустрічного руху цих гребінок. Особливо ця тенденція прослідковується на кількості петельних стовпчиків (рис. 3, б), де різниця в показниках сягає 50%. Зміна конфігурації чарунки філейного переплетення полотні, які виготовлені при варіанті I зсувів гребінок, відбувається в бік її розширення, внаслідок чого петельні стовпчики віддаляються один від одного, що призводить до зменшення щільності по горизонталі і збільшення пористості полотна.

Дослідження впливу варіанту переплетення на щільність полотна показало, що для обох варіантів заправки та обох варіантів руху гребінок, що щільність по ширині знижується (рис. 3, в), а щільність по довжині збільшується (рис. 3, б) від 1 до 3 варіантів переплетення, що також є наслідком різного ступеня релаксації високорозтяжної нитки в структурі трикотажу. Третя гребінка у варіанті 1 виробляє переплетення сукно, отже в кожному петельному ряді утокова нитка додатково контактує з 2 поліефірними нитками, що призводить до зростання сил тертя, які виникають між ними. У варіантах 2 та 3 два ряди рапорту переплетення утворені переплетенням ланцюжок, отже в цих рядах взагалі відсутній контакт утокової нитки з нитками третьої гребінки. При подальшому порівнянні бачимо, що в інших рядах рапорту утворюються або петлі сукно (варіант 2), або петлі трико (варіант 3). Таким чином, в цих рядах утокова нитка контактуватиме з двома або лише однією ниткою третьої гребінки. Отже у полотнах варіанту 3 переплетення створені найкращі умови релаксації високорозтяжної нитки в структурі трикотажного полотна.

Як відомо, петельний крок та висота петельного ряду є зворотними показниками щільності в'язання. Результати дослідження та отримані на їх підставі діаграми (рис. 3, г та рис. 3, д) підтверджують дане положення як і правильність висновків, які зроблені вище. Результати дослідження товщини трикотажу (рис. 3, ж) показують, що головний вплив на показник має варіант заправки. Полотна варіанту А товстіші не тільки за рахунок лінійної щільності ниток, які використовуються, але і за рахунок більшого ступеню релаксації висорозтяжного компонента в структурі полотна.

Аналіз поверхневої густини полотен показує, що полотна варіанту А заправки в 2,5÷4,5 рази важчі за полотна Б заправки, при цьому варіант переплетення та варіант взаємного руху гребінок має також суттєвий вплив. Отже закономірно, що при збільшенні ступеня релаксації утокової нитки в структурі полотна поверхнева густина збільшується за рахунок збільшення товщини і щільності в'язання.

Дослідження повної деформації трикотажу та її складових частин виконували на релаксометрі типу «стійка» відповідно ГОСТ 16218. Результати представлені у таблиці та на рис.4.

Таблиця

Повна деформація та її складові частини

Вид утокової нитки	Варіант руху гребінок	Варіант переплетення	Варіант полотна	Повна деформація, %	Складові частини, %			Частки складових частин		
					швидко-оборотна	повільно-оборотна	залишкова	швидко-оборотна	повільно-оборотна	залишкова
					ϵ	ϵ_1	ϵ_2	ϵ_3	Δ_1	Δ_2
поліуретанова нитка 93,3 текс	пара-лельно	1	А-1-І	186,7	144,0	15,0	27,7	0,77	0,08	0,15
		2	А-2-І	200,7	169,7	9,7	21,3	0,84	0,05	0,11
		3	А-3-І	237,3	205,0	13,0	19,3	0,86	0,06	0,08
	назустріч	1	А-1-ІІ	158,3	150,0	6,3	2,0	0,95	0,04	0,01
		2	А-2-ІІ	166,3	156,7	7,6	2,0	0,94	0,05	0,01
		3	А-3-ІІ	199,3	180,3	7,0	12,0	0,90	0,04	0,06
Лайкра 7,7 текс обкручена	пара-лельно	1	Б-1-І	48,3	30,7	10,7	7,0	0,63	0,22	0,15
		2	Б-2-І	113,0	90,0	8,7	14,3	0,80	0,08	0,12
		3	Б-3-І	122,0	69,4	32,3	20,3	0,57	0,26	0,17
	назустріч	1	Б-1-ІІ	42,7	27,4	7,0	8,3	0,64	0,17	0,19
		2	Б-2-ІІ	65,0	35,7	9,7	19,6	0,55	0,15	0,30
		3	Б-3-ІІ	92,0	53,0	6,0	33,0	0,58	0,06	0,36

