

## ТЕХНОЛОГІЯ ЛЕГКОЇ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 677.075:[687.254:615.477.2

DOI <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2025.4.1.47>

Л. Є. ГАЛАВСЬКА

доктор технічних наук, професор  
Київський національний університет технологій та дизайну  
ORCID: 0000-0002-6994-6641

Ю. М. ХАРЧЕНКО

кандидат технічних наук  
Київський національний університет технологій та дизайну  
ORCID: 0009-0007-9738-087X

С. І. АРАБУЛІ

кандидат технічних наук, доцент  
Київський національний університет технологій та дизайну  
ORCID: 0000-0003-1049-8255

А. Т. АРАБУЛІ

кандидат технічних наук, доцент  
Київський національний університет технологій та дизайну  
ORCID: 0000-0002-2583-4998

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ГІГІЄНІЧНІ  
ВЛАСТИВОСТІ ТРИКОТАЖНОГО МАТЕРІАЛУ ЧОХЛА ДЛЯ КУЛЬТИ**

У межах дослідження розроблено структуру трубчастого трикотажного матеріалу з еластомерною ниткою, розташованою в структурі ґрунту у вигляді пресових накидів та протяжок з використанням двох рапортів її прокладання: 1+1 та 1+3. Дослідні зразки вироблено на круглопанчішному автоматі 13 класу з діаметром циліндра 3,75 дюйма. У процесі в'язання здійснювалося регулювання натягу еластомерної нитки шляхом зміни швидкості її подачі, що дозволило забезпечити компресійний ефект та рівномірний розподіл тиску по поверхні трикотажного матеріалу.

Виявлено характер впливу щільності в'язання ґрунту, швидкості подачі еластомерної нитки та рапорту її прокладання в структуру трикотажу на гігієнічні характеристики трикотажного матеріалу, зокрема: гігроскопічність, паро- та повітропроникність. На рівень та характер зміни паро- та повітропроникності зі зміною швидкості подачі еластомерної нитки має суттєвий вплив рапорт її прокладання у петельну структуру трикотажного матеріалу. Збільшення щільності в'язання по вертикалі призводить до зниження величини досліджуваних показників гігієнічних властивостей, що обумовлено зменшенням наскрізної пористості трикотажного матеріалу.

У ході дослідження визначено, що за певних технологічних параметрів в'язання гігроскопічність компресійних трикотажних матеріалів становить не менше 4%, повітропроникність – не менше 135  $\text{дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$ , паропро-никність – не менше 5,6  $\text{мг}/\text{см}^2\cdot\text{год}$ . Встановлені кореляційні залежності дозволяють здійснювати вибір параметрів в'язання для одержання компресійного трикотажного матеріалу із заданими гігієнічними властивостями. Таким чином, результати отриманих досліджень створюють передумови для подальшої розробки вітчизняних функціональних трикотажних матеріалів медичного призначення з комплексом компресійних та гігієнічних властивостей й достатнім рівнем комфортності, придатних для застосування на різних етапах лікування та реабілітації осіб з ампутованими кінцівками.

**Ключові слова:** медичний текстиль, трикотажний матеріал, повітропроникність трикотажу, паропро-никність трикотажу, гігроскопічність трикотажу, чохол для кукси, еластомерна нитка.

L. YE. HALAVSKA

Doctor of Technical Sciences, Professor  
Kyiv National University of Technologies and Design  
ORCID: 0000-0002-6994-6641

YU. M. KHARCHENKO

Candidate of Technical Sciences  
Kyiv National University of Technologies and Design  
ORCID: 0009-0007-9738-087X

S. I. ARABULI

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Kyiv National University of Technologies and Design  
ORCID: 0000-0003-1049-8255

A. T. ARABULI

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Kyiv National University of Technologies and Design  
ORCID: 0000-0002-2583-4998

## RESEARCH ON THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS ON THE HYGIENIC PROPERTIES OF A KNITTED MATERIAL COVER FOR STUMPS

*Within the scope of the study, a structure of tubular knitted fabric with an elastomeric yarn arrangement in the soil structure was developed, utilizing a tuck stitch and float stitch, and employing a 1+1 and 1+3 laying pattern. The experimental samples were produced on a class 13 circular knitting machine with a cylinder diameter of 3.75 inches. During knitting, the tension of the elastomeric thread was adjusted by changing its feed speed, which ensured a compression effect and uniform pressure distribution over the surface of the knitted fabric.*

*The nature of the influence of soil knitting density, elastomeric thread feed rate, and laying pattern on the hygienic characteristics of knitwear, specifically hygroscopicity, vapor permeability, and air permeability, has been revealed. The level and nature of changes in vapor and air permeability with changes in the feed rate of the elastomeric thread are significantly influenced by its pattern in the loop structure of the knitted fabric. An increase in the vertical knitting density leads to a decrease in the values of the studied indicators of hygienic properties, which is due to a decrease in the through-porosity of the knitted material.*

*The study found that under certain knitting parameters, the hygroscopicity of compression knitted fabrics is at least 4%, air permeability is at least 135 dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·s, and vapor permeability is at least 5.6 mg/cm<sup>2</sup>·h. The established correlation dependencies allow the selection of knitting parameters to obtain a compression-knit material with specified hygienic properties. Thus, the results of the studies create the prerequisites for the further development of domestic functional knitted materials for medical use, possessing a complex of compression and hygienic properties, as well as a sufficient level of comfort, suitable for use at various stages of treatment and rehabilitation of individuals with amputated limbs.*

**Key words:** *medical textiles, knitted fabric, air permeability of knitted fabric, vapor permeability of knitted fabric, hygroscopicity of knitted fabric, stump cover, elastomeric thread.*

### Постановка проблеми

Довготривала й виснажлива війна в Україні мало не щодня призводить до значної кількості постраждалих з мінно-вибуховими пораненнями не лише серед військових, а й цивільного населення [1, 2]. Зокрема статистика людей з травматичною ампутацією доводить доцільність створення функціональних трикотажних виробів, які забезпечуватимуть оптимальний рівень гігієнічності, комфортності та компресії на етапі формування культу, запобігатимуть післяопераційним ускладненням та сприятимуть ефективній реабілітації [3, 4].

Ключовими аспектами забезпечення компресійної терапії та комфортності виробу є науково обґрунтований підбір трикотажної структури та технологічних параметрів в'язання, що забезпечуватимуть формування необхідних гігієнічних характеристик матеріалу та оптимальної компресії виробу заданої форми, призначеного для догляду за ампутованою кінцівкою на етапі реабілітації перед протезуванням [5-7]. При цьому фізико-механічні й експлуатаційні характеристики трикотажного матеріалу визначаються структурою переплетення ґрунту та способом введення еластомерної нитки.

Таким чином, розробка компресійних трикотажних матеріалів замкнутого контуру й дослідження їхніх гігієнічних властивостей є актуальною науково-технічною задачею, вирішення якої сприятиме створенню компресійних чохла для культу вітчизняного виробництва із заданим рівнем гігроскопічності, паро- та повітропроникності.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Трикотажні матеріали завдяки своїм унікальним властивостям, таким як еластичність, комфортність та здатність регулювати функціональні характеристики шляхом зміни структури переплетення та параметрів в'язання, широко застосовуються у виготовленні функціональних захисних виробів, різноманітного асортименту виробів білизняного, спортивного та медичного призначення [8-10]. Зокрема значну частину медичного текстилю складають вироби, призначені для компресійної терапії, яка є ефективним методом на етапі загоєння ранової поверхні та

формування культу після ампутації кінцівки. Зазвичай для виготовлення чохла для культу використовують технологію одержання виробів трубчастої форми, у процесі виготовлення яких формується мисок і в структуру трикотажного матеріалу вводиться еластомерна нитка [11,12]. Компресійні чохла можуть мати різноманітні конструктивні особливості в залежності від ділянки ампутації кінцівки та призначення [3]. Розуміння фізико-механічних й гігієнічних властивостей функціональних трикотажних матеріалів, їх взаємозв'язку з кінцевим призначенням стають основою для проведення наукових досліджень, класифікації, контролю якості та оптимального вибору пряжі і ниток для їхнього виробництва.

