

УДК 677.072:  
677.494:677.01

ДМИТРИК О. М., ГАЛАВСЬКА Л. Є.

Київський національний університет технологій та дизайну, Україна

## ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ ОДЕРЖАННЯ ТРИКОТАЖУ З ВИСОКОМІЦНИХ НИТОК НА ФОРМУ ПЕТЕЛЬ ТА ПАРАМЕТРИ ЙОГО СТРУКТУРИ

**Мета.** Визначити вплив виду сировини підвищеної міцності та щільності в'язання на параметри структури та форму петель трикотажного матеріалу, виробленого на рукавичковому автоматі з високомолекулярних поліетиленових та пара-арамідних ниток шляхом реалізації активного експерименту та встановити регресійні моделі, які на етапі проектування трикотажного матеріалу дозволяють прогнозувати його властивості.

**Методика.** У роботі використано основи текстильного матеріалознавства та теорії в'язання, методи аналізу та узагальнення отриманих результатів. Для визначення параметрів структури одержаних трикотажних матеріалів використано експериментальні методи досліджень за стандартними методиками. Обробка результатів експерименту та побудова графіків виконано за допомогою програми Microsoft Excel за середніми значеннями показників. У процесі дослідження використано метод лінійного регресійного аналізу при традиційному плануванні активного експерименту.

**Результати.** Для забезпечення нормального перебігу процесу петлетворення при виробленні на рукавичковому автоматі ПА-8-33 8 класу трикотажного матеріалу з високомолекулярних поліетиленових та пара-арамідних ниток лінійної густини 44текс×3 встановлено мінімальний та максимальний рівень глибини кулірування а саме для поліетиленової нитки  $h_{\min} = 3.55$ ,  $h_{\max} = 3.95$  мм; для пара-арамідної нитки  $h_{\min} = 3.4$ ,  $h_{\max} = 3.8$  мм. Шляхом реалізації активного експерименту на рукавичковому автоматі вироблено дослідні зразки трикотажного матеріалу трубчастої форми одинарним переплетенням кулірна гладь із зазначених видів ниток при 5 рівнях глибини кулірування нитки у визначеному діапазоні з кроком 0.1 мм за умови незмінного натягу нитки у процесі в'язання. У ході досліджень визначено параметри структури та характеристики форми петель одержаних трикотажних матеріалів.

**Наукова новизна.** На плосков'язальному обладнанні, оснащеному платинами, встановлено характер впливу зміни щільності в'язання трикотажного матеріалу переплетення гладь з високомолекулярних поліетиленових та пара-арамідних ниток на параметри структури та форму петель.

**Практична значимість.** Одержані регресійні залежності дозволяють на етапі проектування трикотажного матеріалу переплетення гладь, виробленого на рукавичковому автоматі з високомолекулярних поліетиленових та пара-арамідних ниток, визначати характеристики параметрів його структури й форми петель та використовувати ці дані для побудови 3D моделей в системах комп'ютерного імітаційного моделювання й прогнозування властивостей.

**Ключові слова:** пара-арамідна нитка; високомолекулярна поліетиленова нитка; високоміцний трикотажний матеріал; захисний текстиль; форма петель; переплетення гладь.

**Вступ.** В умовах, коли країна перебуває у стані повномасштабної війни, в пріоритеті стоїть забезпечення наших військових якісним речовим майном та тактичним спорядженням задля збереження життя. Для створення захисних текстильних матеріалів використовують високоміцні нитки. Такі текстильні матеріали підвищеної міцності широко застосовують у виготовленні захисного спорядження для військовослужбовців, наприклад таких як бронезилет, м'який бронезилет прихованого типу, панелі, шоломи, щитки. Найчастіше – це ткані структури, одержані з використанням високоміцних ниток. Однак, для виготовлення дрібних деталей в екіпуванні військовослужбовця, які повинні забезпечувати додатковий захист від дії механічних ушкоджень та разом з цим створювати комфортні умови експлуатації, а саме приймати задану форму у динаміці та не скутувати рухів, доречніше використовувати

саме трикотажну структуру. Це такі захисні елементи як налокітники та наколінники, чохла на шоломи, вставки для захисту обличчя, шиї, плечей та паху. За своєю будовою трикотажний матеріал є більш податливим до відтворення форми об'єкта складної конфігурації завдяки своїй нитковій будові у вигляді петель, що переплетені між собою у процесі в'язання.

Сировина підвищеної міцності є предметом досліджень вчених всього світу. Науковці у своїх наукових працях [1–3] для визначення властивостей ниток підвищеної міцності та вивчення впливу різноманітних факторів на їх зміну використовують різноманітні способи. Адже високоміцні нитки знайшли своє застосування у самих різноманітних сферах життєдіяльності людини, зокрема для виготовлення текстильних матеріалів військового призначення. Якщо говорити про комплексні багатофіламентні пара-арамідні та високомолекулярні поліетиленові нитки, то слід зазначити, що кожний з цих видів сировини має свою низку переваг. Зокрема, поліетиленові нитки стійкі до дії вологи та не втрачають своєї міцності в умовах експлуатації виробів. Пара-арамідні нитки краще себе зарекомендували у виготовленні текстильних матеріалів ткацького способу виробництва для військового екіпірування. Однак недоліком даного виду високоміцної сировини є його схильність до деструкції внаслідок теплових впливів.

