

УДК 675.34.014

**ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ СПОЖИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛЬЯНОГО  
ТЕКСТИЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ВЗУТТЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ****Каменець С. Є., Зоріна Н. М.**

Київський національний університет технологій та дизайну

***Мета.** Дослідження основних способів надання льняній тканині водовідштовхувальних властивостей, з'ясування їх переваг і недоліків, а також аналіз речовин, які при цьому використовуються.*

***Методика.** Використано комплекс методів наукового пізнання, зокрема: аналізу, моделювання, спостереження, вимірювання, експерименту.*

***Результати.** Експериментальне дослідження підтвердило доцільність застосування процесу гідрофобізації, з метою надання взуттєвому матеріалу водовідштовхувальних властивостей.*

***Наукова новизна.** Забезпечено можливість підвищення водовідштовхувальних властивостей тканини шляхом її гідрофобізації із застосуванням композиції з оптимальним складом масових відсотків інгредієнтів.*

***Практична значимість.** Запропоновано спосіб воскової гідрофобізації та розроблено методичку проведення дослідної експлуатації.*

***Ключові слова:** взуття для військовослужбовців, текстильний матеріал, льон, гідрофобізація, експеримент*

Сучасне спеціальне взуття, в залежності від його призначення та сфери діяльності людини, має відповідати ряду певних вимог. Оскільки військовослужбовці більшість часу проводять в різних експлуатаційних умовах, то їх взуття повинне бути не тільки міцне, але й комфортне, еластичне, легке, красиве, добре захищати стопу від навколишнього середовища, вологи, бруду, мати гарну паро- та повітропроникність.

Створення взуття спеціального призначення починається з відбору матеріалів і розробки відповідної конструкції з урахуванням бажаних вимог. Оскільки цей вид взуття призначений для захисту ніг від певного негативного впливу, то йому потрібно підібрати спеціальний матеріал з відповідними захисними властивостями або поліпшити традиційний [1]. А тому одним із найважливіших завдань на ринку матеріалів, зокрема для взуття військовослужбовців, є надання їм водовідштовхувальних властивостей, що у свою чергу, забезпечить покращення експлуатаційних властивостей, підвищення зносостійкості взуття.

Під час вибору матеріалів, здатних забезпечити тканині водостійкість, необхідно враховувати її вплив на фізико-хімічні властивості. Надання тканині водостійкості базується на осадженні спеціальних речовин на зовнішній чи внутрішній поверхні

волокон. З цією метою тканину наповнюють різними полімерами, при цьому ефект наповнення посилюється шляхом полімеризації структурних наповнювачів. Найпоширенішим способом забезпечення текстильній тканині водостійкості вважається *гідрофобізація*. Мета процесу – введення у текстильний матеріал гідрофобну речовину, яка розташовується на поверхні структурних елементів і поміж ними, розділяючи їх, що надає тканині в першу чергу гнучкість, м'якість та підвищення водостійкості. У результаті тканина набуває підвищеної міцності та пластичності. Тому з'ясування механізму цього процесу й аналіз речовин, що використовуються при цьому, є актуальним завданням і запорукою розробки нових методів гідрофобізації матеріалів.

### ***Постановка завдання***

Однією з найважливіших проблем у підвищенні рівня життя, соціальної та екологічної безпеки населення на сьогоднішній день є проблема забезпечення якості матеріалів для верху взуття. Визначаючи якість матеріалів, усе більше увага приділяється не фізико-механічним властивостям, а комплексу споживчих властивостей, які щороку зростають.

Споживчі властивості взуттєвих матеріалів зумовлені постійним зростанням вимог покупців. Властивості сукупні для взуття повинні у відповідності з призначенням забезпечувати максимальне задоволення потреб при мінімальних витратах по догляду за ним.

Досягнення науково-технічного прогресу не повністю враховані з огляду на сьогоднішні технічні умови та нормативно-технічну документацію на взуття спеціального призначення.

Властивості текстильних волокон при розробці деяких виробів не повністю враховуються, а інколи не за своїм призначенням використовуються. Характер рівня якості виробів щодо потреб споживача, який не відповідає вимогам, відповідає художньо – естетичним вимогам і моді, що надалі створює і не підтримує навколо ноги мікроклімату, не сприяє збереженню здоров'я і працездатності людини, не забезпечує комфортних умов для життєдіяльності організму. Взуття спеціального призначення повинне максимально з ефективністю виконувати задані функції в його експлуатаційних визначених умовах, та максимально задовольняти конкретні потреби споживача.