Ключовим показником функціональності трикотажних виробів є термофізіологічний комфорт, який визначає загальне відчуття зручності при експлуатації виробу. Комфортність носіння трикотажного виробу є складним явищем, що формується під впливом різноманітних факторів, включаючи фізичні та нефізичні подразники в умовах певного середовища. Одним із основних чинників, що визначають комфорт, є структура переплетення трикотажного матеріалу. Властивості термофізіологічного комфорту – теплопровідність, паропроникність, повітропроникність, швидкість висихання, вологостійкість та інші – можуть бути змінені шляхом варіювання параметрів структури трикотажу [10,13, 14].

У наукових дослідженнях гігієнічних властивостей текстильних матеріалів автори підкреслюють, що вирішальну роль у формуванні комфортних характеристик відіграють сировинний склад пряжі та ниток, а також структура переплетення [15-17]. Показники передачі водяної пари та тепла крізь текстильний матеріал визначають рівень теплового комфорту користувача [18].

Геометричні параметри петельної структури трикотажу є важливими для оцінки та моделювання функціональних характеристик, зокрема повітропроникності. Матеріали з більшою площею поверхні або більшими порами забезпечують інтенсивнішу циркуляцію повітря, що сприяє охолодженню шкірного покриву тіла користувача. Дослідження багатьох авторів підтверджують можливість прогнозування повітро- та паропроникності на основі заданих параметрів структури трикотажного матеріалу [19, 20]. Відносна паропроникність забезпечує додаткову інформацію про здатність матеріалу поглинати та відводити вологу [21-22].

Експериментальні дані свідчать, що різні види в'язаних структур проявляють відмінні характеристики теплового комфорту, зокрема щодо теплопровідності, повітропроникності та паропроникності, що підкреслює важливість вибору структури переплетення залежно від призначення трикотажного виробу [23-25].

Наразі науковцями ведеться постійна робота у напрямку створення нових трикотажних матеріалів медичного призначення. Однак процес розробки функціональних трикотажних матеріалів трубчастої форми, що використовуються у виробництві чохла для культу, передбачає вивчення характеру впливу технологічних параметрів в'язання на їхні гігієнічні властивості. Аналіз наукових праць за напрямом досліджень дозволив сформулювати мету, задачі досліджень та методи їх реалізації.

#### **Формулювання мети дослідження**

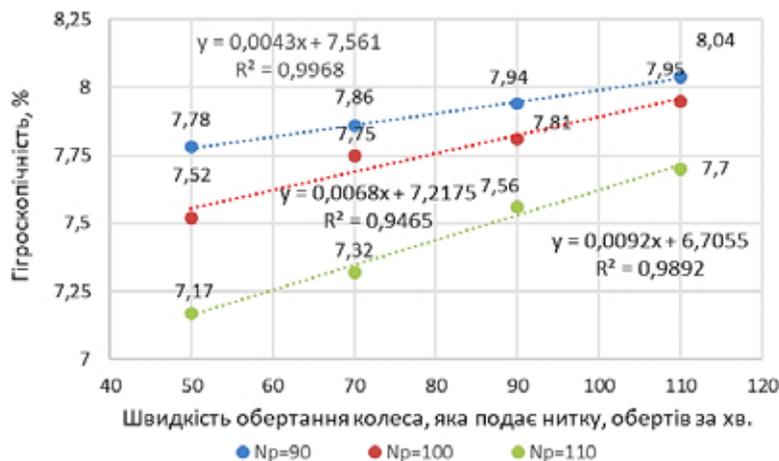
Метою даної роботи є вивчення впливу технологічних параметрів виробництва трикотажного матеріалу, виробленого на круглов'язальному обладнанні малого діаметру, на його гігієнічні властивості. Зокрема, дослідження впливу швидкості подачі еластомерної нитки у зону в'язання, рапорту її розташування у петельній структурі ґрунту та щільності по вертикалі трикотажного полотна на рівень гігроскопічності, повітро- та паропроникності.

#### **Викладення основного матеріалу дослідження**

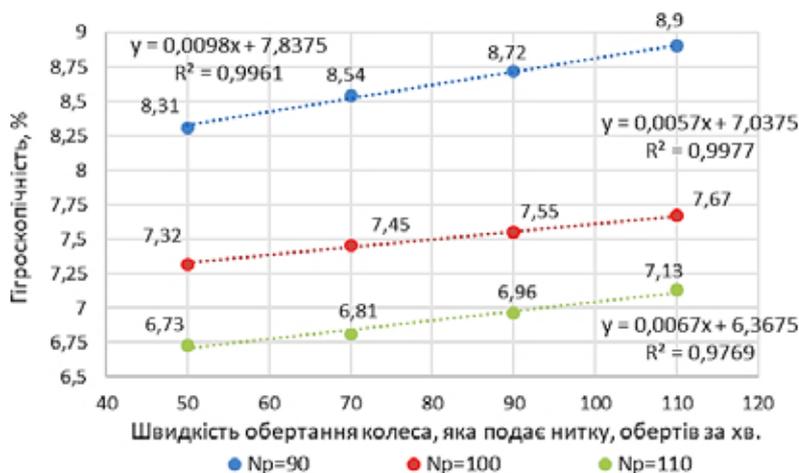
Гігієнічні властивості компресійного трикотажного матеріалу, який під час експлуатації виробу безпосередньо контактує з тілом людини, є важливими характеристиками тактильного комфорту та функціональності. Для реалізації поставленої у роботі задачі досліджень на однофонтурному круглов'язальному обладнанні з діаметром циліндра 3,75 дюйма та кількістю працюючих голок 168 вироблено зразки трикотажних матеріалів платированим переплетенням, які відрізнялися за рапортом прокладання еластомерної нитки 7,7 текс з подвійним обплетенням текстурованою поліефірною ниткою 4,4 текс: 1+1 чи 1+3. При чому у випадку використання рапорту 1+1 еластомерна нитка у кожному циклі петлетворення прокладалася зі зміщенням на один петельний крок (у шаховому порядку). У якості платировочної нитки використано бавовняну пряжу лінійної густини 20 текс, у якості ґрунтової – поліамідну текстуровану нитку лінійної густини 4,4 текс з еластановим сердечником. При цьому щільність в'язання по вертикалі змінювали на трьох рівнях (90, 100 та 110 петельних рядів у 100 мм трикотажу), а швидкість подачі еластомерної нитки у зону в'язання на 4 рівнях (швидкість колеса, що подає еластомерну нитку 50, 70, 90, 110 обертів за хвилину) [26, 27].

У ході попередніх досліджень нами визначено параметри структури [27, табл. 1, стор. 166] та релаксаційні характеристики розроблених зразків трикотажних матеріалів й встановлено вплив на них вище зазначених технологічних параметрів в'язання [26, 27].