Авторами роботи [4] запропоновано метод прогнозування властивостей трикотажних полотен спеціального призначення шляхом використання 3D геометричних моделей. Однак не зазначено за яких саме параметрів та умов вироблено дослідні зразки трикотажу.

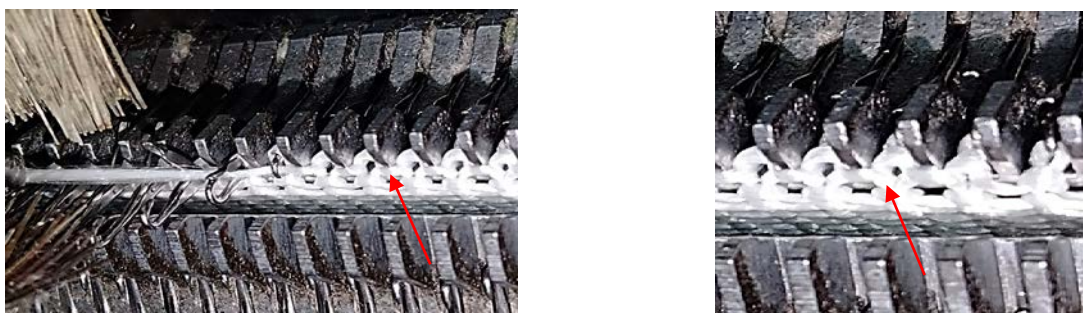
У даний час, коли технології дозволяють проводити віртуальні експерименти, які значно економлять час та сировинні ресурси, з'являється все більше наукових досліджень, реалізація яких сприяє формуванню технічної та інформаційної бази для їх реалізації. Так авторами роботи [5] розроблено метод анімаційної деформації тканих та трикотажних матеріалів, що відтворює їх характерну поведінку під час розтягування у вигляді трикутника. Однак у даній роботі не вказано ні вид сировини, а ні обладнання на якому можливе виготовлення дослідних зразків, так як усі ці фактори також впливають на форму та параметри петель. У роботі [6] представлено віртуальний підхід до сферичної деформації трикотажної структури. Результати реалізації віртуального підходу з використанням комп'ютерних систем імітаційного моделювання порівняно з даними, одержаними експериментальним шляхом. Авторами роботи виявлено, що обидві моделі забезпечують прогнозування сферичної деформації трикотажного матеріалу. Автори іншої роботи [7] акцентують увагу, що на формоутворення петель в структурі трикотажу впливає поведінка ниток. У роботі представлено силову модель, що відтворює геометрію та кінематику нитки в структурі трикотажу. Запропонований метод дозволяє відтворити зміну вигляду трикотажного матеріалу під впливом деформації його поверхні. Однак запропонований у роботі метод не враховує поведінку нитки в структурі трикотажу в залежності від типу обладнання на якому його виготовлено та характеристики ниток.

Аналіз наукових праць за напрямом досліджень дозволяє зробити висновок, що розвиток сучасних технологій, які передбачають імітаційне моделювання реальних об'єктів, актуалізує завдання зі встановлення впливу типу в'язального обладнання, технологічних параметрів в'язання й виду сировини на формоутворення петель та параметри структури трикотажного матеріалу.

**Постановка завдання.** У ході попередніх досліджень [8, 9] нами виявлено, що на зміну форми осьової лінії нитки в петлі та параметри структури трикотажу впливає не лише вид надміцних ниток, але й тип в'язального обладнання. При цьому у роботі [8] не ставилося за мету проведення регресійного аналізу з визначення залежностей, що описують вплив технологічних параметрів на параметри структури та властивості трикотажу. Саме це стало напрямом для подальших досліджень.

У роботі [9] представлено результати дослідження формоутворення петель в структурі кулірного трикотажу, виробленого з пара-арамідних та високомолекулярних поліетиленових ниток. Однак одержані трикотажні матеріали для проведення досліджень вироблено на іншому типі плосков'язального обладнання. Забезпечення загального зусилля відтягування на в'язальному обладнанні типу ПВРК призводить до переорієнтації нитки в петлях у поздовжньому напрямку.

У ході попередніх досліджень нами виявлено, що у разі вироблення трикотажного матеріалу на плосков'язальному обладнанні типу ПВРК із загальним зусиллям відтягування полотна, що забезпечується гребінкою з тягарцями, під дією цього зусилля ще у процесі в'язання відбувається перерозподіл нитки з голкових та платинних дуг петель у палички (рис. 1). Внаслідок цього нитка в петлях зорієнтована у напрямку петельних стовпчиків.



**Рис. 1. Процес формування петель на плосков'язальній машині типу ПВРК 8 класу: відбійною площиною слугують відбійні зубці голечниці**

При цьому на іншому типі плосков'язального обладнання – рукавичковому автоматі (ПА-8-33) зусилля відтягування полотна забезпечується завдяки наявності платин, які створюють своїм підборіддям відбійну площину при формуванні петель заданого розміру та утримують своїми горловинами платинні дуги петель від підйому разом з голкою під час виконання операції замикання (рис. 2). Ця відмінність у виконанні операцій процесу петлетворення впливає як на формоутворення петель, так і на параметри структури трикотажного матеріалу.