Гігієнічні показники, бактерицидність, антисептичність, висока зносостійкість, гігроскопічність – все це притаманне текстильному матеріалу, що й відрізняє його в першу чергу від інших матеріалів. Погіршенню експлуатаційних властивостей виробів

виготовлених із текстилю сприяє висока водопроникність, що в подальшому зменшує надійність і довготривалість виробів.

Особливо актуальною є проблема текстильного матеріалу для верху взуття спеціального призначення, на яке у процесі носіння впливають різні чинники, такі як атмосферні, механічні та хімічні, що сприяють погіршенню споживчих властивостей. Для покращення споживчих властивостей та підвищення водовідштовхувальних властивостей, серед наявних способів обробки текстильного матеріалу є саме гідрофобізація. Більшість гідрофобних обробок текстильного матеріалу ґрунтується на застосуванні хімічних матеріалів, які мають низку суттєвих недоліків: гідрофобізатор зменшуючи гігієнічні властивості заповнює пори, ефект гідрофобізації суттєво зменшується під час експлуатації взуття та стає нестійким у часі. Разом з тим, всередині взуття вологе середовище сприяє розвитку мікроорганізмів, що позначається на здоров'ї споживачів негативно та призводить до руйнування матеріалу, відчутний такий вплив особливо у взутті, яке використовується часто та інтенсивно.

Тому необхідність розробки способу гідрофобізації текстильного матеріалу з наданням високих водовідштовхувальних властивостей тривалої дії із застосуванням вітчизняних матеріалів цілком очевидна. Особливо це важливо для сьогодення, оскільки найважливішою проблемою стає раціональне використання сировини та хімічних матеріалів, частка яких у собівартості готової продукції становить 70%.

Питанням щодо формування асортименту і якості взуття спеціального призначення досліджень товарознавчих проблем присвячені такі роботи Бендарчука М. С., Половнікова І. І., Омельченко Н. В., оцінювання гідрофобності матеріалів та питанням розробки методів – роботи Гвоздьова Ю. М., Краснова Б. Я., Райхмана Е. П., Поліщука Л. В., Чайковської А. Є., Семака Б. Д., та проблемам покращення якості показників шляхом гідрофобної обробки присвячені роботи Данилковича А. Г., Николаєнко Г. Р., Єрмоленко Н. В., Євсюкова Н. В. Однак у роботах вище перелічених авторів відсутні дослідження гідрофобних текстильних матеріалів вітчизняного виробництва для верху взуття військовослужбовців [2-3].

### ***Результати досліджень***

Волога негативно впливає на взуттєві матеріали підчас експлуатації. У разі тривалої дії відбувається руйнування матеріалів, суттєво зменшується термін служби виробу, тому захист взуттєвих матеріалів від вологи, як натуральних так і штучних, є однією з проблем.

На сьогоднішній день відомо багато способів надання текстильній тканині водовідштовхувальних властивостей, але водночас виникає багато питань, пов'язаних з властивостями матеріалів, з яких виготовляється взуття. Тканинам для верху взуття висувають найбільш високі вимоги, оскільки зовнішні деталі верху піддаються найбільш інтенсивним фізико-механічним діям і в знаній мірі визначають зовнішній вид взуття та якість. Асортимент тканин для верху взуття досить різноманітний, а тому вибір їх залежить від призначення взуття і умов експлуатації.

Для верху літнього взуття здебільшого використовують бавовняні і льняні, рідко шовкові. Бавовняні і льняні тканини, дубльовані тік-саржою, репсом, діагоналлю, а також тканини багат шарового переплетення, які добре формуються і мають високу формостійкість. Льняні тканини є міцними, гігієнічними, стійкими, але мають низьку тягучість і недостатню формостійкість [4].

Споживчі властивості льону настільки високі, що порівняно з іншими натуральними волокнами завжди тільки на його користь. Лляні тканини краще, ніж бавовняні, вбирають вологу і швидше висихають. Льон є хорошим провідником тепла і містить дуже високоорганізовану целюлозу, яка забезпечує високу міцність (розривні навантаження лляних тканин в 2 рази більше бавовняних), стійкість до стирання (в 3,5 рази вище, ніж у бавовняних тканин), стійкість до кислотного гідролізу і теплостійкість. Лляне полотно менше забруднюється, його потрібно рідше прати, що підвищує його термін служби. Та все ж таки, застосування лляної тканини у виготовленні взуття потребує покращення [5].

