

<https://doi.org/10.30857/2786-5371.2022.6.6>

УДК 677.072:  
677.494: 677.01

ДМИТРИК О. М., БОБРОВА С. Ю.,  
ГАЛАВСЬКА Л. Є., ЄЛІНА Т. В.

Київський національний університет технологій та дизайну, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗРИВАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПЛЕКСНОЇ ПАРА-АРАМІДНОЇ НИТКИ

**Мета.** Виявити фактори, що впливають на характеристики міцності комплексних пара-арамідних ниток.

**Методика.** У роботі використано стандартизований метод дослідження розривальних характеристик ниток згідно з ДСТУ ISO 2062:2004 з використанням розривної машини WDW-5ES, основні положення текстильного матеріалознавства та теорії в'язання, методи аналізу та синтезу одержаних результатів.

**Результати.** З метою виявлення факторів, що впливають на розривальні характеристики пара-арамідних ниток, у ході експериментальних досліджень змінювали кількість ниток, що піддається розриву, затискну довжину та точку переплетення ниток по відношенню до рухомого затискача у разі дослідження міцності ниток петлею. При цьому затискна довжина змінювалася в діапазоні від 25мм до 300мм. У разі розривання нитки петлею затискна довжина залишалася незмінною і становила 100 мм, а розташування точки переплетення ниток по відношенню до затискачів визначалось як 25x75мм, 50x50мм, 75x25мм.

**Наукова новизна.** Встановлено закономірності впливу кількості ниток, що піддаються розриву, затискної довжини та розташування точки переплетення у разі дослідження міцності нитки на розрив петлею на величину розривального зусилля та видовження комплексних пара-арамідних ниток.

**Практична значимість.** Одержані результати досліджень щодо характеру руйнування комплексної пара-арамідної нитки під дією розривального зусилля можуть бути використані в комп'ютерних системах імітаційного моделювання у ході реалізації віртуальних експериментів з визначення фізико-механічних характеристик трикотажу на основі його 3D моделі.

**Ключові слова:** нитки підвищеної міцності; пара-арамідна нитка; розривальне навантаження; розривальне видовження; розрив петлею.

**Вступ.** Сфери застосування синтетичних волокон з кожним днем розширюються завдяки їх унікальним фізичним, термічним та хімічним властивостям, що обумовлюють функціональне призначення готових текстильних виробів. Питання вибору сировини є визначальним для отримання заданих властивостей захисних текстильних матеріалів та виробів від різного роду небезпек – екологічних, кліматичних, механічних тощо. У виробництві захисного текстилю від механічних загроз в усьому світі найбільш затребуваними беззаперечно залишаються пара-арамідні (рА) волокна, які випускаються виробниками під різними торговими марками. Обсяг їх виробництва постійно зростає у зв'язку з розширенням сфер використання [1].

Основні переваги рА волокон, що дозволяють їх використовувати для виготовлення широкого асортименту спеціальних захисних виробів, засобів індивідуального захисту та елементів захисту автомобільної, авіаційної та іншої техніки – підвищена міцність, висока зносостійкість, стійкість до порізів, вогню, високих температур, корозії, органічних та хімічних розчинників [2]. Функціональні властивості даних волокон роблять текстильні матеріали на їх основі привабливими кандидатами для виробництва сучасних засобів індивідуального захисту, у тому числі й балістичного захисту [3–5].

Повномасштабне вторгнення росії на територію України спричинило зростання попиту на текстильні матеріали підвищеної міцності для формування речового майна та тактичного спорядження військовослужбовців. Через порушення внаслідок війни логістичних зв'язків у

постачанні імпорتنих захисних текстильних матеріалів виникла потреба у налагодженні їх власного виробництва. Для виготовлення текстильних матеріалів із заданими характеристиками захисту від дії механічних та температурних уражень ПА нитки є найкращим варіантом, що присутні на ринку сировини балістичного призначення. Проте, такі види сировини мають свою специфіку переробки на технологічному обладнанні та потребують вивчення факторів, що впливають на втрату їх міцності.

