

УДК  
677.075.3:620.17

БАТРАК О.А., ШИПКО Д.О., ГАЛАВСЬКА Л.Є.  
Київський національний університет технологій та  
дизайну, Україна

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ СТРУКТУРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КУЛІРНОГО ТРИКОТАЖУ ПІД ДІЄЮ ДЕФОРМАЦІЇ РОЗТЯГУ**

*Метою роботи є встановлення взаємозв'язку між розтягуючим зусиллям й видовженням та структурними характеристиками петель кулірного трикотажу.*

*Наукова новизна полягає у вивченні характеру зміни структурних характеристик кулірного трикотажу під дією деформації розтягу.*

*Практичне значення полягає у прогнозуванні деформаційних процесів в структурі кулірного трикотажу при його розтягуванні вздовж петельних рядів та стовпчиків.*

*Ключові слова:* кулірний трикотаж, параметри структури, деформаційні характеристики, прогнозування деформаційних процесів, 3D моделювання деформації розтягу.

**Вступ.** У наш час асортимент одягу з трикотажних полотен стає все більш різноманітним. Попит на такі вироби носить стабільно-стійкий характер. Зокрема, сфери використання білизняного трикотажу під впливом зростаючих потреб споживачів постійно розширюються.

Достатньо високий рівень конкуренції у сегменті трикотажного одягу вимагає від виробників забезпечення високої якості трикотажу. У свою чергу, якість виробів обумовлена не лише їх зовнішнім виглядом, а й високими експлуатаційними характеристиками.

**Об'єкти та методи досліджень.** Текстильні матеріали під час експлуатації виробів підлягають дії навантажень, внаслідок чого розтягуються й деформуються на тілі людини. Важливо на етапі проектування трикотажного виробу прогнозувати його деформаційні характеристики під час життєвого циклу виробу. На форму петель має вплив жорсткість на згин, зминальність, форма поперечного перерізу нитки, коефіцієнт тертя нитки об нитку. Внаслідок дії вище перерахованих чинників під час деформації розтягу має місце різний характер зсуву точок контакту на відрізу нитки, зігнутому у петлю. Даний процес супроводжується тертям ниток між собою у точках переплетення. На

сьогоднішній день вирішення такої інженерної задачі можливе з використанням спеціалізованих комп'ютерних програм, призначених для моделювання різних процесів і явищ. Процес моделювання передбачає наступні два етапи. Це створення 3D моделі структури трикотажу та проведення віртуальних експериментів з визначення деформації розтягу.

Слід зауважити, що процес 3D моделювання зігнутої у петлю нитки зі своїми точками контакту в області голкової та платинової дуг повинен передбачати можливість імітування перерозподілу нитки з остовів петель у протяжки чи навпаки під дією деформації розтягу вздовж петельних рядів та стовпчиків. Така задача потребує попереднього вивчення впливу видовження та величини розтягуючого зусилля на структурні характеристики петель.

**Результати досліджень.** Для того щоб спрогнозувати процес деформування, необхідно попередньо дослідити характер зміни геометричних параметрів петель як основного елемента структури трикотажу при розтягуванні вздовж петельних рядів та стовпчиків.

Зміщення точок контакту між нитками під дією деформації розтягу супроводжується тертям між нитками. Тертя між нитками має важливе значення у формоутворенні петель [1]. Тертям називають опір, що виникає при відносному переміщенні в площині дотику двох тіл, які знаходяться під дією нормального тиску. Тертя представляє собою явище, обумовлене двома факторами: подоланням механічного зачеплення і молекулярної взаємодії. Встановлено, що чим більше у зігнутому в петлю відрізка нитки точок контакту із суміжними елементами петельної структури, тим менша розтягність трикотажу. Збільшення жорсткості нитки на згин перешкоджає зміні форми петель під дією деформації розтягу трикотажу, а збільшення коефіцієнту тертя негативно впливає на взаємне проковзування ниток суміжних петель [2]. Для кількісної оцінки впливу жорсткості і коефіцієнта тертя пряжі при малих зовнішніх навантаженнях на деформаційні властивості трикотажу у роботі [3] введено показник опору розтягу трикотажу. При розтягненні трикотажу змінюється характер зв'язків та величина тертя між нитками. Посилення цих зв'язків підвищує ефективність опору розтягуванню. Під час деформації трикотажу сили тертя протидіють проковзуванню ниток. Зменшення тертя між нитками суміжних петель надають трикотажу більшу деформованість під дією зусилля розтягу. Можливість відносно легкого зміщення точок контакту в трикотажі, що має місце при низькому коефіцієнті тертя, створює сприятливі умови для деформації, в результаті чого параметри трикотажу (петельний крок А і висота петельного ряду В) швидко досягають максимальних значень [4].