В даний час використовуються різні речовини та сполуки, однак на особливу увагу заслуговують різноманітні способи гідрофобізації тканин шляхом просочування тканини гідрофобною речовиною. Гідрофобна речовина сприяє орієнтації структурних елементів під впливом деформуючих зусиль, що сприяє її зміцненню. При обробці тканини, молекули даної речовини блокують пори, знижуючи її змочування, завдяки чому підвищується водостійкість виробу.

Для додання гідрофобності тканину формують з гідрофобних волокон, піддають хімічній модифікації шляхом щеплення відповідних олігомерів або полімерів, обробляють різними сполуками. До основних видів з'єднань, що використовуються в сучасній технології для надання тканинам гідрофобних властивостей належать:

- 1) емульсії воску, що містять солі алюмінію або цирконію;
- 2) кремнійорганічні сполуки (силікони);

3) органічні комплекси хрому або алюмінію за участю вищих органічних кислот і їх солей;

4) пиридинвісні з'єднання;

5) фторовмісні похідні;

Будь-яка хімічна сполука, призначена для додання волокнистих матеріалів гідрофобних властивостей, має володіти ланцюжком вуглеводневих атомів і полярними або іншими активними групами, за допомогою яких гідрофобізатор приєднується до волокна. По всій поверхні молекули гідрофобізуючої речовини розташовуються так, що своїми гідрофобними кінцями утворюють суцільну гідрофобну поверхню. Від того, наскільки ця поверхня неперервна, залежить ступінь приданого волокну ефекту гідрофобності, а від міцності зв'язку гідрофобізатора з макромолекулами целюлози залежить стійкість гідрофобної обробки до прання, хімічним чисткам і старіння.

Емульсії воску, що містять солі алюмінію або цирконію, прийшли на зміну мильно-парафіновим емульсіям. За хімічним складом вони представляють собою дисперсію парафінів, що містить сіль алюмінію або цирконія і диспергатор для підвищення стійкості препарату. Робочі розчини, приготовані з них, стійкі в часі і практично нечутливі до дії кислот і солей жорсткості води.

Емульсії воску як склади, які надають тканинам з целюлозних волокон хороший ефект водовідштовхування, відрізняються тим, що вони дешеві, при обробці не закупорюють тканини, не впливають негативно на її повітро- і паропроникність, тканини приємні на дотик та залишаються без зміни вихідних властивостей пряжі і тканини. Спосіб застосування емульсій восків нескладний і полягає в тому, що тканина просочується при температурі 40-50 °С, що містить 60- 80 г/л емульсії і 1 г/л оцтової кислоти, і потім висушується.

На підставі вивчення різних гідрофобних обробок та їх властивостей була досліджено воскову композиційну емульсію на онові бджолиного воску, оліфи та скипідару.

В даному експерименті для дослідів було взято лляну тканину з вплетеними в неї волокон віскози, яка в подальшому була залучена в проектуванні літніх військових черевиків.

Для вирішення поставлених завдань та виконання запланованих досліджень було використано комплекс методів наукового пізнання:

– аналіз;

- спостереження;
- порівняння;
- вимірювання;
- експеримент.

Для покривного оздоблення тканини було використано гідрофобізуючу композицію, яка складається з 75 грамів воску і по дві столових ложки оліфи і скипідару.

Для визначення експлуатаційних характеристик текстильних матеріалів, експериментально визначали наступні показники, за методиками:

- 1) капілярність;
- 2) водотривкі характеристики
- 3) фізико-механічні показники;
- 4) повітропроникність;
- 5) показники подальшої експлуатації: ступінь усадки; зминання.

Експериментальні значення в подальшому обробляли методами математичної статистики, зокрема, визначали квадратичні відхилення, встановлювали залежність між вихідними факторами та одержаними показниками якості, розраховували коефіцієнт кореляції.

