

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА  
ДИЗАЙНУ

Факультет індустрії моди

Кафедра технології та дизайну текстильних матеріалів

*Дипломна магістерська робота*

на тему: Розробка функціональних трикотажних полотен для виготовлення  
натільної білизни й виробів спортивного призначення та дослідження їх  
споживчих властивостей.

Виконав: студент 2 курсу групи МГТ-19

Спеціальності: 182 Технології легкої  
промисловості

Котюх Максим Володимирович

Керівник: д.т.н., проф. Галавська Л.Є.

Рецензент: к.т.н., доц. Єліна Т.В.

м. Київ 2021

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ  
ТА ДИЗАЙНУ**

Факультет Індустрії моди

Кафедра Технології та дизайну текстильних матеріалів

Спеціальність 182 Технології легкої промисловості

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТДТМ

\_\_\_\_\_Л.Є. Галавська

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я**

**НА ДИПЛОМНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ**

СТУДЕНТУ Котюху Максиму Володимировичу

1. **Тема роботи.** на тему: Розробка функціональних трикотажних полотен для виготовлення натільної білизни й виробів спортивного призначення та дослідження їх споживчих властивостей.

Науковий керівник роботи д.т.н., професор Галавська Людмила Євгенівна затверджений наказом КНУТД 15.03.2021р. № 74-уч.

Строк подання студентом роботи 15.06.2021р.

2. **Вихідні дані до роботи** Дослідні зразки трикотажу з використанням пряжі з вмістом волокон «DEO-W» виготовлені на однофонтурному круглов'язальному обладнанні 28 класу без в'язування та з в'язуванням у петлі гладі еластомерної нитки лінійної густини 2,2 текс. Пряжа з поліфункціональними властивостями лінійної густини 18,5 текс містить наступні складники: 49,5% бавовняних, 40% поліефірних «DEO-W» та 10,5% антистатичних поліакрилонітрильних (ПАН) волокон.

3. **Зміст дипломної роботи.** Анотація, Abstract, Загальна характеристика роботи, Розділ 1. Стан питання, Розділ 2. Методи визначення параметрів та властивостей розроблених зразків трикотажних полотен, Розділ 3. Дослідження параметрів структури та властивостей розроблених зразків трикотажних полотен, Загальні висновки, Додатки, Список використаної літератури.

**4. Консультанти розділів дипломної магістерської роботи**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Галавська Л.Є, зав. кафедри ТДТМ		
2	Галавська Л.Є, зав. кафедри ТДТМ		
3	Галавська Л.Є, зав. кафедри ТДТМ		

**5. Дата видачі завдання****КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної магістерської роботи	Терміни виконання етапів	Відмітка про виконання
1	Загальна характеристика роботи	30.09.2020	
2	Розділ 1. Стан питання	15.11.2020	
3	Розділ 2. Методи визначення параметрів та властивостей розроблених зразків трикотажних полотен	25.02.2021	
4	Розділ 3. Дослідження параметрів структури та властивостей розроблених зразків трикотажних полотен	06.04.2021	
5	Загальні висновки	18.05.2021	
6	Оформлення магістерської роботи (чистовий варіант)	23.05.2021	
7	Здача дипломної магістерської роботи на кафедру для рецензування (за 14 днів до захисту)		
8	Перевірка дипломної магістерської роботи на наявність ознак плагіату (за 10 днів до захисту)		
9	Подання дипломної роботи у відділ магістратури для перевірки виконання додатку до індивідуального навчального плану (за 10 днів до захисту)		
10	Подання дипломної роботи на затвердження завідувачу кафедри ( за 7 днів до захисту)		

**6. Подання дипломної роботи на затвердження завідувачу кафедри (за 7 днів до захисту) 15. 06.2021**

Студент

\_\_\_\_\_ М.В. Котюх  
( підпис ) (прізвища ініціали)

Науковий керівник роботи

\_\_\_\_\_ Л.Є. Галавська  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник відділу магістратури

\_\_\_\_\_ ( підпис ) (прізвище та ініціали)