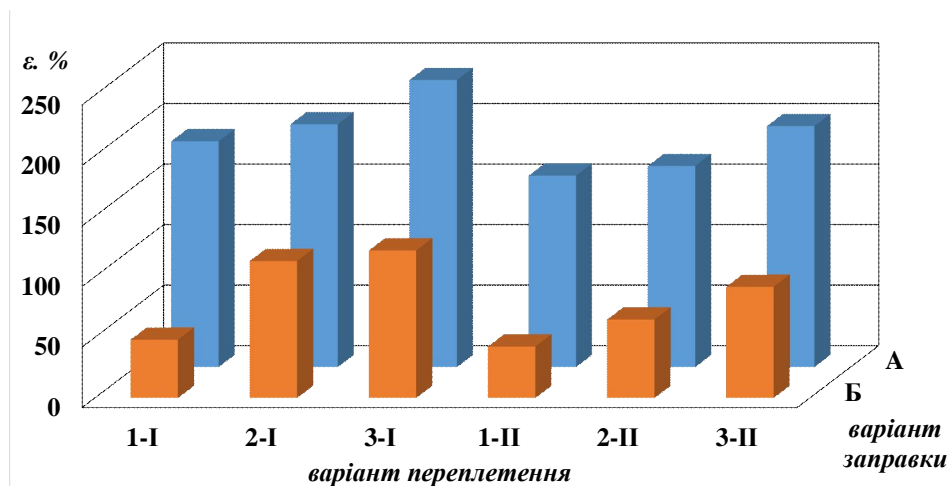


Рис.4. Повна деформація основ'язаного трикотажу

Очевидно, що на повну деформацію основ'язаних полотен (рис. 4), які досліджувались, впливають як варіант заправки, так і варіант переплетення, а також варіант взаємного руху гребінок. Отже можна констатувати, що повна деформація трикотажу залежить від ступеню релаксації високорозтяжної утокової нитки в структурі полотна.

Слід зазначити, що головну частку повної деформації становить її швидкооборотна складова, яка у полотен варіанту А заправки значно більша ніж у полотен варіанту Б заправки (таблиця). Частка залишкової складової у повній деформації полотен варіанту А заправки, навпаки, менша. Отже трикотажні полотна варіанту заправки А мають кращі пружні властивості і здатність відновлювати початкові розміри після розтягування. В зв'язку з цим, дослідження коефіцієнту Пуассона проводилися лише для полотен варіанту А заправки. В результаті проведених дослідів встановлено, що всі вони на початковому етапі розтягування виявляють від'ємність коефіцієнту Пуассона тобто аукузетик властивість.

Висновки

Проведені дослідження параметрів петельної структури та деформаційних характеристик основ'язаного трикотажу комбінованого тригребінкового переплетення та детальний аналіз отриманих результатів показав, що визначальним фактором, який впливає на показники, є ступінь релаксації високорозтяжної утокової нитки в структурі. Встановлено, що використання неоплетеної поліуретанової нитки (варіант А заправки) значно покращує показники, особливо характеристики розтяжності. Найкращим варіантом структури, в якому створені найсприятливіші