Величина відхилень в ту чи іншу сторону кожного індивідуального значення у від середньої характеризує варіацію, чи розбіжність, показника. Для її розрахунку в статистиці приймається середньо-квадратичне відхилення  $\delta$ , для обчислення якого усі відхилення  $(y_i - \bar{y})$ , або зводиться у квадрат (для нівелювання знака) і з отриманих квадратів можна знайти середню величину, яка називається середнім квадратом відхилення, чи дисперсією. Потім з дисперсії визначається квадратний корінь і отримується середньоквадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n}}. \quad (1)$$

Абсолютне значення середньоквадратичного відхилення ще не дає уявлення про ступінь варіації (мінливості) показника. Для характеристики ступеня варіації потрібно скористуватися коефіцієнтом варіації  $\varepsilon$ , що являє собою відношення середньоквадратичного відхилення до середньої арифметичної, виражене у відсотках:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{y} \cdot 100 . \quad (2)$$

Коефіцієнт варіації характеризує ступінь розбіжності показників, тобто як сильно конкретні показники відхиляються від своєї середньої величини. Чим менше коефіцієнт варіації, тим рівномірніші показники текстилю. Залежно від однорідності сировини, стандартності використовуваних матеріалів, ретельності виконання і контролю технологічних процесів коефіцієнт варіації того чи іншого показника для текстилю може мати різні значення:  $\varepsilon < 5$  означає дуже високу рівномірність і однорідність напівфабрикату чи готової продукції за досліджуваним показником;  $\varepsilon = 5 \dots 10$  означає рівномірність;  $\varepsilon = 10 \dots 15$  – нерівномірність;  $\varepsilon > 15$  – сильну розбіжність.

Якщо які-небудь два показники  $x$  і  $y$  зв'язані між собою функціональною залежністю, то кожному значенню  $x$  буде відповідати строго визначене значення  $y$ , наприклад кожному діаметру відповідає визначена довжина окружності. У техніці й технології найчастіше зустрічається не функціональна, а кореляційна залежність, тобто кожному середньому значенню  $x$  відповідає якийсь середнє значення  $y$ . Наприклад, є кореляційна залежність між масою і площею тканини.

Якщо між показниками  $x$  і  $y$  існує визначений взаємозв'язок, то зі зміною (збільшенням чи зменшенням) одного з них другий має тенденцію змінюватися в ту ж сторону і добуток їх відхилень  $t_x t_y$  буде величиною позитивною. Для оцінки ступеня залежності одного показника від іншого потрібно скористуватися коефіцієнтом кореляції, який виражаються рівнянням:

$$r = \frac{\sum t_x t_y}{\sqrt{\sum t_x^2 t_y^2}} , \quad (3)$$

де  $t_x t_y$  – відхилення окремих показників відповідно ряду  $x$  і ряду  $y$  від їх середньої величини.

Коефіцієнт кореляції може змінюватися від 0 до 1. Якщо  $r = 0$ , то між показниками  $x$  і  $y$ , що зіставляються, ніякої залежності немає; при  $r < 0,3$  залежність дуже слабка; при  $r = 0,3 \dots 0,5$  залежність помірна; при  $r = 0,5 \dots 0,7$  – помітна; при  $r = 0,7 \dots 0,9$  – висока і при  $r > 0,9$  – дуже тісна.

Коефіцієнт кореляції значною мірою залежить від числа проведених визначень показників  $x$  і  $y$ . Чим воно більше, тим достовірніше коефіцієнт кореляції і тим точніше

він відбиває об'єктивні закономірності. Середню похибку коефіцієнта кореляції обчислюють за формулою:

$$\rho = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}}, \quad (4)$$

де  $r$  – коефіцієнт кореляції;

$n$  – число визначень (чи дослідів), на основі яких він обчислений.

Визначивши експериментально співвідношення покривної композиції, її витрати та температуру обробки на гідрофобний ефект було створено матрицю. План-матрицю експерименту представлено в табл. 1.

Таблиця 1

**Матриця планування інтервалів та рівні змінювання факторів**

№ п/п	Співвідношення композиції, %	Витрати, %	Температура обробки, °С
11	1:1	15	40; 75; 100
22	1:1	20	40; 75; 100
33	1:1	25	40; 75; 100
44	1:1,5	15	40; 75; 100
55	1:1,5	20	40; 75; 100
66	1:1,5	25	40; 75; 100
77	1:2	15	40; 75; 100
88	1:2	20	40; 75; 100
99	1:2	25	40; 75; 100
110	1:2,5	15	40; 75; 100

Попередні дослідження показали, що плівки одержані з композиції рівної кількості не забезпечують рівномірність покриття.

Використання температури ванни 100°C та вище призводить до випаровування окремих складових плівки, що в подальшому негативно відобразиться на якості покриття. Витрати композиції 25% та вище призводить до значного утяжіння тканини, також надалі слід очікувати погіршення гігієнічних властивостей покриття, зокрема,



паропроникності та повітропроникності. Таким чином, були обрані наступні технологічні параметри:

Співвідношення: 1:1,5; 1:2; 1:2,5

Витрати препарату: 15-20% від маси тканини;

Температура ванни: 40-50°C.