З розвитком рівня комп'ютерних технологій і постійним удосконаленням алгоритмів інженерних досліджень з'являється все більше можливостей для віртуального виконання складних фізико-механічних випробувань без застосування фізичних прототипів. На сьогодні відомо багато комп'ютерних програм, що можуть використовуватись у моделюванні різних процесів і явищ. Точність моделювання того чи іншого процесу залежить від адекватності моделі, створеної на першому етапі, від урахування усіх суттєвих характеристик об'єкту моделювання [5-7].

Для виготовлення дослідних зразків з метою подальшого спрощення 3D моделювання процесу перерозподілу нитки в структурі трикотажу під дією деформації розтягу обрано поліамідну мононитку круглого поперечного перерізу ( $d=0,15$ ), яка не зминається, відомі її жорсткість на згин та коефіцієнт тертя нитки об нитку. Дослідні зразки кулірного трикотажу переплетення гладь вироблено на плоскофанговій машині ПВРК 8 класу при трьох рівнях довжини нитки в петлі ( $\ell=6,5\text{мм}$ ;  $\ell=7,0\text{мм}$ ;  $\ell=7,5\text{мм}$ ), що у подальшому дасть змогу з'ясувати вплив частоти розташування на відрізьку нитки, зігнутому в петлю, точок контакту на характер її перерозподілу під дією деформації розтягу. Проведення експериментальних досліджень з вивчення поведінки трикотажних полотен під дією деформації розтягу виконано на розривній машині РТ-250. Для одержання інформації про структурні характеристики трикотажу використано цифровий мікроскоп (usb digital microscope ММ-2288-5Х-ВН). Під час проведення досліджень фіксування стану полотна здійснювали через кожні 5мм видовження трикотажу під дією деформації розтягу до моменту розриву. При цьому встановлювали величину зусилля розтягу й визначали за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення Shiny Vision для електронного мікроскопа наступні структурні характеристики: ширина та висота петлі, площа петлі, петельний крок, висота голкової дуги, кут нахилу дотичної у точці переплетення, кут нахилу петельної палички у площині полотна, діаметр нитки.

На рис. 1 та рис. 2 наведено графіки залежності зміни площі петлі від видовження трикотажу при прикладенні розтягуючого зусилля вздовж петельних стовпчиків та рядів для трьох рівнів довжини нитки в петлі.

Графіки, представлені на рис. 1 та рис. 2, наглядно ілюструють вплив зміни довжини нитки в петлі на її площу. Видовження дослідного зразка як вздовж петельних стовпчиків, так і вздовж петельних рядів на 20% призводить до зростання площі петлі, після чого площа петлі зменшується. При розтягуванні дослідного зразка вздовж петельних рядів внаслідок перерозподілу ниток з остовів у протяжки площа петлі досягає значно менших розмірів.

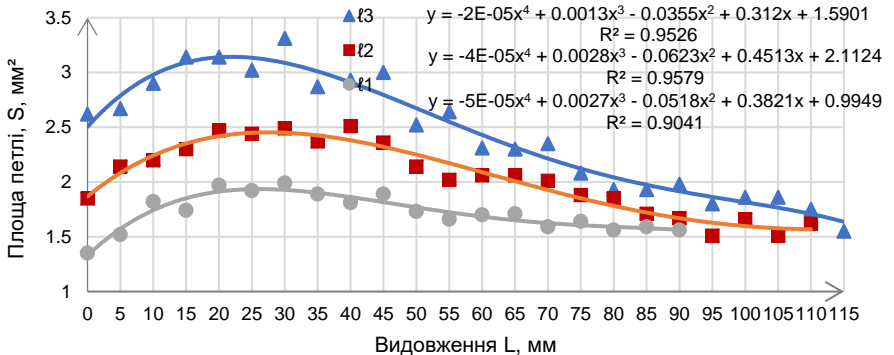


Рис.1 Графіки зміни площі петлі при розтягуванні трикотажу  
вздовж петельних стовпчиків