*Дослідження гігроскопічності.* Згідно [28, 29] встановлено гігроскопічність дослідних зразків трикотажних матеріалів. На підставі одержаних результатів досліджень побудовано відповідні графіки (рис. 1 та рис. 2), що описують вплив технологічних параметрів в'язання та рапорту прокладання еластомерної нитки в структуру ґрунту на рівень гігроскопічності розроблених зразків трикотажних матеріалів.



а



б

**Рис. 1. Графіки зміни гігроскопічності компресійного трикотажного матеріалу зі зміною швидкості обертання колеса, що подає еластомерну нитку із заданим рапортом її введення у петельну структуру: а – 1+3; б – 1+1**

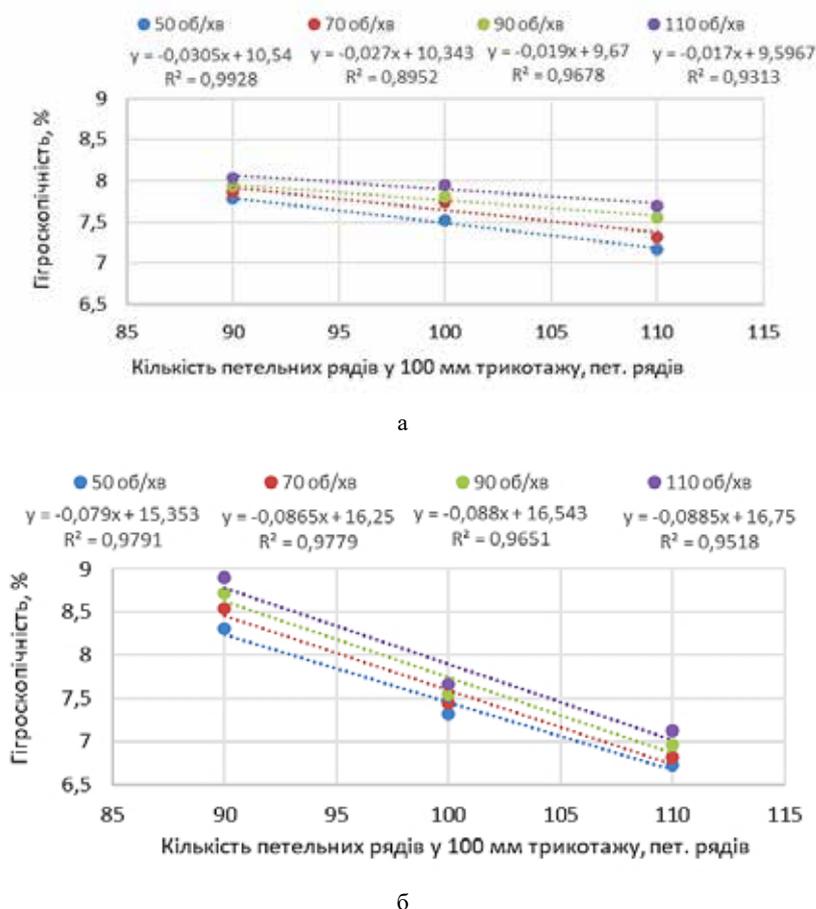
У цілому, слід зазначити, що збільшення швидкості обертання колеса, яке забезпечує введення в структуру ґрунту трикотажного матеріалу еластомерної нитки, призводить до зростання рівня гігроскопічності. Це обумовлено тим, що зменшується натяг еластомерної нитки, а відповідно і щільність структури трикотажного матеріалу. Зростання рихлості петельної структури у свою чергу сприяє поглинанню вологи гідрофільними за своїми властивостями бавовняними волокнами у місцях контакту суміжних петель та точках переплетення ниток.

На рівень гігроскопічності впливає також і рапорт розташування еластомерної нитки. Нижчий рівень гігроскопічності спостерігається у випадку використання рапорту прокладання еластомерної нитки 1+3, що пояснюється формуванням рельєфної поверхні трикотажного матеріалу у вигляді вертикальних валиків. У випадку використання рапорту прокладання 1+1 зі зміщенням формується зерниста менш рельєфна поверхня трикотажного матеріалу, що сприяє рівномірному проникненню пароподібної вологи навколишнього середовища у волокнисту масу бавовняної пряжі, яка є покривною в структурі платированого переплетення.

Найвищого рівня гігроскопічності досягнуто за швидкості обертання колеса, що подає еластомерну нитку 110 об/хв та щільності в'язання по вертикалі 90 петельних рядів у 100 мм трикотажу. У разі використання рапорту 1+3 гігроскопічність складає 8,04%, у разі рапорту 1+1 – 8,9%. Зміна рапорту прокладання з 1+3 на 1+1 сприяє збільшенню гігроскопічності на 10,7%. Найнижчий рівень гігроскопічності спостерігаємо у випадку одержання трикотажного матеріалу з максимальним рівнем компресії за швидкості обертання колеса 50 об/хв та максимальної щільності в'язання по вертикалі 110 пет.р. у 100 мм трикотажу: у разі використання рапорту 1+3 гігроскопічність

складає 7,17%, у разі 1+1 – 6,73%. Це обумовлено тим, що у випадку рапорту 1+3 з еластомерної нитки формується один накид та горизонтальна протяжка, що перетинає 3 пет. стовпчики, а у випадку рапорту 1+1 чергуються один накид та горизонтальна протяжка, що перетинає 1 пет. стовпчик. У наслідок ущільнення петельної структури у разі рапорту 1+1 частка накидів з еластомерної нитки, яка за своєю природою є гідрофобною, на одиницю площі трикотажного матеріалу є більшою. Це у свою чергу призводить до зниження гігроскопічності. Таким чином, зміна рапорту з 1+3 на 1+1 спричиняє зменшення гігроскопічності на 6,1%.

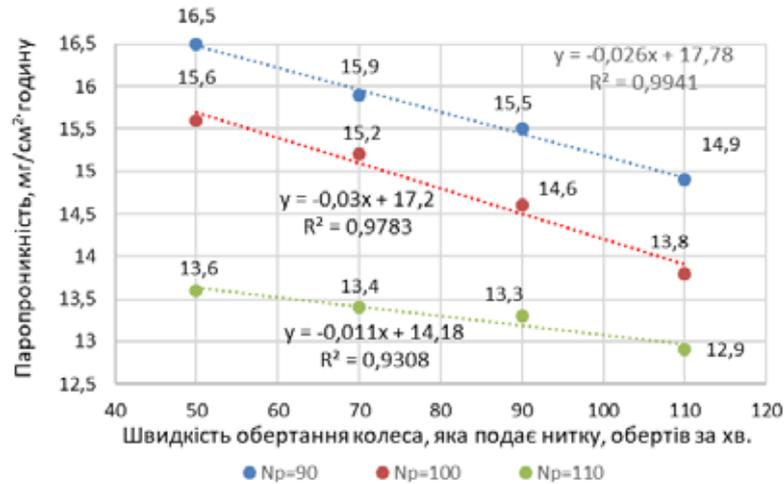
На рис. 2 наведено графіки, які наглядно демонструють вплив щільності в'язання на рівень гігроскопічності компресійного трикотажного матеріалу. Збільшення щільності в'язання трикотажу по вертикалі за умови незмінної швидкості подачі еластомерної нитки у зону в'язання призводить до зниження рівня гігроскопічності, що пояснюється ущільненням петельної структури, а це в свою чергу перешкоджає поглинанню бавовняними волокнами вологи з навколишнього середовища.