Для подальших досліджень було обрано наступні варіанти обробки (табл. 2.)

Таблиця 2

## Варіанти обробки

№ п/п	Співвідношення композиції, %	Витрати композиції, %	Температура обробки, °C
1	1:1,5	15	40-50
2	1:1,5	20	40-50
3	1:2	15	40-50
4	1:2	20	40-50
5	1:2,5	15	40-50
6	1:2,5	20	40-50

Для визначення оптимальної температури процесу досліджували сорбцію препарату за різних температур. Результати досліджень представлені на рис. 1.

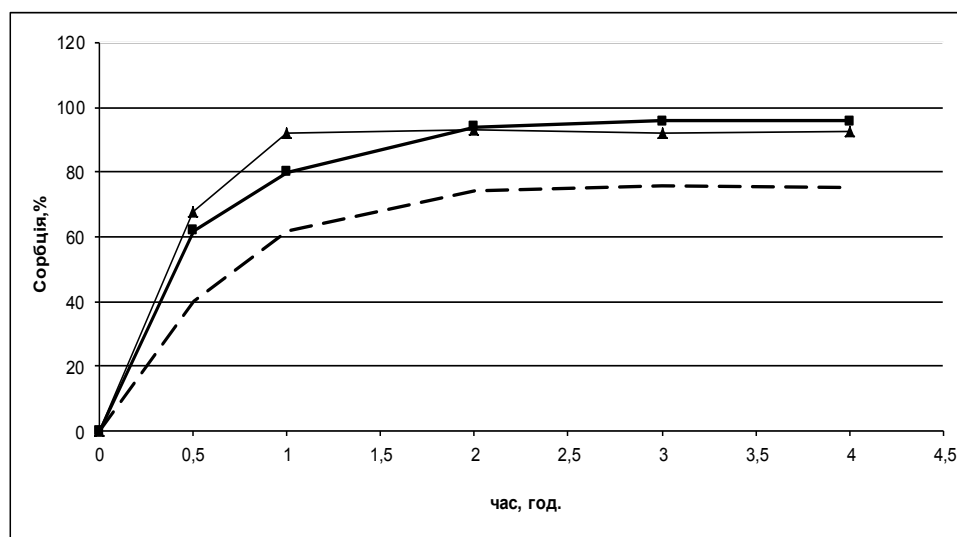


Рис.1. Кінетика сорбції воскової композиції за різних температур: 40°C; 50°C; 60°C

Як свідчать результати, за температури 40°C сорбція композиції з ванни найнижча, у випадку температури 60°C максимальне значення сорбції досягається

занадто швидко – за 1 годину, що може призвести до нерівномірності розподілу воску, і як свідчать результати після висушення матеріалу, низької адгезії плівки до основи. Отже, оптимальною температурою процесу визначено 40-50°C.

Якість обраних зразків оцінювалась за показниками: водопоглинання, водотривкості та водовідштовхування. Одержані результати представлені у табл. 3 [6].

Таблиця 3

## Результати обробки тканини

Показники	Варіант обробки					
	1	2	3	4	5	6
Капілярність через 30 і 60 хв.	140/170	180/210	140/160	100/130	40/80	60/100
Водопоглинання, %	42	45	46	53	50	52
Водовідштовхування, у.о.	75	75	70	70	55	60
Водотривкість, мм.вод.ст.	280	280	280	260	180	250

Зіставлення кількості нанесеного препарату з ефектом гідрофобності дозволяє зробити висновок, що збільшення кількості фіксованого поліакрилату сприяє підвищенню гідрофобного ефекту. Із підвищенням температури, поверхня та пори волокнистого матеріалу звільняються від домішок, знижується внутрішнє напруження, що викликає нерівномірність властивостей, забезпечує краще проникнення реагентів всередину волокон, підвищує адгезію.

Використання різноманітних методів оцінки гідрофобності тканини (водопоглинання, водовідштовхування, водотривкість) не дозволяють однозначно відповісти на запитання, який же ступінь підготовки повинен бути при наданні тканині високих гідрофобних властивостей. Одержані нами результати показують, що для досягнення ГОСТованого ефекту, оцінюваного показником водовідштовхування необхідно зупинитися на варіантах обробки 1 і 2. Однак, згідно технічних умов на тканину, гідрофобний ефект оцінюється показником водотривкості, який найкращий для варіантів 1, 2, 3.