## Зміст

Анотація	5
Annotation	6
<b>ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ</b>	7
<b>РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ</b>	10
1.1. Фірми виробники функціонального спортивного одягу	10
1.2. Сировина що використовується для виготовлення функціонального спортивного одягу	14
1.3. Гігієнічні вимоги до спортивного функціонального одягу	19
1.4. Аналіз наукових публікацій за напрямком дослідження	26
Висновки до розділу 1	36
<b>РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ РОЗРОБЛЕНИХ ЗРАЗКІВ ТРИКОТАЖНИХ ПОЛОТЕН</b>	37
2.1. Метод визначення параметрів структури трикотажу	37
2.1.1. Визначення поверхневої густини	37
2.1.2. Визначення петельних рядів та стовчиків	38
2.2. Метод визначення лінійний розмірів після прання та сушіння	39
2.3. Метод визначення повітропроникності	45
2.4. Метод визначення капілярності	54
Висновки до розділу 2	56
<b>РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СТРУКТУРИ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ РОЗРОБЛЕНИХ ЗРАЗКІВ ТРИКОТАЖНИХ ПОЛОТЕН</b>	57
Висновки до розділу 3	68
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	69
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	71
<b>ДОДАТОК А</b>	78
<b>ДОДАТОК Б</b>	88
<b>ДОДАТОК В</b>	89

## **АНОТАЦІЯ**

**Котюх Максим Володимирович**

Тема магістерської дипломної роботи: на тему: «Розробка функціональних трикотажних полотен для виготовлення натільної білизни й виробів спортивного призначення та дослідження їх споживчих властивостей».

Спеціальність 182 Технології легкої промисловості,  
освітня програма «Технології легкої промисловості»

Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, 2021 р.

Робота присвячена розробці функціональних трикотажних полотен для виготовлення натільної білизни й виробів спортивного призначення та дослідження їх споживчих властивостей.

**У першому розділі** проведений аналіз за напрямком дослідження, а саме аналіз полотен для функціонального трикотажу, сировини, що використовується та аналіз публікацій за напрямком дослідження. Встановлені оптимальні матеріали для виготовлення функціонального спортивного одягу та вимоги до текстильних виробів даної групи.

**У другому розділі** описані методики проведення випробувань, що висуваються до трикотажу білизняного та спортивного призначення, а саме: гігроскопічність, повітропроникність, паропроникність, зміна лінійних розмірів після прання, та параметри структури трикотажу.

**У третьому розділі** визначені фізико-механічні та гігієнічні властивості розробленого кулірного трикотажного полотна. Встановлена відповідність розробленого полотна нормованим документам та вимогам, що висуваються для функціонального трикотажу спортивного та білизняного призначення.

Сформовані загальні висновки результатів магістерської роботи.

**Ключові слова:** кулірний трикотаж, спортивний одяг, функціональний одяг, спортивний трикотаж, білизняний трикотаж.

## *ANNOTATION*

**Kotiukh Maksym Volodymyrovych**

"Development of functional knitted fabrics for the manufacture of underwear and sports products and the study of their consumer properties."

Specialty: 182 «Light industry technologies»

Educational program "Light Industry Technologies"

Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, 2021.

The work is devoted to the development of functional knitted fabrics for the manufacture of underwear and sportswear and the study of their consumer properties.

**The first section** analyzes the research area, namely the analysis of canvases for functional knitwear, raw materials used, and the analysis of publications in the research area. The optimal materials for the production of functional sportswear and requirements for textiles of this group are set.

**The second section** describes the test methods for knitwear and sportswear, namely: hygroscopicity, air permeability, vapor permeability, change of linear dimensions after washing, and parameters of the knitwear structure.

**The third section** defines the physical, mechanical, and hygienic properties of the developed knitted fabric. The conformity of the developed cloth to the standardized documents and the requirements for the functional knitted fabric of sports and underwear appointment is established.

The general conclusions of results of master's work are formed.

**Key words:** knitted fabric, sportswear, functional clothing, sports knitwear, underwear.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність роботи.** Поява нових активних та екстремальних видів спорту, характерна для сучасності, висуває на передній план завдання цілеспрямованого поліпшення асортименту і якості спортивного функціонального одягу, яка займає особливе місце в комплексі заходів щодо забезпечення успішної та безпечної діяльності спортсменів.

Важливою проблемою є те, що на даний момент вимоги до одягу для спортсменів не регламентовані, що значно знижує його якість. У зв'язку з цим існує необхідність у формуванні цих вимог на основі структури показників якості використовуваних полотен для їх пошиття. Саме тому виготовлення нового полотна для спортивного функціонального одягу та перевірка відповідності вимогам щодо його споживних характеристик є актуальною задачею.

**Мета.** Розробка функціональних трикотажних полотен для виготовлення натільної білизни й виробів спортивного призначення та дослідження їх споживчих властивостей.

**Наукова новизна.** Досліджено споживні характеристики розроблених зразків трикотажу білизняного та спортивного призначення, а саме: зміну лінійних розмірів після прання, деформаційні характеристики, капілярність, паро- та повітропроникність. Встановлено вплив введення у структуру трикотажу еластомерної нитки на його фізико-механічні характеристики.