**Рис. 2. Процес формування петель на плосков'язальному рукавичковому автоматі ПА-8-33: відбійною площиною слугують підборіддя платин**

Таким чином, доцільним є встановлення регресійних залежностей, що описують вплив зміни щільності в'язання та виду надмічної сировини на структуроутворення трикотажного матеріалу, виробленого з надмічних високомолекулярних поліетиленових та пара-арамідних ниток на в'язальному обладнанні іншого типу – рукавичковому автоматі.

**Об'єкти і методи досліджень.** Об'єктом дослідження є процес формоутворення петель в структурі трикотажу, виробленого з високоміцних пара-арамідних та високомолекулярних

поліетиленових ниток внаслідок зміни у процесі в'язання трикотажу на рукавичковому автоматі 8 класу глибини кулірування.

Для забезпечення нормального перебігу процесу петлетворення на рукавичковому автоматі ПА-8-33 у ході попереднього експерименту з використанням двох видів високоміцних ниток (пара-арамідної та високомолекулярної поліетиленової лінійної густини 44текс×3 компанії Shaanxi Sunriseetech Co., Ltd., Китай) встановлено мінімальний та максимальний рівні глибини кулірування. У разі переробки високомолекулярної поліетиленової нитки вони складають  $h_{\min} = 3.55$  та  $h_{\max} = 3.95$  мм; для пара-арамідної нитки:  $h_{\min} = 3.4$ ,  $h_{\max} = 3.8$  мм.

Визначення характеристик форми петель в структурі трикотажу виконано з використанням цифрового мікроскопа USB Digital microscope MM-2288-5X-BH та спеціалізованого програмного забезпечення SHINY VISION для роботи з макрозображеннями, одержаними в результаті зйомки.

Для реалізації задач досліджень обрано метод регресійного аналізу та одержання однофакторних математичних моделей за результатами реалізації активного експерименту.

**Результати досліджень.** З метою реалізації активного експерименту [10] на рукавичковому автоматі 8 класу вироблено дослідні зразки трикотажного матеріалу трубчастой форми одинарним переплетенням кулірна гладь із зазначених видів ниток при 5 рівнях глибини кулірування нитки у визначеному діапазоні з кроком 0,1мм за умови незмінного натягу нитки у процесі в'язання. У ході дослідження одержано адекватні регресійні математичні залежності, що описують вплив збільшення глибини кулірування у заданому діапазоні (для поліетиленової нитки  $h = 3.55 \div 3.95$  мм; для пара-арамідної нитки  $h = 3.4 \div 3.8$  мм) на параметри структури та параметри, що характеризують форму петель. На рис. 3 та рис. 4 наведено графіки залежності відповідних параметрів структури від зміни щільності в'язання та одержані лінійні однофакторні регресійні математичні залежності, на основі яких їх побудовано. Представлені графіки наглядно ілюструють лінійний характер залежностей та відхилення даних, отриманих теоретичним шляхом від експериментальних.

Виявлено, що збільшення глибини кулірування у обраному діапазоні призводить до збільшення довжини нитки в петлі трикотажного матеріалу з поліетиленових ниток на 8%, з пара-арамідних – на 7,3%; товщини трикотажу з поліетиленових ниток на 2,7% та з пара-арамідних – на 4,6%. При цьому характер зміни параметрів щільності в'язання в досліджуваних зразках з поліетиленових та пара-арамідних ниток відрізняється. Так, зі збільшенням глибини кулірування у заданому діапазоні кількість петельних стовпчиків у 100мм трикотажу з поліетиленових ниток зростає на 3,5%, а у разі використання пара-арамідних ниток навпаки зменшується на 3,9%; кількість петельних рядів у 100мм трикотажу зменшується як у випадку використання поліетиленових, так і пара-арамідних, відповідно на 19,3% та 16,2%. Збільшення показника щільності по горизонталі зі зменшенням щільності в'язання внаслідок збільшення довжини нитки в петлі в структурі трикотажного матеріалу з поліетиленових ниток обумовлено проявом пружних властивостей даного виду сировини і зміною геометрії осьової лінії нитки в петлі в області голкових та платинних дуг. Під час формування петель довжина відрізка нитки, що припадає на ділянки голкової та платинної дуг обумовлена робочими розмірами тих ділянок голки та платини, які задіяні під час згинання нитки в петлю. Фіксація петель від підйому разом з голкою відбувається в області платинних дуг за допомогою горловин платин. Саме цей факт обумовлює сталу величину відрізка нитки в області платинної дуги. При цьому збільшення довжини нитки в петлі та зосереджене на платинних дугах зусилля відтягування й властивості високомолекулярної поліетиленової нитки призводять до збільшення довжини паличок петель та зменшення ширини петель.