Для одержання інформації про об'єкт дослідження проводили повний факторний експеримент типу 2, 3 з восьми дослідів. Матриця планування, інтервали та рівні змінюваних факторів, а також результати експерименту наведені у табл. 4 [7].

Таблиця 4

## Вихідні значення для статистичної обробки

Nп/п	Матриця планування				Робоча матриця			Результати експерименту, водотривкість, мм.вод.ст.
	X0	X1	X2	X3	З дисперсії розчину, г/л	Сорбція препарату на тканині, % до м.тк.	T, °C	
1	+	+	-	-	40	6,66	45	290
2	+	-	-	-	40	6,25	45	280
3	+	+	+	-	36	5.12	45	280
4	+	-	+	-	36	5,7	45	268
5	+	+	-	+	28	4,65	50	260
6	+	-	-	+	28	4,15	50	260
7	+	+	+	+	23	4,12	50	200
8	+	-	+	+	23	4,67	50	250

Обробка результатів експерименту здійснили за допомогою програмного забезпечення надбудови Excel, що дозволило розрахувати коефіцієнти рівняння регресії – залежність водотривкості тканини від концентрації дисперсії, ступеня насичення тканини гідрофобізатором та температури обробки.

Після виключення незначущих коефіцієнтів рівняння регресії має вигляд:

$$Y = 341,25 + 41,9 x_1 + 3,75 x_2 - 5 x_1 x_3 \quad (5)$$

Для аналізу рівняння регресії перевірялась адекватність результатів дослідження та значимість коефіцієнтів регресії за критерієм Фішера та коефіцієнта детермінації. Одержанні результати вказують про те, що рівняння адекватне даним експерименту та враховує більшу частину вихідних параметрів.

Аналіз рівняння (5) дозволяє зробити висновок, що підвищенню водотривкості сприяє збільшення концентрації гідрофобізатора та підвищення сорбції препарату, однак ступінь їх впливу різний. Так, підвищення концентрації гідрофобізатора ( $x_1$ ) набагато ефективніше, ніж сорбція препарату ( $x_2$ ). Температура ( $x_3$ ) має значний вплив лише на межі та поза межею визначеного інтервалу змінювання факторів.

Важливо, щоб гідрофобна обробка не сприяла зниженню інших фізичних та гігієнічних властивостей текстильного матеріалу, не погіршувала його експлуатаційних

характеристик. В роботі досліджували зниження міцності льону, визначали такі фізичні показники як повітропроникність, жорсткість, а також характеризували змінання тканини.

Аналіз даних, що характеризують зміну розривного навантаження тканини після різних стадій підготовки свідчать про те, що зниження розривного навантаження не спостерігалось. У тканинах з водовідштовхувальною обробкою міцність збільшується.

Таблиця 5

**Зміна розривного навантаження**

№, п/п	Розривне навантаження, Н	
	Основа	Уток
Контрольний зразок	453	508
1	465	680
2	480	686
3	475	654
4	481	679
5	464	649
6	479	658

Результати Табл. 5 свідчать, що гігієнічні властивості – паропроникність та жорсткість, після обробки тканин не погіршуються. Це можна пояснити тим, що полімери пронизані системами субмікроскопічних пор і капілярів, також мають пустоти і тріщини, які не лише визначають сорбційну та адгезивну здатність, а й підвищують проникність до основи [8].

Таблиця 6

**Фізичні та гігієнічні характеристики текстильних матеріалів**

№, п/п	Жорсткість, сН	Повітряпроникність, см <sup>3</sup> /см <sup>2</sup>	Ступінь усадки, %	Стирання
Контрольний зразок	25	1130	4	70
1	30	1016	3	75
2	32	1010	2,8	79
3	28	1150	3	84
4	28	1140	2,5	79
5	27	1120	2,8	85
6	26	1130	3,2	80

Одночасно в незначній мірі підвищується міцність тканини, підвищується стійкість до багаторазового вигину, знижується усадка при кип'ятінні тканини.