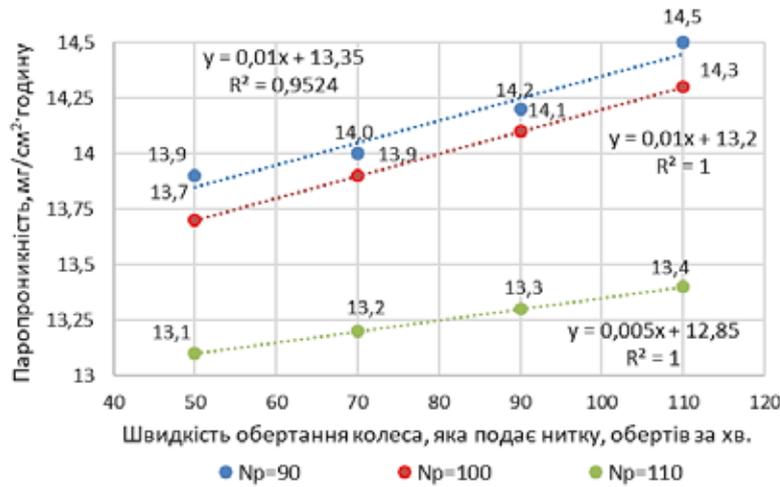
**Рис. 2.** Графіки зміни гігроскопічності компресійного трикотажного матеріалу зі зміною щільності в'язання ґрунту та заданими швидкістю подачі й рапортом прокладання еластомерної нитки: *а* – 1+3; *б* – 1+1

*Дослідження паропроникності.* Паропроникність дослідних зразків трикотажних матеріалів встановлено згідно [28, 29]. Графіки, наведені на рис. 3 та рис. 4, наглядно ілюструють вплив швидкості подачі еластомерної нитки, рапорту її прокладання та щільності в'язання по вертикалі на рівень паропроникності розроблених зразків компресійних трикотажних матеріалів.

На характер зміни паропроникності впливає рапорт прокладання еластомерної нитки, що пояснюється формуванням рельєфної поверхні у вигляді вертикальних валиків у випадку використання рапорту 1+3, які сприяють проникненню водяної пари. Збільшення швидкості подачі еластомерної нитки призводить до зменшення рівня рельєфності поверхні трикотажного матеріалу та відповідно до зниження рівня паропроникності внаслідок горизонтально розташованих еластомерних ниток у кожному петельному ряді, які перешкоджають проходженню пароподібної вологи крізь петельну структуру.



а



б

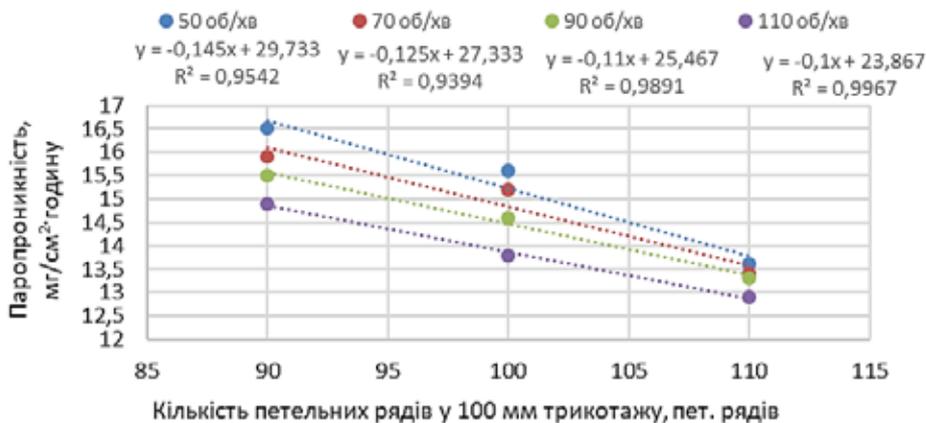
**Рис. 3. Графіки зміни паропроникності компресійного трикотажного матеріалу зі зміною швидкості обертання колеса, що подає еластомерну нитку із заданим рапортом її введення у петельну структуру: а – 1+3; б – 1+1**

Натомість, у випадку використання рапорту 1+1 зменшення швидкості подачі еластомерної нитки призводить до ущільнення структури трикотажного матеріалу, що і є чинником, який перешкоджає проникненню пароподібної вологи.

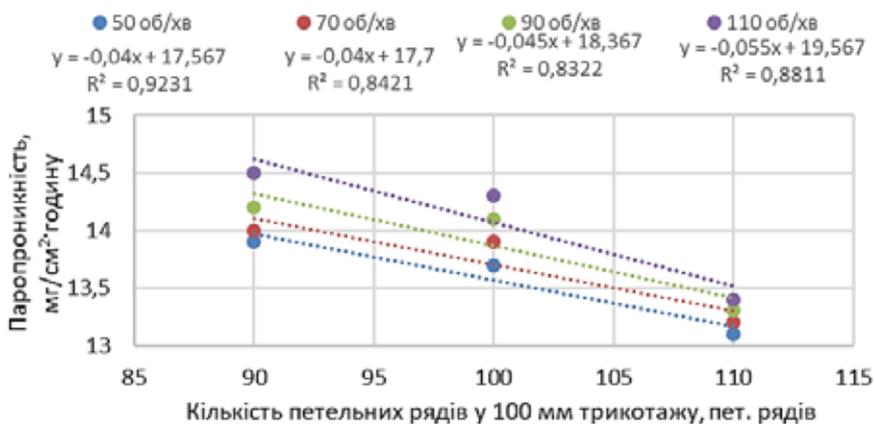
У випадку використання рапорту 1+3 найвищий рівень паропроникності спостерігаємо за щільності в’язання по вертикалі 90 пет.р. у 100мм трикотажу та швидкості подачі еластомерної нитки 50 об/хв – 16,5 мг/см<sup>2</sup>·год; у випадку рапорту 1+1 14,5 мг/см<sup>2</sup>·год – за щільності в’язання по вертикалі 90 пет.р. у 100мм трикотажу та швидкості подачі еластомерної нитки 110 об/хв. Таким чином, шляхом варіювання параметрів в’язання у разі використання рапорту прокладання 1+3 можливо забезпечити вищий рівень паропроникності на 13,8%.

Незалежно від рапорту прокладання еластомерної нитки спостерігається подібний характер впливу щільності в’язання трикотажного матеріалу на зміну паропроникності (рис. 4), а саме: зі збільшенням щільності в’язання по вертикалі рівень паропроникності знижується, що обумовлено зниженням наскрізної пористості трикотажного матеріалу.

*Дослідження повітропроникності.* Згідно стандартизованої методики [30] на приладі FF-12 визначено повітропроникність дослідних зразків трикотажних матеріалів. Як видно з графіків, наведених на рис. 5, на характер повітропроникності, як і у випадку з паропроникністю, впливає рапорт прокладання еластомерної нитки в структурі трикотажу.



а



б

**Рис. 4.** Графіки зміни паропроникності компресійного трикотажного матеріалу зі зміною щільності в'язання ґрунту та заданими швидкістю подачі й рапортом прокладання еластомерної нитки: а – 1+3; б – 1+1

Зміна рапорту прокладання призводить до зміни наскрізної пористості, що обумовлено появою у структурі трикотажного матеріалу, з введеною еластомерною ниткою за рапортом 1+3, рельєфної поверхні у вигляді вертикальних валиків. При цьому рівень рельєфності зростає зі зменшенням швидкості подачі еластомерної нитки.