У ході попередніх досліджень [6, 7] нами виявлено, що на втрату міцності комплексних пара-арамідних та поліетиленових ниток після їх переробки в структуру трикотажу впливає тип плосков'язального обладнання, що обумовлює певні особливості формування петель у процесі петлетворення. Таким чином, встановлено, що величина втрати міцності залежить від кута обхвату ниткою робочих органів в'язальної машини, зусилля відтягування полотна, природи та особливостей будови нитки підвищеної міцності. Для прогнозування втрати міцності нитки у процесі в'язання трикотажу необхідно попередньо дослідити фактори, що впливають на її розривальні характеристики як вихідної сировини. У роботі [8] нами висвітлено результати досліджень впливу різноманітних факторів на розривальні характеристики комплексних поліетиленових ниток, а саме, кількість ниток, що опирається розриву, затискна довжина та розташування точки переплетення ниток у разі дослідження петлею. Однак рА нитки відрізняються за своєю молекулярною будовою від поліетиленових ниток. Тому, для прогнозування їх поведінки під дією розтягуючих зусиль також слід попередньо дослідити їх розривальні характеристики.

Авторами роботи [9] встановлено закономірності впливу глибини кулірування та лінійної густини рА нитки на втрату її міцності у процесі в'язання. Однак у ході досліджень не акцентується увага на факторах, що обумовлюють рівень розривального зусилля вихідної сировини.

Роботи [10–12] присвячені дослідженню втрати міцності пара-арамідних ниток у процесі ткацтва. Авторами виявлено, що нитки основи значно більше деформуються і втрачають свою міцність порівняно з нитками утку, оскільки у процесі формування зіву, в який прокладається утокова нитка, вони більше контактують з робочими органами ткацького верстата, що зумовлює руйнування окремих філаментів. Проте, одержані результати можуть бути використані лише для прогнозування втрати міцності тканих текстильних матеріалів, які за своєю будовою не дають ниткам вільно переміщуватися в структурі та призводять до додаткового руйнування окремих філаментів. Натомість, у разі трикотажного способу виготовлення текстильного матеріалу, нитка у процесі петлетворення зазнає розтягуючих зусиль, тертя та деформації вигину внаслідок постійного переміщення у ході огинання робочих органів в'язальних машин. Крім того, після формування петель під дією зусилля відтягування полотна нитки в петлях переміщуються з голкових та платинних дуг у палички та навпаки. Тертя нитки об нитку, що виникає у точках переплетення, обумовлює часткове руйнування окремих філаментів та втрату її міцності.

Також широкого застосування набувають дослідження [13, 14] з виготовлення захисних виробів з рА пряжі, яку одержано шляхом поєднання первинних та перероблених з відходів рА волокон. Це обумовлено тим, що дані волокна не розкладаються, а при їх утилізації шляхом спалювання утворюються токсичні гази, що завдає шкоди довкіллю. Авторами роботи [13] у результаті випробувань доведено, що за стійкістю до порізів рукавички, виготовлені з пряжі з суміші первинних і перероблених рА волокон (50:50) не поступаються рукавичкам, виготовленим з пряжі з первинних рА волокон. Це вказує на доцільність вторинної переробки рА волокон при виготовленні на їх основі пряжі. Однак у нашому випадку ми маємо справу з комплексною багатофіламентною пара-арамідною ниткою, яка має відмінну від пряжі будову та характер руйнування під дією розтягуючих зусиль.

**Постановка завдання.** Аналіз наукових досліджень дозволяє зробити висновок, що проблема визначення факторів, що впливають на характеристики руйнування ПА нитки та втрати міцності під час її переробки саме на в'язальному обладнанні, у наукових роботах вивчені не достатньо. Слід взяти до уваги, що у процесі виготовлення трикотажного полотна комплексна ПА нитка піддається значному згину та тертю при проходженні робочих органів в'язальної машини з малим радіусом кривизни, що в свою чергу може призвести до руйнування структури та в подальшому спричинити втрату її міцності.