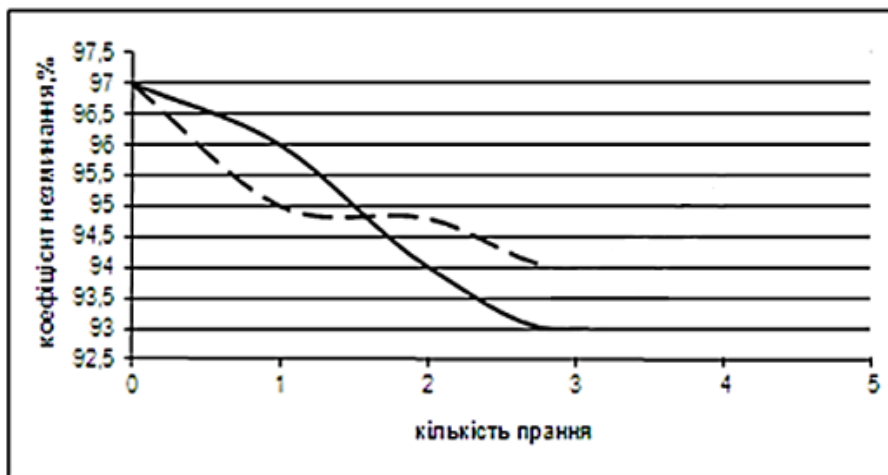


Рис. 2. Залежність коефіцієнту незмінання тканини від кількості прання:  
- - - зразок оброблений гідрофобізатором №2; — контрольний зразок без обробки

В процесі експлуатації виробів їх перуть. Одержані данні характеризують вплив прання на ефект змінання тканини. Результати вказують, що обробка тканин мало впливає на зміну показника змінання. Порівняння проводили для контрольного зразка без обробки та для зразка №2 з найбільшою витратою композиції.

### Висновки

1. В результаті проведеної роботи досліджено вплив покривної обробки тканини з натурального волокна льону восковою композицією на гідрофобний ефект та її фізико-механічні показники. Встановлено, що для досягнення високого водовідштовхувального ефекту необхідно проведення замочування в восковій композиції впродовж 2 годин при температурі 40-50°C з подальшим висушуванням матеріалу протягом 2-3 годин.
2. Одержані результати показують, що для досягнення ГОСТованого ефекту, оцінюваного показниками водовідштовхування і водотривкості, витрати воску мають становити 15-20%.
3. Тканини після водовідштовхувальної обробки мають вищі фізико – механічні показники. При відсутності зниження розривного навантаження, підвищується міцність тканини: збільшується стійкість до багатократного вигину, знижується усадка при кип'ятінні. Гігієнічні властивості – паропроникність та жорсткість,

після обробки тканин не погіршуються.

4. Результати вказують, що гідрофобна обробка сприяє зниженню зминання, хоча і в незначній мірі (1-2%) при визначенні коефіцієнта незминання після нормованого третього прання.

#### Список використаних джерел

1. Каменець С. Є. Проектування спеціального взуття, для людей з осколковими ураженнями ніг за допомогою сучасних 3d технологій / С. Є. Каменець, Н. С. Кір'янова // Науковий вісник Мукачівського державного університету. – 2016. – с. 23-33.
2. Данилкович А. Г. Проблема поліпшення гідрофобних властивостей ворсового шкіряного і хутрового матеріалу / А. Г. Данилкович, Н. Б. Хлебнікова, В. І. Ліщук // Легка промисловість. – 2011. – № 4. – С. 98.
3. Евсюкова Н. В. Влияние технологических факторов и структуры модификаторов на гидрофобные свойства волокнистых материалов и изделий легкой промышленности: автореф. ... канд. техн. наук: 05.19.01 / Н. В. Евсюкова. – М., 2010. – 24 с.
4. Шварц А. С., Кондратьков Е. Ф. Современные материалы и их применение в обувной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1987. – 224 с.
5. Кукік Г. М. Текстильне матеріалознавство. Волокна й нитки. / Кукік Г. М., Соловійов О. М. – М.: Легпромбиздат, 1989.
6. Данилкович А. Г. Практикум з хімії і технології шкіри та текстильних матеріалів : навч. посіб. / А. Г. Данилкович. – [2-ге вид., перероб. і доп.]. – К. : Фенікс, 2006. – 338 с.
7. Чайковская А. Е. Комплексная оценка качества текстильных материалов / [Чайковская, Л. В.