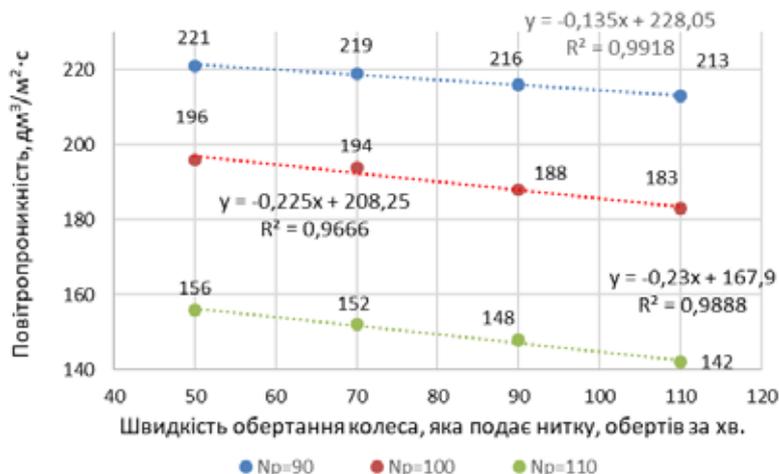
У разі використання рапорту прокладання еластомерної нитки 1+3 найвищого рівня повітропроникності вдається досягти за щільності в'язання 90 пет.р. у 100 мм трикотажу та швидкості обертання колеса, що подає еластомерну нитку у зону в'язання 50 об/хв – 221 дм³/м²·с; у разі рапорту 1+1 147 дм³/м²·с – за щільності в'язання 110 пет.р. у 100 мм трикотажу та швидкості обертання колеса 110 об/хв.

На характер зміни повітропроникності зі зміною щільності в'язання рапорт прокладання еластомерної нитки не має впливу. Як у випадку рапорту 1+3, так і у випадку 1+1 зі збільшенням щільності в'язання повітропроникність знижується, що пояснюється зменшенням наскрізної пористості трикотажного матеріалу.

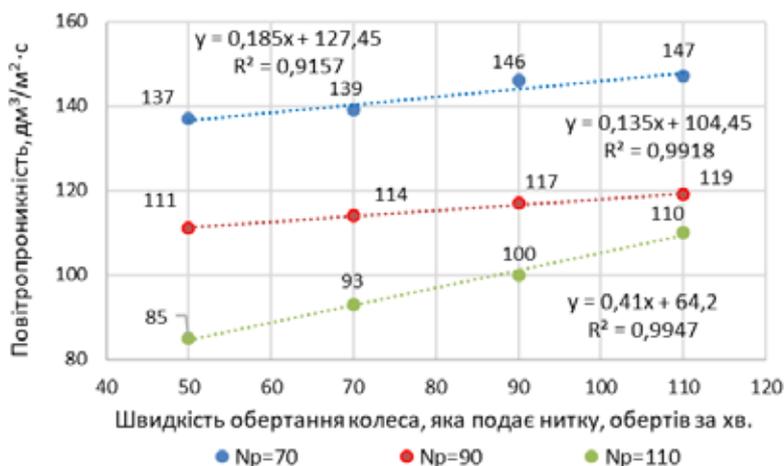
При цьому слід зауважити, що використання рапорту прокладання еластомерної нитки в структуру ґрунту 1+3 дозволяє досягнути вищого рівня повітропроникності на 50%. Це слід брати до уваги під час вибору структури переплетення компресійного трикотажного матеріалу.

**Висновки**

Широкомасштабне вторгнення росії в Україну призвело до зростання частки українців працездатного віку з травматичною ампутацією як серед військовослужбовців, так і серед цивільного населення. На етапі реабілітації до встановлення протезу використання функціональних чохлів для кульг є необхідним компонентом компресійної терапії. Такі вироби виконують дві основні функції: запобігають розвитку набряку та сприяють формуванню оптимальної геометрії кульги, що забезпечує правильне прилягання протеза та рівномірний розподіл навантаження під час експлуатації. Вирішальну роль у формуванні гігієнічних властивостей функціональних трикотажних матеріалів відіграють сировинний склад пряжі та ниток, структура переплетення та технологічні параметри в'язання.



а

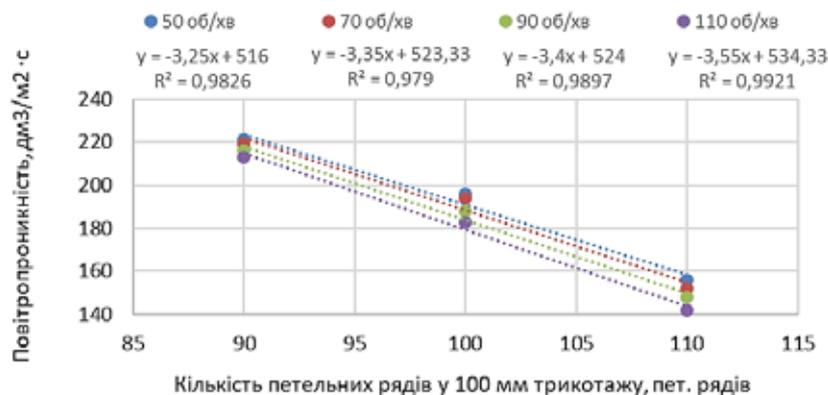


б

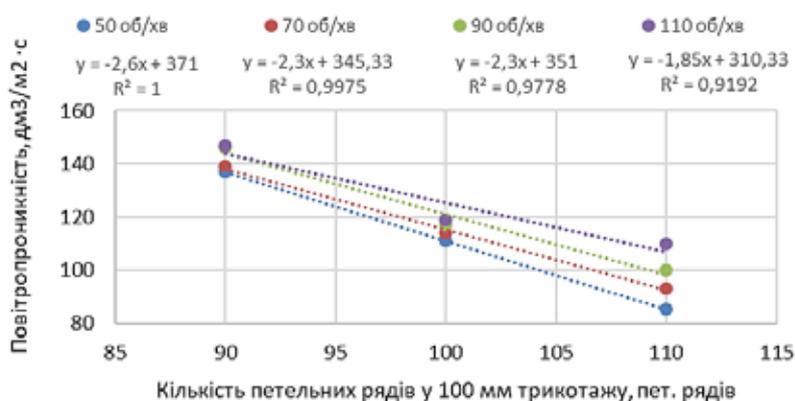
**Рис. 5. Графіки зміни повітропроникності компресійного трикотажного матеріалу зі зміною швидкості обертання колеса, що подає еластомерну нитку із заданим рапортом її введення у петельну структуру: а – 1+3; б – 1+1**

У ході досліджень виявлено характер впливу рапорту прокладання еластомерної нитки, швидкості її подачі у зону в'язання та щільності в'язання по вертикалі на гігієнічні властивості одержаного компресійного трикотажного матеріалу. Рапорт прокладання еластомерної нитки є суттєвим параметром в'язання, що суттєво впливає на гігієнічні характеристики компресійного трикотажного матеріалу. За умови незмінних параметрів в'язання зміна рапорту прокладання еластомерної нитки з 1+1 на 1+3 дозволяє покращити гігроскопічні властивості, повітро- та паропроникність трикотажного матеріалу. Збільшення натягу еластомерної нитки та щільності в'язання трикотажного матеріалу спричиняє ущільнення структури і відповідно призводить до зниження гігієнічних властивостей трикотажу. Усі ці аспекти впливу слід брати до уваги на етапі проєктування трикотажного матеріалу із заданими гігієнічними властивостями.