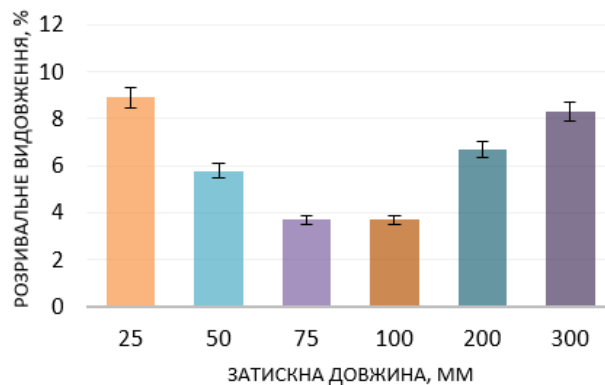
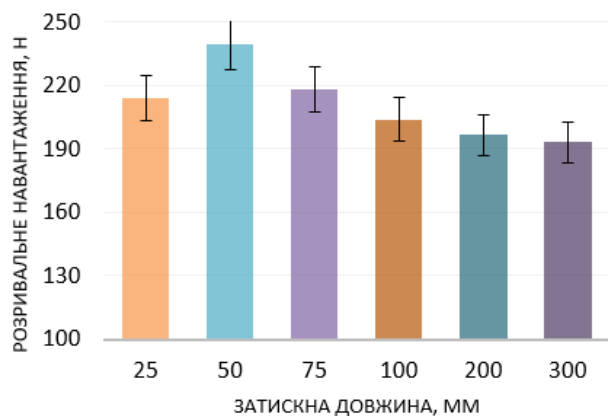
Основною задачею роботи є визначення факторів, що впливають на розривальні характеристики  $pA$  нитки. Одержані результати щодо характеру руйнування комплексної  $pA$  нитки під дією розривального зусилля можуть бути у подальшому використані в комп'ютерних системах імітаційного моделювання під час проведення віртуальних експериментів з визначення фізико-механічних властивостей трикотажних матеріалів на підставі 3D моделей їх структури, що враховують характеристики нитки.

**Об'єкти і методи досліджень.** Об'єктом дослідження є процес руйнування під дією прикладеного розривального зусилля комплексної багатофіламентної пара-арамідної нитки лінійної густини 44текс компанії Shaanxi Sunriseetech Co., Ltd. (Китай). Для проведення досліджень розривальних характеристик використано стандартизований метод дослідження розривальних характеристик ниток згідно з ДСТУ ISO 2062:2004 [15]. Випробування реалізовано на розривній машині WDW-5ES 05M з нижнім нерухомим затискачем та верхнім, що рухається зі сталою швидкістю.

**Результати досліджень.** Для виявлення факторів, що впливають на розривальні характеристики ПА ниток, у ході випробувань змінювали затискну довжину від 25 мм до 300 мм та за умови сталої затискної довжини (100мм) змінювали розташування точки переплетення ниток по відношенню до нижнього та верхнього затискачів розривної машини (25x75 мм, 50x50 мм, 75x25 мм). При цьому для встановлення характеру впливу кількості ниток, що опирається розриву, на величину розривального зусилля та видовження у ході випробувань використано проби з  $pA$  ниток лінійної густини 44 текс у 3 та 6 кінців.

За результатами випробувань побудовано діаграми розривального навантаження та видовження комплексної  $pA$  нитки, які наведено на рис. 1–3. Оскільки дослідження проведено з  $pA$  ниткою у 3 та 6 кінців, то для співставлення одержаних результатів пропонується оперувати величиною питомого розривального зусилля, тобто зусилля, що припадає на одну нитку. Залежність для розрахунку питомого розривального зусилля наведена нами у попередній роботі [8], присвяченій дослідженню розривальних характеристик комплексних поліетилєнових ниток.