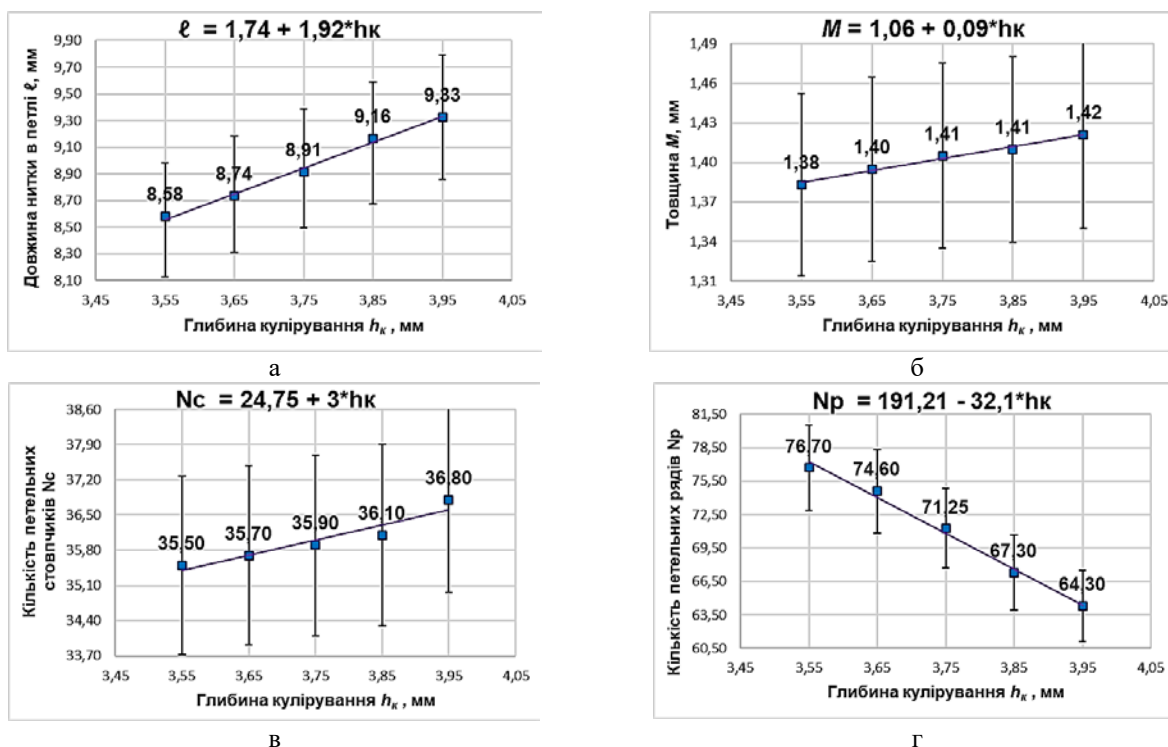


Рис. 3. Графіки залежності параметрів структури від глибини кулірування трикотажу, виробленого з високомолекулярних поліетиленових ниток: а – довжина нитки в петлі трикотажу; б – товщина трикотажу; в – кількість петельних стовпчиків у 100 мм трикотажу; г – кількість петельних рядів у 100 мм трикотажу