За рівнем якості розроблені зразки трикотажних матеріалів відповідають регламентованим показникам гігієнічних властивостей трикотажних полотен для виготовлення натільної білизни [31, 32]. Зокрема, за певних параметрів в'язання гігроскопічність розроблених зразків компресійних трикотажних матеріалів складає не менше 4%, повітропроникність – не менше 135 дм³/м²·с, паропроникність – не менше 5,6 мг/см²·годину. Встановлені кореляційні залежності, що описують вплив обраних параметрів в'язання у заданій у ході досліджень області їх визначення, дозволять проєктувати трикотажні матеріали та вироби трубчастої форми для чохла із заданим рівнем гігроскопічності, повітро- та паропроникності шляхом введення обмежень на область набутих значень того чи іншого досліджуваного показника й пошуку оптимальних рішень.



а



б

Рис. 6. Графіки зміни повітропроникності компресійного трикотажного матеріалу зі зміною щільності в'язання ґрунту та заданими швидкістю подачі й рапортом прокладання еластомерної нитки: а – 1+3; б – 1+1

**Подяка:** Дослідження виконано у рамках спільного українсько-литовського науково-дослідного проєкту «Функціональні текстильні матеріали та вироби для потреб військових, лікарів, госпітальєрів та цивільного населення (акронім – ORTOKNIT)» (договір №М/57-2024 від 30.04.2024р., номер державної реєстрації № 0124U002685), підтриманого Міністерством освіти і науки України, та за підтримки Міністерства освіти, науки та спорту Литовської Республіки і Науково-дослідної ради Литви.

#### Список використаної літератури

- Цема С. В., Хоменко І. П., Беспаленко А. А., Бур'янов О. А., Мішалов В. Г., Кіх А. Ю. Клініко-статистичне дослідження рівня ампутації кінцівки у поранених. *Клінічна хірургія*. 2017. № 10. С. 51-54. URL: <https://hirurgiya.com.ua/index.php/journal/article/view/261/252> (дата звернення: 11.11.2025).
- Melnyk L., Halavska L., Mikucioniene D., Dudnyk I., Milasius R. Assortment and Manufacturing Methods of Stump Socks. *Industrial Engineering 2024 – From Zero to Hero* : proceedings of 11<sup>th</sup> International Young Researchers Conference (Kaunas, Lithuania, 9 May 2024). Kaunas : KTU, 2024. P. 129–131.
- Mikucioniene D., Halavska L., Melnyk L., Milasius R., Laureckiene G., Arabuli S. Classification, Structure and Construction of Functional Orthopaedic Compression Knits for Medical Application: A Review. *Applied Sciences*. 2024. № 14 (10). 4486. DOI: <https://doi.org/10.3390/app14114486>.
- Mikucioniene D., Halavska L., Laureckiene G., Melnyk L., Arabuli S., Milasius R. Development of Knitted Compression Covers for Amputated Limbs: A Review. *Fibers*. 2024. № 12 (10). 80. DOI: <https://doi.org/10.3390/fib12100080>.
- Ališauskienė D., Mikučionienė D. Prediction of compression of knitted orthopaedic supports by inlay-yarn properties. *Materials science*. 2014. № 20 (3). P. 311-314. URL: <https://matsc.ktu.lt/index.php/MatSc/article/view/4048> (date of access: 11.11.2025).

6. Yu A., Sukigara S., Takeuchi S. Effect of inlaid elastic yarns and inlay pattern on physical properties and compression behaviour of weft-knitted spacer fabric. *Journal of Industrial Textiles*. 2020. № 51. P. 2688S–2708S. DOI: <https://doi.org/10.1177/1528083720947740>.
7. RAL-GZ 387/1:2008. Medizinische Kompressionsstrümpfe – Gütesicherung [Medical Compression Hosiery – Quality Assurance]. Effective from 2008-01-01. Official edition. Bonn, Germany : RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., 2008. 20 p. URL: [http://www.tagungsmanagement.org/icc/images/stories/PDF/ral\\_gz\\_387\\_englisch.pdf](http://www.tagungsmanagement.org/icc/images/stories/PDF/ral_gz_387_englisch.pdf) (date of access: 11.11.2025).
8. Srdjak M., Skenderi Z., Cubric I. S. Water vapor resistance of knitted fabrics under different environmental conditions. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*. 2009. № 73 (2). P. 72-75. URL: [https://www.researchgate.net/publication/286982036\\_Water\\_Vapour\\_Resistance\\_of\\_Knitted\\_Fabrics\\_under\\_Different\\_Environmental\\_Conditions](https://www.researchgate.net/publication/286982036_Water_Vapour_Resistance_of_Knitted_Fabrics_under_Different_Environmental_Conditions) (date of access: 11.11.2025).
9. Islam M. A. Effect of wale wise increasing of tuck and miss loops on bursting strength of single jersey fabric at grey and finish state. *International Journal of Research in Engineering and Technology*. 2014. № 3 (2). P. 286-291. DOI: <https://doi.org/10.15623/IJRET.2014.0302051>.
10. Kane C. D., Patil U. J., Sudhakar P. Studies on the influence of knit structure and stitch length on ring and compact yarn single jersey fabric properties. *Textile research journal*. 2007. № 77 (8). P. 572-582. DOI: <https://doi.org/10.1177/0040517507078023>.
11. Liu R., Guo X., Lao T. T., Little T. A critical review on compression textiles for compression therapy: Textile-based compression interventions for chronic venous insufficiency. *Textile research journal*. 2017. № 87 (9). 1121-1141. <https://doi.org/10.1177/00405175166460>.
12. Zhang L., Sun G., Li J., Chen Y., Chen X., Gao W., Hu W. The structure and pressure characteristics of graduated compression stockings: experimental and numerical study. *Textile Research Journal*. 2019. № 89 (23-24). P. 5218-5225. DOI: <https://doi.org/10.1177/0040517519855319>.
13. Bivainytė A., Mikučionienė D. Investigation on the dynamic water absorption of double-layered weft knitted fabrics. *Fibres and textiles in Eastern Europe*. 2011. № 19 (6). P. 64-70. URL: <https://www.researchgate.net/publication/268419679> (date of access: 11.11.2025).
14. Dubrovski P. D. The influence of fabric structure on air permeability. *Proceedings 2nd international Textile, Clothing & Design Conference*. 2004. URL: <https://www.researchgate.net/publication/339641161> (date of access: 11.11.2025).
15. Kundu S. K., Chowdhary U. Comparison of comfort properties of jersey and interlock knits in polyester, cotton/spandex, and polyester/rayon/spandex. *SSRG International Journal of Polymer and Textile Engineering (SSRG-IJPTE)*. 2020. № 7 (1). P. 6–22. DOI: <https://doi.org/10.14445/23942592/IJPTE-V7I1P102>.
16. Uttam D., Mukhopadhyay A., Ishtiaque S. M. Modelling to predict thermophysiological properties of hollow/microporous yarn fabrics. *Journal of the Textile Institute*. 2020. № 104 (4). P. 407-413. DOI: <https://doi.org/10.1080/00405000.2012.737548>.
17. Mikučionienė D., Ciukas R., Mickevičienė A. The influence of knitting structure on mechanical properties of weft knitted fabrics. *Materials Science (MEDŽIAGOTYRA)*. 2010. № 16 (3). P. 221–225. URL: [https://www.researchgate.net/publication/266465354\\_The\\_Influence\\_of\\_Knitting\\_Structure\\_on\\_Mechanical\\_Properties\\_of\\_Weft\\_Knitted\\_Fabrics](https://www.researchgate.net/publication/266465354_The_Influence_of_Knitting_Structure_on_Mechanical_Properties_of_Weft_Knitted_Fabrics) (date of access: 11.11.2025).
18. McCullough E. A., Huang J., Kim C. S. An explanation and discussion of sweating hot plate standards. *Journal of ASTM International*. 2004. № 1 (7). P. 1-13. DOI: <https://doi.org/10.1520/JAI12098>.
19. Havlová, M. (2013). Air permeability and constructional parameters of woven fabrics. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, (2 (98)), 84-89. URL: <https://www.researchgate.net/publication/289299913> (date of access: 11.11.2025).
20. Mishra R., Behera B. K., Pal B. P. Novelty of bamboo fabric. *Journal of the Textile Institute*. 2012. № 103 (3). P. 320–329. DOI: <https://doi.org/10.1080/00405000.2011.576467>.
21. Frackiewicz-Kaczmarek J., Psikuta A., Bueno M. A., Rossi R. M. Air gap thickness and contact area in undershirts with various moisture contents: influence of garment fit, fabric structure and fiber composition. *Textile Research Journal*. 2015. № 85 (20). P. 2196-2207. DOI: <https://doi.org/10.1177/0040517514551458>.
22. Marmarali A. B. Dimensional and physical properties of cotton/spandex single jersey fabrics. *Textile Research Journal*. 2003. № 73 (1). P. 11–14. DOI: <https://doi.org/10.1177/004051750307300102>.
23. Oğlakcioğlu N., Marmarali A. Thermal comfort properties of some knitted structures. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2007. № 15 (5–6). P. 94–96. URL: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3478213> (date of access: 11.11.2025).
24. Çoruh E. Optimization of comfort properties of single jersey knitted fabrics. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*. 2015. № 23 (4 (112)). P. 66–72. URL: <https://www.researchgate.net/publication/283230662> (date of access: 11.11.2025).