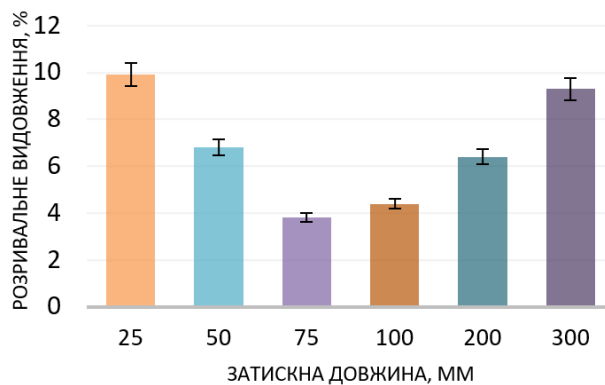
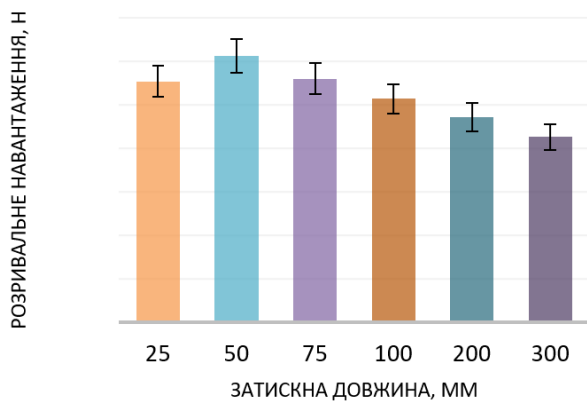
Співставлення одержаних результатів щодо величини розривального навантаження у разі формування дослідної проби з 3 та 6 паралельно розташованих  $pA$  ниток, вказує на те, що найбільша величина розривального зусилля спостерігається при затискній довжині 50 мм. Подальше збільшення затискної довжини вимірювальної проби у діапазоні 50 мм÷300 мм призводить до зменшення розривального зусилля. Результати випробувань вказують на те, що опір, який чинять пара-арамідні нитки при заправці їх у затискачах розривної машини у 6 кінців порівняно із заправкою у 3 кінці, пропорційно у двічі більший. Відмінність полягає у разі заправки ниток лінійної густини 44 текс×3 петлею. У такому випадку сумарна лінійна густина складає 44 текс×6. При цьому у центрі проби розташована точка переплетення ниток. Слід зазначити, що за умови наявності в центрі проби точки переплетення у вигляді петлі (рис. 4а) характер зміни розривального навантаження відповідно до затискної довжини порівняно з пробями з нитки 44 текс у 6 кінців. Зміна затискної довжини у діапазоні 50 мм ÷ 200 мм не призводить до суттєвих змін величини навантаження, яке витримує проба на момент розриву.



а

б

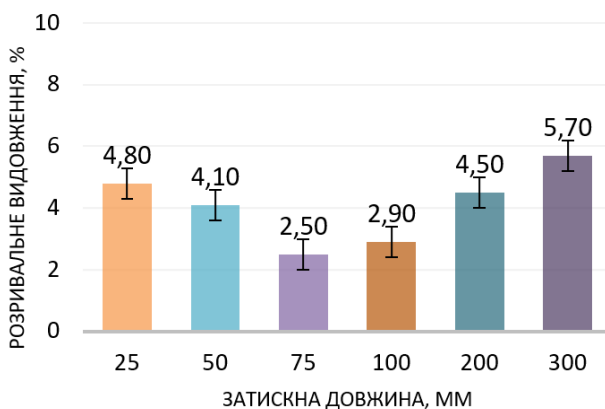
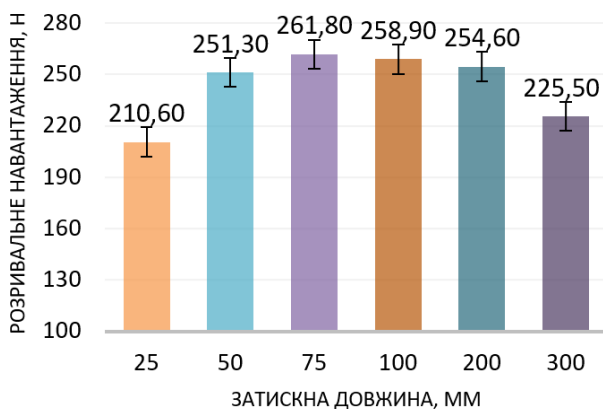
Рис. 1. Діаграми розривального зусилля (а) та видовження (б) при заправці у затискачі 3 pA ниток лінійної густини 44 текс



а

б

Рис. 2. Діаграми розривального зусилля (а) та видовження (б) при заправці у затискачі 6 pA ниток лінійної густини 44 текс



а

б

Рис. 3. Діаграми розривального зусилля (а) та видовження (б) при заправці петлею pA нитки лінійної густини 44 текс×3

Слід зауважити, що на величину розривального видовження зміна затискної величини має інший характер впливу. А саме: збільшення затискної довжини у діапазоні 25÷75 мм призводить до зменшення розривального видовження, а подальше збільшення затискної довжини – до зростання його величини (рис. 16 та рис. 26). При цьому кількість ниток у заправці не має суттєвого впливу на величину відносного розривального видовження та знаходиться в межах похибки вимірювань.