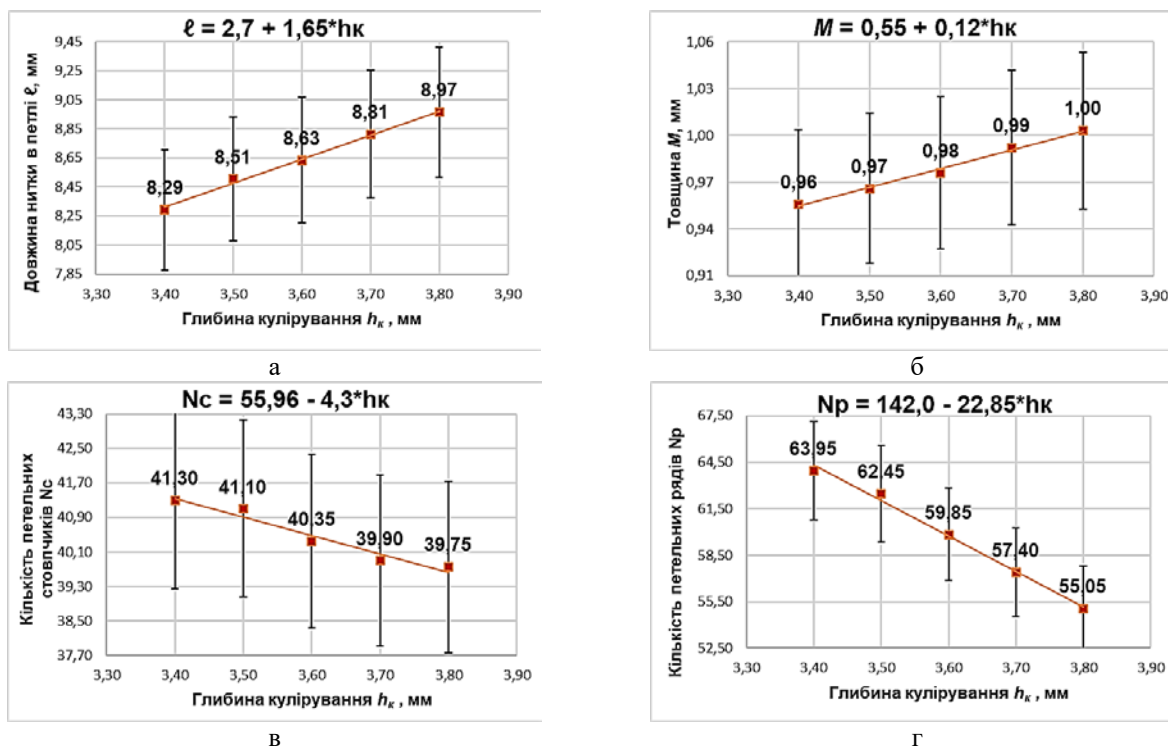


Рис. 4. Графіки залежності параметрів структури від глибини кулірування трикотажу, виробленого з пара-арамідних ниток: а – довжина нитки в петлі трикотажу; б – товщина трикотажу; в – кількість петельних стовпчиків у 100мм трикотажу; г – кількість петельних рядів у 100мм трикотажу

Слід також відзначити, що незважаючи на те, що для виготовлення дослідних зразків використано нитку однакової лінійної густини, у випадку використання високомолекулярної поліетиленової нитки отримуємо трикотажний матеріал більшої товщини, що обумовлено властивостями даного виду високоміцних ниток (більша об'ємна маса та менша густина речовини нитки призводять до більшої її товщини за умови однакової лінійної густини з пара-арамідною ниткою).

У ході реалізації активного експерименту досліджено також вплив зміни щільності в'язання на наступні характеристики форми петлі трикотажного матеріалу переплетення гладь: площа петлі, кут нахилу паличок остова петлі, кут нахилу дотичної у точці переплетення. На підставі одержаних математичних моделей побудовано графіки залежності досліджуваних параметрів форми петлі від зміни глибини кулірування нитки у заданому діапазоні. Представлені на рис. 5 та рис. 6. графіки наглядно ілюструють вплив зміни довжини нитки в петлі на характеристики форми петлі трикотажного матеріалу, виробленого з високомолекулярних поліетиленових та пара-арамідних ниток.

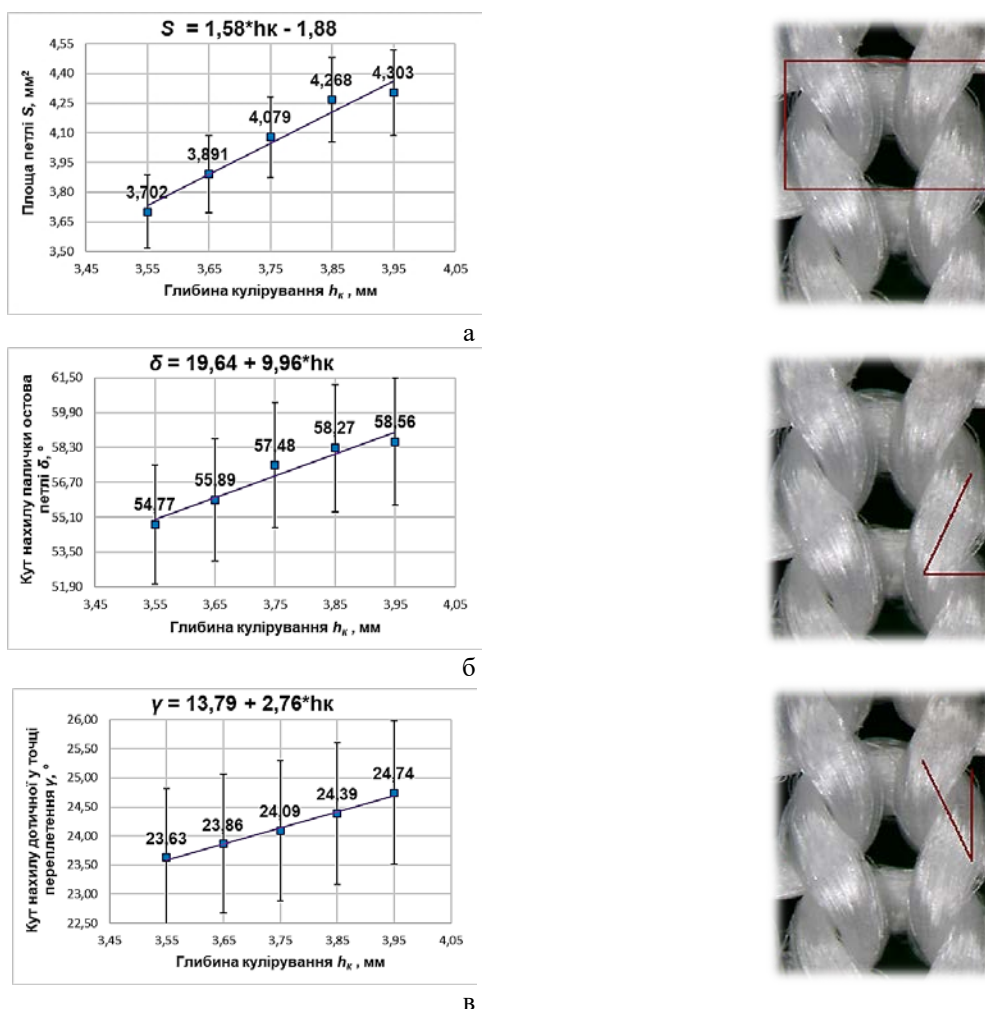


Рис. 5. Макрофотографії петель та графіки залежності характеристик формоутворення петель в структурі трикотажу, виробленого з високомолекулярних поліетиленових ниток, від зміни глибини кулірування: а – площа петлі трикотажу; б – кут нахилу паличок остова петлі трикотажу; в – кут нахилу дотичної у точці переплетення ниток в петлі трикотажу