25. Celep G., Yükksekaya M. E. Comparison of thermal comfort properties of single jersey fabrics produced by hollow yarns with different hollowness ratio. *The Journal of The Textile Institute*. 2017. № 108 (2). P. 165-171. DOI: <https://doi.org/10.1080/00405000.2016.1160763>.
26. Галавська Л. Є., Дудник І. О., Арабулі А. Т., Кольчик Д. І. Розробка трикотажного матеріалу чохла для культу та дослідження впливу технологічних факторів процесу в'язання на параметри його структури. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія : Технічні науки*. 2024. № 5 (341). С. 116-122. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-341-5-17>
27. Галавська Л., Дудник І., Арабулі А., Кольчик Д. Дослідження впливу технологічних факторів на релаксаційні характеристики трикотажного матеріалу чохла для культу. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2024. № 3 (90). С. 163-172. DOI: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2024.3.21>.
28. ДСТУ ГОСТ 3816:2009 Полотна текстильні. Методи визначення гігроскопічних і водовідштовхувальних властивостей (ISO 811-81 На заміну ГОСТ 3816-81; чинний від 2009-12-01. Втратив чинність 2019-01-01. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2009.
29. ДСТУ 3672-97. Полотна і вироби трикотажні. Метод визначення паропроникності та вологопоглинання (ГОСТ 30568-98). Чинний від 1999-07-01. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 1999.
30. ДСТУ ISO 9237:2003. Текстиль. Тканини. Визначення повітропроникності (ISO 9237:1995, IDT). 3 Поправкою (ПКС № 10-2004). Чинний від 2024-02-02. Вид. офіц. Київ, 2003. 12 с.
31. ДСТУ 3045-95. Полотна та вироби трикотажні, хутро штучне трикотажне. Класифікація та номенклатура показників якості. На заміну ГОСТ 4.80-82, РД 17-09-028-90 ; чинний від 1996-07-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 1995. 26 с. (Національний стандарт України).
32. ДСТУ 3823-98. Полотна трикотажні: Норми та метод оцінки якості Чинний від 2000-01-01. Вид. офіц. Київ, Держстандарт України, 1999.

#### References

1. Tsema E. V., Khomenko I. P., Bepalenko A. A., Buryanov O. A., Mishalov V. G., & Kikh A. Y. (2017). Kliniko-statystychnе doslidzhennja rivnja amputaciji kincivky u poranenykh [Clinico-Statistical Investigation of the Extremity Amputation Level in Wounded Persons]. *Klin. Khirurgiia*, no. 10, pp. 324–331.
2. Melnyk L., Halavska L., Mikucioniene D., Dudnyk I., & Milasius R. (2024). Assortment and Manufacturing Methods of Stump Socks. Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Young Researchers Conference *Industrial Engineering 2024 – From Zero to Hero* (Kaunas, Lithuania, 9 May 2024). Kaunas : KTU, pp. 129–131.
3. Mikucioniene D., Halavska L., Melnyk L., Milašius R., Laureckiene G., & Arabuli S. (2024). Classification, Structure and Construction of Functional Orthopaedic Compression Knits for Medical Application: A Review. *Applied Sciences*, no. 14 (10), 4486. doi: <https://doi.org/10.3390/app14114486>
4. Mikucioniene D., Halavska L., Laureckiene G., Melnyk L., Arabuli S., & Milašius R. (2024). Development of Knitted Compression Covers for Amputated Limbs: A Review. *Fibers*, no. 12(10), 80. doi: <https://doi.org/10.3390/fib12100080>.
5. Ališauskienė D., & Mikučionienė D. (2014). Prediction of compression of knitted orthopaedic supports by inlay-yarn properties. *Materials science*, no. 20 (3), pp. 311-314. Retrieved from <https://matsc.ktu.lt/index.php/MatSc/article/view/4048>
6. Yu A., Sukigara S., & Takeuchi S. (2020). Effect of inlaid elastic yarns and inlay pattern on physical properties and compression behaviour of weft-knitted spacer fabric. *Journal of Industrial Textiles*, no. 51, pp. 2688S–2708S. doi: <https://doi.org/10.1177/1528083720947740>.
7. RAL-GZ 387/1:2008. (2008). Medizinische Kompressionsstrümpfe – Gütesicherung [Medical Compression Hosiery – Quality Assurance]. Effective from 2008-01-01. Official edition. Bonn, Germany : RAL Deutsches Institut für Gütesicherung and Kennzeichnung e.V., 20 p. Retrieved from [http://www.tagungsmanagement.org/icc/images/stories/PDF/ral\\_gz\\_387\\_englisch.pdf](http://www.tagungsmanagement.org/icc/images/stories/PDF/ral_gz_387_englisch.pdf) (date of access: 11.11.2025).
8. Srdjak M., Skenderi Z., & Cubric I. S. (2009). Water vapor resistance of knitted fabrics under different environmental conditions. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, no. 73 (2), pp. 72-75. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/286982036\\_Water\\_Vapour\\_Resistance\\_of\\_Knitted\\_Fabrics\\_under\\_Different\\_Environmental\\_Conditions](https://www.researchgate.net/publication/286982036_Water_Vapour_Resistance_of_Knitted_Fabrics_under_Different_Environmental_Conditions) (date of access: 11.11.2025).
9. Islam M. A. (2014). Effect of wale wise increasing of tuck and miss loops on bursting strength of single jersey fabric at grey and finish state. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, no. 3(2), pp. 286-291. doi: <https://doi.org/10.15623/IJRET.2014.0302051>
10. Kane C. D., Patil U. J., & Sudhakar P. (2007). Studies on the influence of knit structure and stitch length on ring and compact yarn single jersey fabric properties. *Textile research journal*, no. 77(8), pp. 572-582. doi: <https://doi.org/10.1177/0040517507078023>