умови для релаксації утокової нитки, є переплетення, в рапорті третьої гребінки якого чергуються ряди трико та ланцюжка (варіант 3) і при виробленні якого перша та третя гребінки за спинками голок зсуваються паралельно (варіант I). В той же час, полотна, при виробленні яких перша та третя гребінки за спинками голок зсуваються назустріч одна одній (варіант II), мають вищу щільність та застилість поверхні. Отже, отримано ряд структур, які можуть мати широке застосування у техніці залежно від вимог, які до них висуваються. Всі полотна варіанту А заправки набувають від'ємного значення коефіцієнта Пуассона на початковому етапі розтягування, тобто проявляють аукзетик властивості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кизимчук О. П. «Auxetic» матеріали – новий клас текстильних матеріалів / О. П. Кизимчук // Вісник КНУТД – 2008. – №1, Спеціальний випуск, Т.2. – С. 50-52.
2. Кизимчук О. П. Трикотаж як основа композиційних матеріалів / О. П. Кизимчук, В. Г. Здоренко, І. В. Єрмоленко // Вісник КНУТД – 2014. – № 1. – С. 124-131.
3. Конек Д. А. Материалы с отрицательным коэффициентом Пуассона (обзор). / Д. А. Конек, К. В. Войцеховски, Ю. М. Плескачевский, С. В. Шилько // Механика композитных материалов и конструкций. – 2004. – том 10, № 1. – С. 35-69.
4. Wright J.R. On the design and characterization of low-stiffness auxetic yarns and fabrics / Julian R Wright, Michael K Burns, Edward James, Michael R Sloan, Kenneth E Evans // Textile Research Journal. – May 2012. – Vol.82, Issue 7. – P 645-654.
5. Ugbolue S. The formation and performance of auxetic textiles. Part I: theoretical and technical considerations / Samuel C. Ugbolue, Yong K. Kim, Steven B. Warner, Qinguo Fan, Chen-Lu Yang, Olena Kyzymchuk, Yani Feng // Journal of the Textile Institute, 1754-2340, Volume 101, Issue 7, 2010. – P. 660-667.
6. Кизимчук Е. Строение и проектирование основовязаных auxetic полотен / Елена Кизимчук, Угболу Сэмюэль, Ким Ёонг, Варнер Стивен, Фан Чинко, Янг Ченг, Фенг Йани // Технический текстиль. – 2008. – № 17.
7. Rant D. Auxetic Textiles. (Review) / Darja Rant, Tatjana Rijavec, Alenka Ravko-Cuden // Acta Chimica Slovenica. – 2013, Vol.60, – P. 715-723.
8. Кизимчук О. П. Геометричні моделі аукзетик матеріалів / О. П. Кизимчук, В. Г. Здоренко // Вісник КНУТД – 2013. – № 3. – С.104-111.

9. Ugbolue S. The formation and performance of auxetic textiles. Part II: geometry and structural properties / Samuel C. Ugbolue, Yong K. Kim, Steven B. Warner, Qinguo Fan, Chen-Lu Yang, Olena Kyzymchuk, Yani Feng, John Lord // Journal of the Textile Institute, Volume 102, Issue 5, 2011. – P. 424-433.
10. Ugbolue S. Engineered Warp Knit Auxetic Fabrics / Samuel C. Ugbolue, Yong K. Kim, Steven B. Warner, Qinguo Fan, Chen-Lu Yang, Olena Kyzymchuk, Yani Feng, John Lord // Journal of Textile Science & Engineering. – 2012. – Volume 2, Issue 1. – DOI:10.4172/2165-8064.1000e103.
11. Кизимчук О. П. Параметри структури трикотажу комбінованого основов'язаного переплетення / О. П. Кизимчук // Вісник КНУТД – 2009. – № 5. – С. 112-118.
12. Кизимчук О. П. Параметри структури основов'язаного трикотажу філейно-утокового переплетення з різним розташуванням поздовжнього утку / О. П. Кизимчук, Т. О. Мещерська, С. Угболу // Вісник КНУТД – 2010. – № 5. – С. 335-342.
13. Ермоленко И. В. Форма и размеры ячеек в трикотаже филейного переплетения / И. В. Ермоленко, Е. П. Кизимчук // Текстиль и облекло. – 2014. – № 1. – С. 2-8.

Кизимчук Е. П., Алтусова К. И, Матюк В. А.

Свойства основовязанных полотен технического назначения

Киевский национальный университет технологий и дизайна

В результате проведенных исследований установлено, что определяющим технологическим параметром вязания вместе с вариантом заправки является взаимодействие гребенок за спинками игл, что существенно влияет как на параметры структуры, так и на механические свойства основовязаного трикотажа.

Ключевые слова: *основовязанный трикотаж, филейное переплетение, высокорастяжимая уточная нить, параметры структуры, деформационные характеристики*

Кyzymchuk O. P., Altusova K. I., Matyuk V. A.

The properties of warp knit fabric for technical purposes

Kyiv National University of Technologies and Design

It was found that the mutual shifting of first and third guide bars behind the needles as well as type of elastomeric thread are the decisive parameters of knitting that greatly affect both the structure parameters and the mechanical properties of warp knitted fabrics

Key words: *warp knit fabric, fillet interloping, high stretch in-laying yarn, structure parameters, strain characteristics*