Наявність у досліджуваній пробі точки переплетення у вигляді петлі (рис. 4 а) не впливає на характер зміни відносного розривального видовження. Аналогічно спочатку величина відносного розривального видовження зменшується у діапазоні затискної довжини 25 мм÷75 мм, а потім зростає у діапазоні затискної довжини 100 мм÷300 мм. Але порівняно з пробами з нитки 44 текс у 6 кінців відносно розривальне видовження проб з розташуванням ниток 44 текс у 3 кінці петлею зменшується у понад 1,5 рази (рис. 3б та рис. 2б). Таким чином, наявність точки переплетення у вигляді петлі впливає не на характер зміни, а саме на величину розривального видовження. Встановлені закономірності зміни величини розривального зусилля та відносного видовження слід враховувати у разі реалізації віртуальних експериментів з визначення механічних характеристик структури трикотажу в системах комп'ютерного моделювання.

Нитки в структурі трикотажу зігнуті у петлі та мають точки переплетення, наявність яких впливає на механізм деформації розриву трикотажного матеріалу. Для виявлення характеру руйнування ниток у точці переплетення досліджено проби з двох ниток лінійної густини 44 текс×3 петлею (рис. 4а) при затискній довжині 100 мм. Таким чином сумарна лінійна густина відповідала нитці лінійної густини 44 текс у 6 складень. При цьому для виявлення характеру впливу зміни положення точки переплетення по відношенню до рухомого затискача розривної машини на відрізок незмінної величини затискної довжини зміщували положення точки переплетення на відстань 25 мм, 50 мм та 75 мм по відношенню до нерухомого затискача (рис. 4б). На рис. 4в наведено заправку ниток петлею (25 мм×75 мм) у затискачах розривної машини. Рис. 4г наглядно ілюструє характер розриву ниток при їх заправці петлею.

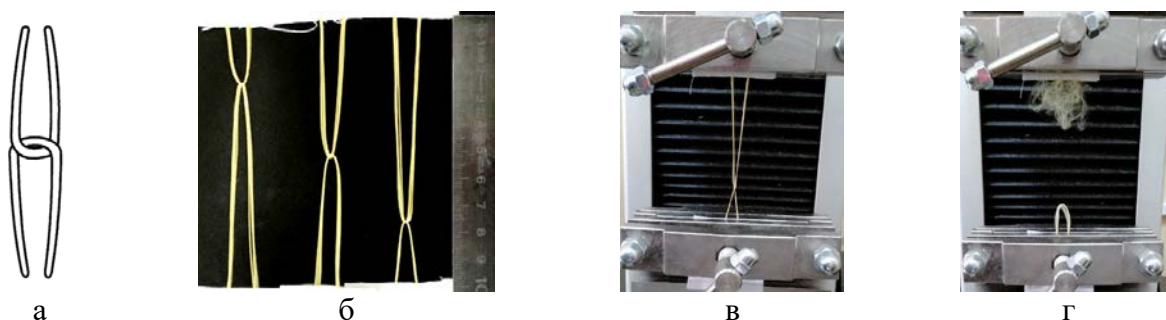


Рис. 4. Схема заправки нитки петлею у затискачах розривної машини

На підставі одержаних результатів щодо величини розривального навантаження та видовження у разі дослідження ниток при їхній заправці петлею побудовані відповідні діаграми (рис. 5).

Як видно з діаграм (рис. 5а), зміщення точки переплетення ниток до рухомого затискача призводить до зменшення розривального навантаження, що обумовлено зростанням зусилля, яке припадає на одиницю довжини відрізка нитки від точки переплетення до верхнього рухомого затискача. При цьому зростання розривального видовження (рис. 5б) пояснюється збільшенням відрізка нитки від нерухомого затискача до точки переплетення, в якій зосереджена основна розривальна напруга.