11. Liu R., Guo X., Lao T. T., & Little T. (2017). A critical review on compression textiles for compression therapy: Textile-based compression interventions for chronic venous insufficiency. *Textile research journal*, no. 87(9), pp. 1121-1141. doi: <https://doi.org/10.1177/00405175166460>
12. Zhang L., Sun G., Li J., Chen Y., Chen X., Gao W., & Hu W. (2019). The structure and pressure characteristics of graduated compression stockings: experimental and numerical study. *Textile Research Journal*, no. 89(23-24), pp. 5218-5225. doi: <https://doi.org/10.1177/0040517519855319>
13. Bivainytė A., & Mikučionienė D. (2011). Investigation on the dynamic water absorption of double-layered weft knitted fabrics. *Fibres and textiles in Eastern Europe.*, no. 19(6), pp. 64-70. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/268419679> (date of access: 11.11.2025).
14. Dubrovski P. D. (2004). The influence of fabric structure on air permeability. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> international Textile, Clothing & Design Conference*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/339641161> (date of access: 11.11.2025).
15. Kundu S. K., & Chowdhary U. (2020). Comparison of comfort properties of jersey and interlock knits in polyester, cotton/spandex, and polyester/rayon/spandex. *SSRG International Journal of Polymer and Textile Engineering (SSRG-IJPTE)*, no. 7(1), pp. 6–22. doi: <https://doi.org/10.14445/23942592/IJPTE-V7I1P102>
16. Uttam D., Mukhopadhyay A., & Ishtiaque S. M. (2013). Modelling to predict thermophysiological properties of hollow/microporous yarn fabrics. *Journal of the Textile Institute*, no. 104(4), pp. 407-413. doi: <https://doi.org/10.1080/00405000.2012.737548>
17. Mikučionienė D., Ciukas R., & Mickevičienė A. (2010). The influence of knitting structure on mechanical properties of weft knitted fabrics. *Materials Science (MEDŽIAGOTYRA)*, no. 16(3), pp. 221–225. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/266465354> (date of access: 11.11.2025).
18. McCullough E. A., Huang J., & Kim C. S. (2004). An explanation and discussion of sweating hot plate standards. *Journal of ASTM International*, no. 1(7), pp. 1-13. doi: <https://doi.org/10.1520/JAI12098>
19. Havlová, M. (2013). Air permeability and constructional parameters of woven fabrics. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, (2 (98), 84-89. URL: <https://www.researchgate.net/publication/289299913> (date of access: 11.11.2025).
20. Mishra R., Behera B. K., & Pal B. P. (2012). Novelty of bamboo fabric. *Journal of the Textile Institute*, no. 103 (3), pp. 320–329. doi: <https://doi.org/10.1080/00405000.2011.576467>
21. Frackiewicz-Kaczmarek J., Psikuta A., Bueno M. A., & Rossi R. M. (2015). Air gap thickness and contact area in undershirts with various moisture contents: influence of garment fit, fabric structure and fiber composition. *Textile Research Journal*, no. 85(20), pp. 2196-2207. doi: <https://doi.org/10.1177/0040517514551458>
22. Marmarali A. B. (2003). Dimensional and physical properties of cotton/spandex single jersey fabrics. *Textile Research Journal*, no. 73(1), pp. 11–14. doi: <https://doi.org/10.1177/004051750307300102>
23. Oğlakcioğlu N., & Marmarali A. (2007). Thermal comfort properties of some knitted structures. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*, no. 15(5–6), pp. 94–96. Retrieved from <https://www.scrip.org/reference/referencespapers?referenceid=3478213> (date of access: 11.11.2025).
24. Çoruh E. (2015). Optimization of comfort properties of single jersey knitted fabrics. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, no. 23(4 (112)), pp. 6–72. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/283230662> (date of access: 11.11.2025).
25. Celep G., & Yükksekaya M. E. (2016). Comparison of thermal comfort properties of single jersey fabrics produced by hollow yarns with different hollowness ratio. *The Journal of The Textile Institute*, no. 108 (2), pp. 165-171. doi: <https://doi.org/10.1080/00405000.2016.1160763>
26. Halavsjka L. Je., Dudnyk I. O., Arabuli A. T., & Koljchuk D. I. (2024). Rozrobka trykotazhnogho materialu chokhla dlja kuljti ta doslidzhennja vplyvu tekhnologichnykh faktoriv procesu v'jazannja na parametry jogho struktury [Development of knitted material for a cover for a stump and study of the influence of technological factors of the knitting process on the parameters of its structure]. *Visnyk Khmelnytskogo nacionaljnogho universytetu. Serija : Tekhnichni nauky [Herald of Khmelnytskyi national university. Technical sciences]*, no. 5 (341), pp. 116-122. doi: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-341-5-17>.
27. Halavska L., Dudnik I., Arabuli A., & Kolchik D. (2024). Doslidzhennja vplyvu tekhnologichnykh faktoriv na relaksacijni kharakterystyky trykotazhnogho materialu chokhla dlja kuljti [Investigation of the influence of technological factors on the relaxation characteristics of knitted material for prosthetic sockets]. *Bulletin of Kherson National Technical University*, no. 3 (90), pp. 163–172. doi: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2024.3.21>
28. DSTU GOST 3816:2009 Polotna tekstyljni. Metody vyznachennja ghygroskopichnykh i vodovidstovkhuvaljnykh vlastyvostryj (ISO 811-81). (2009). [State Standard of Ukraine 3816:2009 Textile fabrics. Methods for determining hygroscopic and water-repellent properties (ISO 811-81)]. Replaces GOST 3816-81; effective from 2009-12-01. Expired 2019-01-01. Official publication. Kyiv: State Standard of Ukraine.
29. DSTU 3672-97 Polotna i vyrobny trykotazhni. Metod vyznachennja paropronyknosti ta vologhoghlynnannja (GOST 30568-98). (1999). [State Standard of Ukraine 3672-97 Knitted fabrics and products: Method for determining

vapour permeability and moisture absorption (GOST 30568-98)]. Effective from 1999-07-01. Official publication. Kyiv: State Standard of Ukraine, III, 6 p. (section pagination).

30. DSTU ISO 9237:2003 Tekstylj. Tkanyny. Vyznachennja povitropronyknosti (ISO 9237:1995, IDT). Z Popravkoju (IPS № 10-2004). (2003). [National Standard of Ukraine ISO 9237:2003 Textiles. Fabrics. Determination of air permeability (ISO 9237:1995, IDT). With Amendment (IPS No. 10-2004)]. Effective from 2024-02-02. Official edition. Kyiv, State Standard of Ukraine, 12 p.

31. DSTU 3045-95 Polotna ta vyroby trykotazhni, khutro shtuchne trykotazhne. Klasyfikacija ta nomenklatura pokaznykiv jakosti. (1995). [National Standard of Ukraine 3045-95 Knitted fabrics and products. Artificial knitted fur. Classification and nomenclature of quality indicators]. Effective from 1995-03-28. Kyiv: State Standard of Ukraine, 26 p.

32. DSTU 3823-98 Polotna trykotazhni. Normy ta metod ocinky jakosti. (1999). [National Standard of Ukraine 3823-98 Knitted fabrics: Standards and quality assessment method]. Effective from 2000-01-01. Official publication. Kyiv: State Standard of Ukraine, III, 21 p.

*Дата першого надходження рукопису до видання: 17.11.2025*

*Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 12.12.2025*

*Дата публікації: 31.12.2025*