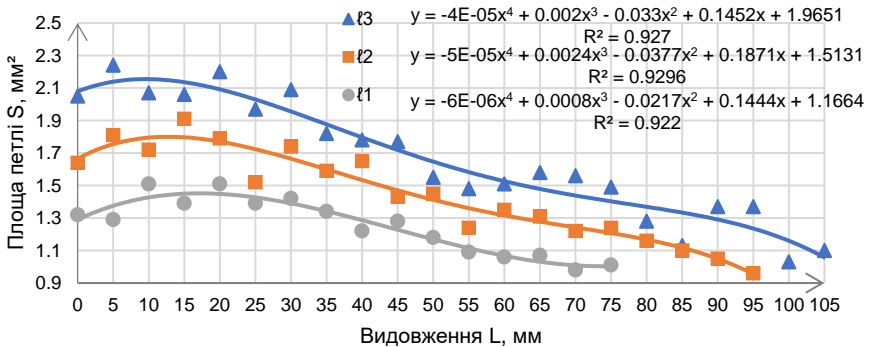


Рис.2 Графіки зміни площі петлі при розтягуванні трикотажу  
вздовж петельних рядів

**Висновок.** У результаті проведених експериментальних досліджень встановлено характер впливу прикладеного розтягуючого зусилля та величини видовження на структурні характеристики петель. Одержані залежності можуть бути використані у ході імітаційного 3D моделювання процесу розтягу кулірного трикотажу вздовж петельних рядів та стовпчиків для подальшого прогнозування деформаційних характеристик трикотажу протягом життєвого циклу виробу.

### Список літератури

1. Безсмертна В. І. Моделювання процесу проходження повітря крізь трикотаж [Електронний ресурс] / В. І. Безсмертна, Т. В. Єліна, Л. Є. Галавська // Технології та дизайн. - 2014. - № 4 (13). - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/td\\_2014\\_4\\_2](http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2014_4_2).
2. Нестеренко А. О. Використання комп'ютерних технологій у моделюванні складних фізико-механічних процесів поведінки текстильних матеріалів при різних умовах експлуатації / А. О. Нестеренко, В. І. Безсмертна; наук. кер. С. Ю. Боброва // Наукові розробки молоді на сучасному етапі: тези доповідей XVI Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів (27-28 квітня 2017 р., Київ). - К.: КНУТД, 2017. - Т. 1: Сучасні матеріали і технології виробництва виробів широкого вжитку та спеціального призначення. - С. 312-313.
3. Галавська Л. Є. Методи отримання інформації про метричні та структурні характеристики трикотажу / Л. Є. Галавська, Т. В. Єліна, А. А. Демчишин, Н. М. Аушева / Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2014. – № 4 (215). – С. 204-207.
4. Галавська Л.Є. Розробка системи кодування ниток у структурі кулірного трикотажу. / Л.Є.Галавська , Т.В. Єліна, // Вісник ХНУ. – 2012. – №3. – С. 222-227.
5. Kurbak A. Basic Studies for Modeling Complex Weft Knitted Fabric Structures Part I: A Geometrical Model for Widthwise Curlings of Plain Knitted Fabrics / A. Kurbak, Ö.Ekmen // Textile Research Journal, 78, 2008, pp.198-208.
6. Demiroz, A. A Study of the Graphical Representation of Plain-knitted Structures Part I: Stitch Model for the Graphical Representation of Plain-knitted Structures, / A. Demiroz, T. Dias // Journal the Textile Institute, Vol. 91, No. 4, 2000, pp. 463-480.
7. Kyosev, Y. 3d modelling of plain weft knitted structures from compressible yarn / Y. Kyosev, Y. Angelova, R. Kovar // Research Journal of Textile and Apparel, Hong Kong, Vol. 9, No. 1, Feb 2005, pp. 88-97.