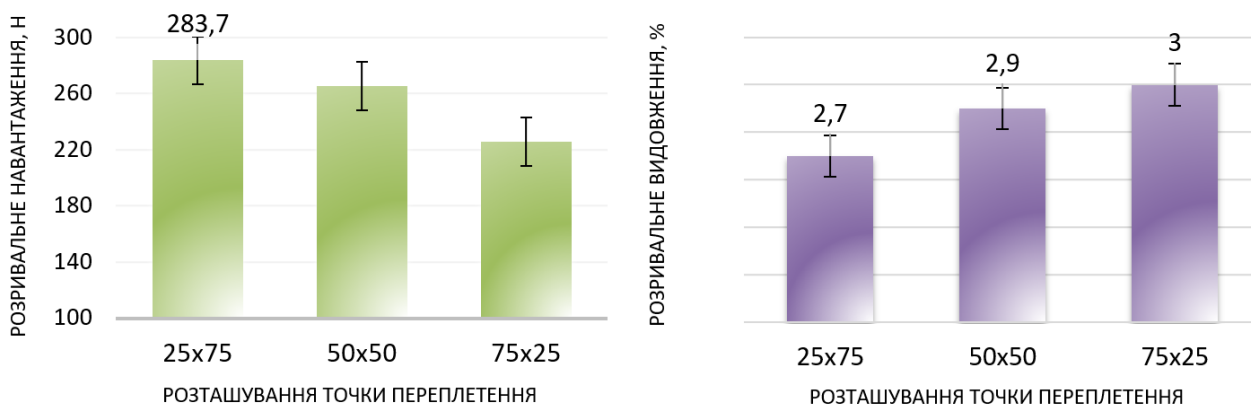


Рис. 5. Діаграми розривального зусилля (а) та видовження (б) при заправці у затискачі рА нитки лінійної густини 44 текс×3 петлею

**Висновок:** за результатами проведених випробувань встановлено, що величина розривального навантаження корелюється з кількістю ниток, що опирається розриву. При цьому величина відносного розривального видовження не залежить від кількості ниток. У разі дослідження петлею у діапазоні затискної довжини 50мм÷200мм величина розривального зусилля, яке витримує проба, залишається незмінною. У ході дослідження розривальних характеристик пара-арамідних ниток лінійної густини 44текс у 6 кінців при їх паралельному розташуванні та петлею виявлено, що наявність точки переплетення у центрі проби призводить до зменшення величини розривального видовження у понад 1,5 рази.

**Подяка.** Робота виконана у рамках 16.04.73 ДБ, 2021–2022 рр. «Розробка багатофункціональних трикотажних полотен та виробів для формування речового майна та тактичного спорядження військовослужбовців».

## References

1. Korchak, Yu., Korchak, L. (2016). Materialy dlia vyhotovlennia bronezhyletiv: suchasnyi stan i perspektivu [Materials for the manufacture of body armor: current situation and prospects]. *Elektronika ta informatsiini tekhnolohii = Electronics and information technologies*, 6: 54–71 [in Ukrainian].
2. Seretis G. V., Kostazos P. K., Manolakos D. E., Provatidis C. G. (2015). On the mechanical response of woven para-aramid protection fabrics. *Composites Part B: Engineering*, 79: 67–73. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2015.04.025>.
3. Bilisik, K. (2011). Properties of yarn pull-out in para-aramid fabric structure and analysis by statistical model. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 42(12): 1930–1942. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2011.08.018>.
4. Beex, L. A. A., Verberne, C. W., Peerlings, R. H. J. (2013). Peerlings, Experimental identification of a lattice model for woven fabrics: Application to electronic textile. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*,

## Література

1. Корчак Ю., Корчак Л. Матеріали для виготовлення бронезилетів: сучасний стан і перспективи. *Електроніка та інформаційні технології*. 2016. № 6. С. 54–71.
2. Seretis G. V., Kostazos P. K., Manolakos D. E., Provatidis C. G. On the mechanical response of woven para-aramid protection fabrics. *Composites Part B: Engineering*. 2015. Vol. 79. P. 67–73. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2015.04.025>.
3. Bilisik K. Properties of yarn pull-out in para-aramid fabric structure and analysis by statistical model. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 2011. Vol. 42, Iss. 12. P. 1930–1942. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2011.08.018>.
4. Beex L. A. A., Verberne C. W., Peerlings R. H. J. Experimental identification of a lattice model for woven fabrics: Application to electronic textile. *Composites Part A:*