#### References

1. Kamyanets, S.E., & Kiryanova, N.S. (2016). *Proektuvannia spetsialnogo vzuttia, dlia liudei z oskolkovymu urazhenniamy nih za dopomohoiu suchasnykh 3d tekhnolohii* [Designing special footwear of enterprise]. Kyiv: Nauka Publ. Mukachevo State University [in Ukrainian].
2. Danilkovich, A.G., Khlebnikov, N.B., & Lischuk, V.I. (2011). *Problema polipshennia hidrofobnykh vlastyvostei vorsovoho shkirianoho i khutrovoho materialu* [The problem of improving the hydrophobic properties of nylon leather and fur of enterprise]. Kyiv: Light industry [in Ukrainian].
3. Evsyukova, N. (2010). *Vlyianye tekhnolohycheskykh faktorov y struktury modyfykatorov na hydrofobnye svoistva voloknystrykh materyalov y yzdelyi lehkoj promyshlennosti* [Influence of technological factors and structure of modifiers on hydrophobic properties of fibrous materials and products of light industry] [Sample data statistical weighting issues]. Kyiv [in Russian].
4. Schwartz, A.S., & Kondrat'kov, E. F. (1987). *Sovremennye materyaly y ykh prymerenye v obuvnoy promyshlennosti* [Modern materials of enterprise]. Kyiv: Light industry [in Russian].
5. Cookie, G. M., & Solovyov, O. M. (1989). *Tekstylne materialoznavstvo. Volokna y nytky* [Textile material of enterprise]. Kyiv: Legprombizdat [in Ukrainian].
6. Danilkovich, A. (2006). *Praktykum z khimiyi i tekhnolohiyi shkiry ta tekstyl'nykh materialiv* [Sample data statistical weighting issues]. Kyiv: Feniks [in Ukrainian].
7. Tchaikovska, A.E., Polischuk, L.V., & Galik, I.S. (1989). *Kompleksnaia otsenka kachestva*

- Полищук, И. С. Галык и др.] – К.: Техника, 1989. – 254 с.
8. Беленький Л. И. Физико-химические основы отделочного производства текстильной промышленности / Беленький Л. И. – М.: Легпромбытиздат, 1979.– 312 с.
- tekstyl'nykh materyalov [Comprehensive assessment of the quality of enterprise]. Kyiv [in Russian].*
8. Belenky, L (1979). *Fyzyko-khymycheskye osnovy otdelochnoho proyzvodstva tekstylnoi promyshlennosti [Sample data statistical weighting issues]. Kyiv: Legprombiztidat [in Russian].*

**Kamyanets Sergey**

[serkam12@ukr.net](mailto:serkam12@ukr.net)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6490-6755>

Kyiv National University of  
Technologies and Design

**Zorina Natalia**

[natalizorina94@ukr.net](mailto:natalizorina94@ukr.net)

Kyiv National University of  
Technologies and Design

**Пути улучшения потребительских свойств льняного текстильного материала для обуви военнослужащих**

**Каменец С. Е., Зорина Н. Н.**

Киевский национальный университет технологий и дизайна

**Цель.** Исследование основных способов предоставления льняной ткани водоотталкивающих свойств, выяснение их преимуществ и недостатков, а также анализ веществ, которые при этом используются.

**Методика.** Использован комплекс методов научного познания, в частности: анализа, моделирования, наблюдения, измерения, эксперимента.

**Результаты.** Экспериментальное исследование подтвердило целесообразность применения процесса гидрофобизации, с целью предоставления обувному материалу водоотталкивающих свойств.

**Научная новизна.** Обеспечена возможность повышения водоотталкивающих свойств ткани путем ее гидрофобизации с применением композиции с оптимальным составом массовых процентов ингредиентов.

**Практическая значимость.** Предложен способ восковой гидрофобизации и разработана методика проведения опытной эксплуатации.

**Ключевые слова:** обувь для военнослужащих, текстильный материал, лен, гидрофобизация, эксперимент

**Ways of improving the consumer properties of linen textiles for footwear of servicemen**

**Kamenets S. E., Zorina N. N.**

Kyiv National University of Technologies and Design

**Purpose.** Research of basic methods of providing linen fabrics water-repellent properties, finding out their advantages and disadvantages, as well as analysis of substances used in this process.

**Methodology.** A set of methods of scientific knowledge, in particular: analysis, modeling, observation, measurement, experiment.

**Findings.** An experimental study confirmed the expediency of the hydrophobic process, in order to provide the shoe material with water repellent properties.

**Originality.** *Possibility of increasing water repellent properties of the fabric by its hydrophobization using a composition with an optimal composition of the mass percentages of the ingredients.*

**Practical value.** *The method of wax hydrophobization and the method of conducting experimental exploitation is developed.*

**Keywords:** *footwear for servicemen, textile material, flax, hydrophobization, experiment*