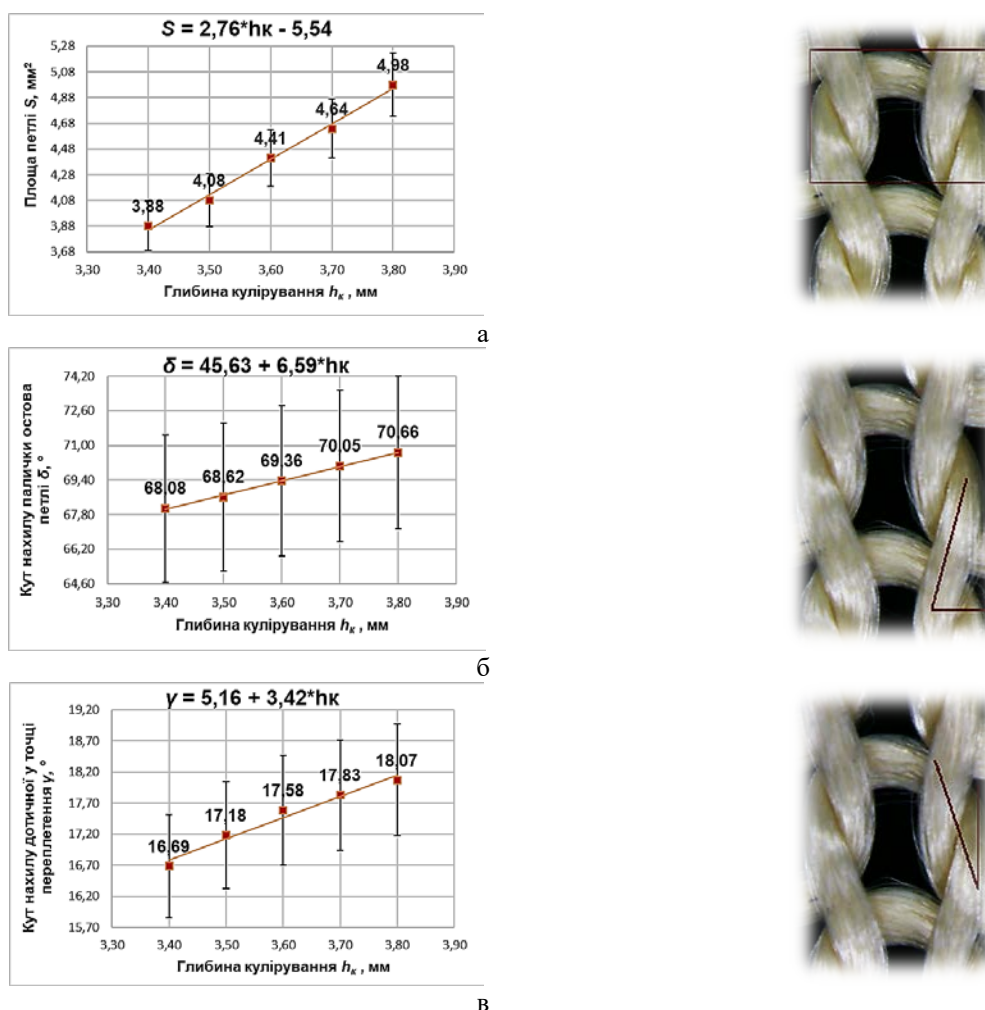


Рис. 6. Макрофотографії та графіки залежності характеристик формоутворення петель в структурі трикотажу, виробленого з пара-арамідних ниток, від зміни глибини кулірування: а – площа петлі трикотажу; б – кут нахилу палички остова петлі трикотажу; в – кут нахилу дотичної у точці переплетення ниток в петлі трикотажу

Як видно з рис. 5 та рис. 6 параметри форми петель трикотажного матеріалу зі збільшенням глибини кулірування змінюються наступним чином: площа петлі, від якої залежить пористість структури, а відповідно в подальшому і стійкість до механічних впливів (тертя, проколу) збільшується у разі використання поліетиленових ниток на 14% та пара-арамідних – на 22,10%; кут нахилу дотичної у точці переплетення на 4,5% та 7,6%; кут нахилу палички остова петлі збільшується на 6,5% та 3,7% відповідно для трикотажного матеріалу з високомолекулярних поліетиленових та пара-арамідних ниток.