- 48: 82–92. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2012.12.014>.
5. Shim V. P. W., Lim C. T., Foo K. J. (2001). Dynamic mechanical properties of fabric armour. *International Journal of Impact Engineering*, 25(1): 1–15. [https://doi.org/10.1016/S0734-743X\(00\)00038-5](https://doi.org/10.1016/S0734-743X(00)00038-5).
6. Dmytryk, O. M., Bezsmertna, V. I., Halavska, L. Ye. (2020). Vplyv typu viazalnogo obladnannia na pokaznyky vtraty mitsnosti polietylenovykh ta paraaramidnykh nytok pislia viazannia [The influence of the type of knitting equipment on the strengths of losing strength of polyethylene and paramid threads after knitting]. *Visnyk Khersonskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu = Bulletin of the Kherson National Technical University*, 1: 89–96 [in Ukrainian].
7. Dmytryk, O. M., Bezsmertna, V. I., Halavska, L. Ye. (2020). Vplyv typu ploskoviazalnogo obladnannia na petelnu strukturu trykotazhu, vyroblenoho z syrovyny pidvyshchenoi mitsnosti ta u poiednanni z metalevoiu mononytkoio [Influence of type of flat knitting equipment on the loop structure of knitwear from high strength raw materials and in combination with metal monofilament]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Seriiia : Tekhnichni nauky = Bulletin of the Khmelnytskyi National University. Series: Technical sciences*, 1: 80–86 [in Ukrainian].
8. Bobrova, S. Yu., Dmytryk, O. M., Halavska, L. Ye., Yelina, T. V. (2021). Rozryvalni kharakterystyky kompleksnoi polietylenovoi nytky [Breaking characteristics of integrated polyethylene thread]. *Tekhnolohii ta inzhynirynh = Technologies and Engineering*, 4: 51–59 [in Ukrainian].
9. Bezsmertna, V. I., Halavska, L. Ye., Bobrova, S. Yu. (2019). Study of the loss of strength of para-aramid threads in the process of connecting knitted fabric. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohii ta dizainu. Seriiia Tekhnichni nauky = Bulletin of the Kyiv National University of Technologies and Design. Series Technical sciences*, 2(132): 51–59 [in Ukrainian].
10. Bajya, M., Majumdar, A., Butola, B. S. (2022). Criticality of inter-yarn friction in high-performance fabrics for the design of soft body armour. *Composites Communications*, Vol. 29, 100984. <https://doi.org/10.1016/j.coco.2021.100984>.
11. Abteu, M. A., Boussu, F., Bruniaux, P., Loghin, C., Cristian, I., Chen, Y., Wang, L. (2020). Yarn degradation during weaving process and its effect on the mechanical behaviours of 3D warp interlock p-aramid fabric for industrial applications. *Journal of Industrial Textiles*, Applied Science and Manufacturing. 2013. Vol. 48. P. 82–92. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2012.12.014>.
5. Shim V. P. W., Lim C. T., Foo K. J. Dynamic mechanical properties of fabric armour. *International Journal of Impact Engineering*. 2001. Vol. 25, Iss. 1. P. 1–15. [https://doi.org/10.1016/S0734-743X\(00\)00038-5](https://doi.org/10.1016/S0734-743X(00)00038-5).
6. Дмитрик О. М., Безсмертна В. І., Галавська Л. Є. Вплив типу в'язального обладнання на показники втрати міцності поліетиленових та параарамідних ниток після в'язання. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2020. № 1 (72), Ч. 1. С. 89–96.
7. 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.
8. Боброва С. Ю., Дмитрик О. М., Галавська Л. Є., Єліна Т. В. Розривальні характеристики комплексної поліетиленової нитки. *Технології та інжиніринг*. 2021. № 4. С. 51–59.
9. Безсмертна В. І., Галавська Л. Є., Боброва С. Ю. Дослідження втрати міцності параарамідних ниток у процесі в'язання кулірного трикотажу. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія Технічні науки*. 2019. № 2 (132). С. 51–59.
10. Bajya M., Majumdar A., Butola B. S. Criticality of inter-yarn friction in high-performance fabrics for the design of soft body armour. *Composites Communications*. 2022. Vol. 29, 100984. <https://doi.org/10.1016/j.coco.2021.100984>.
11. Abteu M. A., Boussu F., Bruniaux P., Loghin C., Cristian I., Chen Y., Wang L. (2020). Yarn degradation during weaving process and its effect on the mechanical behaviours of 3D warp interlock p-aramid fabric for industrial