**Висновок:** Одержані у ході реалізації активного експерименту однофакторні регресійні математичні залежності дозволять у відповідності до обраного рівня глибини кулірування нитки на плосков'язальному обладнанні з платинами визначати на етапі проектування параметри структури та характеристики форми петель трикотажних матеріалів з високомолекулярних поліетиленових та пара-арамідних ниток.

Встановлені математичні моделі, що описують вплив щільності в'язання на характеристики форми петель, важливі для подальшого 3D моделювання структури трикотажного матеріалу у відповідності до обраної глибини кулірування та їх використання у віртуальних експериментах з визначення механічних характеристик трикотажу й

прогнозування його властивостей. Такі комп'ютерні системи імітаційного моделювання не потребують наявності технологічного обладнання та витрат сировинних ресурсів для виготовлення дослідних зразків. Однак їх використання передбачає створення віртуальних об'єктів, які відповідають реальним. Створення 3D моделей трикотажних матеріалів ускладнюється нестабільністю й нерівномірністю структури, обумовленої фізико-механічними характеристиками ниток, зігнутих в петлі. Саме вивчення характеру зміни форми петель під впливом технологічних параметрів у процесі в'язання дозволяє вирішити питання подальшого одержання параметричних 3D моделей петлі трикотажу.

## References

1. Deitzel, J. M., McDaniel, P., Gillespie, J. W. (2017). High-performance polyethylene fibers. *Structure and Properties of High-Performance Fibers*, P. 167–185. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100550-7.00007-3>.
2. Zhang, J. M., Mousavi, Z., Soykeabkaew, N., Smith, P., Nishino, T., Peijs, T. (2010). All-Aramid Composites by Partial Fiber Dissolution. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 2(3), P. 919–926. <https://doi.org/10.1021/am900859c>.
3. Engr. Reashad Bin Kabir, Engr. Nasrin Ferdous (2012). Kevlar-The Super Tough Fiber. *International Journal of Textile Science*, Vol. 1, No. 6, P. 78–83. DOI: 10.5923/j.textile.20120106.04.
4. Bobrova S., Ielina T., Beskin N., Bezsmertna V., Halavska L. (2018). The use of 3D geometric models in special purpose knitwear design and predicting of its properties. *Vlákna a textil (Fibres and Textiles)*, № 2, Vol. 25, P. 19–26. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/9778>.
5. Sperl, G., Narain, R., Wojtan, C. (2021). Mechanics-aware deformation of yarn pattern geometry. *ACM Transactions on Graphics*, 40(4), P. 1–11. <https://doi.org/10.1145/3450626.3459816>
6. Abghary, M. J., Nedoushan, R. J., Hasani, H. (2016). Simulation of the spherical deformation of biaxial weft-knitted fabrics using meso and macro models. *Fibers and Polymers*, 17(10), P. 1702–1708. <https://doi.org/10.1007/s12221-016-6511-y>.
7. Cirio, G., Lopez-Moreno, J., Otaduy, M. A. (2015). Efficient simulation of knitted cloth using persistent contacts. *SCA '15: Proceedings of the 14th ACM SIGGRAPH Eurographics Symposium on Computer Animation*. P. 55–61. <https://doi.org/10.1145/2786784.2786801>.
8. Dmytryk, O. M., Bezsmertna, V. I., Halavska, L. Ye. (2020). Vplyv typu ploskov'язalnoho obladdannia na petelnu strukturu trykotazhu, vyroblenoho z syrovyny pidvyshchenoi mitsnosti ta u poiednanni z metalevoiu mononytkoiu [Influence of type of flat knitting equipment on the loop structure of knitwear from high strength raw materials and in

## Література

1. Deitzel J. M., McDaniel P., Gillespie J. W. High-performance polyethylene fibers. *Structure and Properties of High-Performance Fibers*. 2017. P. 167–185. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100550-7.00007-3>.
2. Zhang J. M., Mousavi Z., Soykeabkaew N., Smith P., Nishino T., Peijs T. All-Aramid Composites by Partial Fiber Dissolution. *ACS Applied Materials & Interfaces*. 2010. 2(3). P. 919–926. <https://doi.org/10.1021/am900859c>.
3. Engr. Reashad Bin Kabir, Engr. Nasrin Ferdous, Kevlar-The Super Tough Fiber. *International Journal of Textile Science*. 2012. Vol. 1, No. 6. P. 78–83. DOI: 10.5923/j.textile.20120106.04.
4. Bobrova S., Ielina T., Beskin N., Bezsmertna V., Halavska L. The use of 3D geometric models in special purpose knitwear design and predicting of its properties. *Vlákna a textil (Fibres and Textiles)*. 2018. № 2, Vol. 25. P. 19–26. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/9778>.
5. Sperl G., Narain R., Wojtan C. Mechanics-aware deformation of yarn pattern geometry. *ACM Transactions on Graphics*. 2021. 40(4). P. 1–11. <https://doi.org/10.1145/3450626.3459816>.
6. Abghary M. J., Nedoushan R. J., Hasani H. Simulation of the spherical deformation of biaxial weft-knitted fabrics using meso and macro models. *Fibers and Polymers*. 2016. 17(10). P. 1702–1708. <https://doi.org/10.1007/s12221-016-6511-y>.
7. Cirio G., Lopez-Moreno J., Otaduy M. A. Efficient simulation of knitted cloth using persistent contacts. *SCA '15: Proceedings of the 14th ACM SIGGRAPH Eurographics Symposium on Computer Animation*. 2015. P. 55–61. <https://doi.org/10.1145/2786784.2786801>.
8. Дмитрик О. М., Безсмертна В. І., Галавська Л. Є. Вплив типу плосков'язального обладнання на петельну структуру трикотажу, виробленого з сировини підвищеної міцності та у поєднанні з металевою монониткою. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки*. 2020. № 1 (281). С. 80–86.



combination with metal monofilament]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Seriya: Tekhnichni nauky = Bulletin of the Khmelnytskyi National University. Series: Technical sciences*, 1: 80–86 [in Ukrainian].