152808372093728. <https://doi.org/10.1177/1528083720937288>.
12. Elgohary, D. H., Elshakankery, M. H. (2020). Analysis of the Mechanical Properties of Kevlar 29 Woven Fabrics. *Journal of the TEXTILE Association*, 80 (6): 441–447.
13. Malik, M. H., Akhtar, N., Bakkar, A., Fraz, A. (2019). Comparison of cut-resistance performance of gloves made from virgin and recycled Para-Aramid fibres. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 507, 012001. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/507/1/012001>.
14. Irfan, M., Afzal, A., Nazir, A. et al. (2022). Development and characterization of protective gloves using waste para aramid fibers. *Journal of Industrial Textiles*, 52. <https://doi.org/10.1177/15280837221113363>.
15. DSTU ISO 2062:2004. Tekstyl'. Priazha z pakovan'. Vyznachennia rozryval'noho navantazhennia ta vydovzhennia pid chas rozryvu [Textile. Yarn from packages. Determination of breaking load and elongation at break] (ISO 2062:1995, IDT) [in Ukrainian].
- applications. *Journal of Industrial Textiles*, 152808372093728. <https://doi.org/10.1177/1528083720937288>.
12. Elgohary D. H., Elshakankery M. H. Analysis of the Mechanical Properties of Kevlar 29 Woven Fabrics. *Journal of the TEXTILE Association*. 2020. 80 (6). P. 441–447.
13. Malik M. H., Akhtar N., Bakkar A., Fraz A. Comparison of cut-resistance performance of gloves made from virgin and recycled Para-Aramid fibres. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 2019. 507. 012001. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/507/1/012001>.
14. Irfan M., Afzal A., Nazir A. et al. Development and characterization of protective gloves using waste para aramid fibers. *Journal of Industrial Textiles*. 2022. 52. <https://doi.org/10.1177/15280837221113363>.
15. ДСТУ ISO 2062:2004. Текстиль. Пряжа з паковань. Визначення розривального навантаження та видовження під час розриву (ISO 2062:1995, IDT).

**BOBROVA SVITLANA**

Candidate of Technical Science, Associate Professor  
Department of Textile Technology and Design,  
Kyiv National University of Technologies  
and Design, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-3381-9915>  
Scopus Author ID: 57203865072  
E-mail: [bobrova.sy@knutd.com.ua](mailto:bobrova.sy@knutd.com.ua)

**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)

**YELINA TETIANA**

Candidate of Technical Science, Associate Professor  
Department of Textile Technology and Design,  
Kyiv National University of Technologies  
and Design, Ukraine  
<https://orcid.org/0000-0002-9310-0582>  
Scopus Author ID: 57203861122  
E-mail: [yelina.tv@knutd.edu.ua](mailto:yelina.tv@knutd.edu.ua)

**DMYTRYK O. M., BOBROVA S. Yu., HALAVSKA L. Ye., YELINA T. V.**

*Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine*

**RESEARCH OF THE TEARING CHARACTERISTICS OF PARA-ARAMID YARN**

**Purpose.** Identify the factors affecting the strength characteristics of complex para-aramid yarns.

**Methodology.** The work uses a standardized method of research the tearing characteristics of yarns according to DSTU ISO 2062:2004 using a breaking machine WDW-5ES, the basic provisions of textile material science and the theory of knitting, methods of analysis and synthesis of the obtained results.



**Results.** In order to identify the factors that influence the tearing characteristics of PA threads, during experimental studies, the number of yarns subject to breaking, the clamping length and interweaving yarns point in relation to the movable clamp were changed in the case of testing the yarn strength by loop. At the same time, the clamping length varied in the range from 25 mm to 300 mm. In the event of a yarn breaking by loop, the clamping length remained unchanged and was 100 mm, and the location of the point of yarns interweaving in relation to the clamps was determined as 25x75mm, 50x50mm, 75x25mm.

**Scientific novelty.** The regularities of the influence of the number of yarns susceptible to breaking, the clamping length and the location of the interweaving point in the case of the study of the yarn strength at the loop break on the tensile strength and elongation have been established.

**Practical significance.** The obtained research results on the nature of the destruction of the complex para-aramid yarn under the breaking force can be used in computer simulation systems during the implementation of virtual experiments to determine the physical and mechanical characteristics of knitwear based on its 3D model.

**Keywords:** high-strength yarns; para-aramid yarn; tensile strength and elongation; loop breaking.