9. Dmytryk, O., Bobrova, S., Halavska, L. (2022). The influence of knitting parameters on the structure parameters and loop shape of knitted material from high-strength yarn. *VI International Scientific-Practical Conference 20 October Kyiv, Ukraine*, P. 56–58. URL: [https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/21269/1/KyivTex%26Fashion2022\\_P056-058.pdf](https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/21269/1/KyivTex%26Fashion2022_P056-058.pdf)

10. Klochko, O. I. (2006). *Doslidzhennia u trykotazhnii haluzi [Research in the knitted industry]*. Kyiv: KNUTD. 190 p. [in Ukrainian].

9. Dmytryk O., Bobrova S., Halavska L. The influence of knitting parameters on the structure parameters and loop shape of knitted material from high-strength yarn. *VI International Scientific-Practical Conference 20 October 2022. Kyiv, Ukraine*. P. 56–58. URL: [https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/21269/1/KyivTex%26Fashion2022\\_P056-058.pdf](https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/21269/1/KyivTex%26Fashion2022_P056-058.pdf).

10. Ключко О. І. Дослідження у трикотажній галузі: навчальний посібник К.: КНУТД, 2006. 190 с.

**DMYTRYK OKSANA**

*Department of Textile Technology and Design,  
Kyiv National University of Technologies  
and Design, Ukraine*

<https://orcid.org/0000-0001-8638-9632>

Scopus Author ID: 57225127346

E-mail: [dmytryk.om@knutd.edu.ua](mailto:dmytryk.om@knutd.edu.ua)

**HALAVSKA LIUDMYLA**

*Doctor of Technical Science, Professor,  
Department of Textile Technology and Design,  
Kyiv National University of Technologies and  
Design, Ukraine*

<https://orcid.org/0000-0002-6994-6641>

Scopus Author ID: 57191413261

ResearcherID: O-1750-2018

E-mail: [galavska.ly@knutd.edu.ua](mailto:galavska.ly@knutd.edu.ua)

**DMYTRYK O. M., HALAVSKA L. Ye.**

*Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine*

**INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS OF PRODUCING KNITWEAR  
FROM HIGH-STRENGTH THREADS ON THE LOOPS FORM AND STRUCTURAL  
PARAMETERS**

**Purpose.** By implementing an active experiment and establishing one-factor regression models, determine the influence of the type of raw material of increased strength, knitting density on the parameters of the structure and the formation of loops of knitted material produced on a gloves knitting machine from high-molecular weight polyethylene and para-aramid threads.

**Methodology.** The work uses the basics of textile material science and the theory of knitting, methods of analysis and generalization of the obtained results. To determine the parameters of the structure of the knitted materials obtained, experimental methods of research using standard methods were used. Processing of the results of the experiment and construction of graphs was performed with the help of the Microsoft Excel program based on the average values of the indicators. In the research process, the method of linear regression analysis was used by the traditional planning of an active experiment.

**Results.** To ensure the normal course of the knitting process when producing knitted material on the PA-8-33 8 gauge gloves knitting machine from 44texx3high-molecular weight polyethylene and para-aramid threads, the minimum and maximum levels of sinking depth were set, namely for polyethylene thread  $h_{min}=3.55$ ,  $h_{max}=3.95$  mm; for para-aramid thread  $h_{min}=3.4$ ,  $h_{max}=3.8$ mm. Through the implementation of an active experiment on the gloves knitting machine, experimental samples of knitted material of a tubular shape were produced by plain interlooping from the high-strength threads at 5 levels of the sinking depth in a specified range with 0.1 mm step of, under the condition of constant tension of thread during the knitting

process. During the research, the structural parameters and characteristics of the loops` shape of the obtained knitted materials were determined.

**Scientific novelty.** On the flat knitting equipment equipped with sinkers, the nature of the influence of the change in the knitting density of the knitted material of the plain interlooping from high-molecular -weight polyethylene and para-aramid threads on the structural parameters and the loops formation was established.

**Practical significance.** The obtained regression dependences allow, at the stage of designing the knitted material of plain interlooping, produced on a gloves knitting machine from high-molecular -weight polyethylene and para-aramid threads, to determine the structural characteristics and the loops shape as well to use these data to create the 3D models in computer simulation modeling and forecasting properties.

**Keywords:** para-aramid thread; ultra-high molecular weight polyethylene thread; durable knitted material; protective textiles; loops form; plain interloping.