**Об'єктом дослідження** є процес виготовлення функціональних трикотажних полотен з використанням інноваційних видів сировини..

**Предмет дослідження** – властивості трикотажу з пряді з вмістом волокон «DEO-W» для виробів спортивного та білизняного призначення.

**Методи та засоби дослідження.** У роботі використано методи аналізу та синтезу науково-технічної літератури у сфері виготовлення функціональних трикотажних полотен білизняного призначення та стандартизовані методи дослідження параметрів структури, зміни лінійних

розмірів після прання, релаксаційних характеристик, капілярності та повітропроникності текстильних матеріалів, зокрема трикотажу.

**Практична значимість** Розроблено зразки трикотажу, що рекомендується для виготовлення функціональної нижньої білизни. Використання даних видів трикотажних полотен сприятиме оптимізації мікроклімату тіла, вологообміну та швидкому висиханню шкіри у ході експлуатації нижньої білизни та в цілому підвищити рівень якості одягу для професійних спортсменів.

**Апробація результатів роботи.** Основні результати роботи доповідалися на конференціях всеукраїнського та міжнародного рівнів: на IV Міжнародній науково-практичній конференції текстильних та фешн технологій «KyivTex & Fashion – 2020», 20 жовтня 2020р., м. Київ, КНУТД; на одинадцятій Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління», 8-9 квітня 2021р., м. Баку – Харків – Київ – Жиліна.

#### **Список опублікованих праць:**

1. Галавська Л. Є., Прохоровський А. С., Швиданенко О. А., Котюх М. В. Дослідження споживних властивостей білизняного трикотажу з пряжі з вмістом волокон "DEO-W". Збірник тез доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції текстильних та фешн технологій "*KyivTex&Fashion*" до 90-річного ювілею з дня заснування Київського національного університету технологій та дизайну, м. Київ, 20 жовтня 2020 року. Київ : КНУТД, 2020. С. 141-143.

2. Галавська Л. Є., Прохоровський А. С., Швиданенко О. А., Котюх М. В. Підвищення безпеки військової служби шляхом удосконалення елементів речового майна військовослужбовця. Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції "*Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління*", Баку – Харків – Київ – Жиліна, 8-9 квітня 2021 року. Харків, 2021. С. 87.



3. Галавська Л.Є., Єліна Т.В., Прохоровський А.С., Швиданенко О.А.4, Котюх М.В. Розробка трикотажних полотен для виготовлення функціональної нижньої білизни військовослужбовців. *Індустрія моди*. 2021. №2.

**Загальний обсяг роботи:** Дипломна магістерська робота складається із загальної характеристики роботи, трьох розділів з висновками, загальних висновків, додатків та списку використаної літератури. Основна частина роботи складає 77 сторінок друкованого тексту, включаючи 12 рисунків та 2 таблиці та 3 додатки. Список використаної літератури складає 51 найменувань, поданий на 7 сторінках. Повний обсяг роботи складає 91 сторінки.

**Ключові слова:** кулірний трикотаж, спортивний одяг, функціональний одяг, спортивний трикотаж, білизняний трикотаж.

## РОЗДІЛ 1

### СТАН ПИТАННЯ

#### 1.1 Фірми виробники функціонального спортивного одягу.

Сьогодні ринок пропонує широкий асортимент спортивних виробів різного призначення іноземного й вітчизняного виробництва. Серед компаній-виробників спортивного одягу для туризму і активного відпочинку лідируючі позиції на ринку займають наступні фірми-виробники: Fila, Capra, Columbia, Outventure, Nike, Termit, Demix, та інші.

Компанія Columbia Sportswear – це одна із лідерів на світового ринку одягу для екстремальних видів спорту та активного відпочинку. Основними лініями колекції чоловічого одягу бренду Columbia є:

- технологічний одяг - GRT, при створенні котрого застосовуються високотехнологічні текстильні матеріали, що володіють необхідними показниками, а також швидко сохнуть, забезпечують виробам комфорт при експлуатації, універсальність, багатофункціональність.

- одяг спортивного стилю, при виробництві котрого використовується натуральні, змішані тканини в поєднанні з синтетичними волокнами та нитками; для верхнього одягу використовують високотехнологічні тканини та полотна для забезпечення функціональних властивостей й створення одягу із різними конструкційними особливостями;

- предмети одягу Fishing - при виготовленні котрих використовуються високотехнологічні тканини й полотна із характерними функціональними та конструкторськими особливостями, що забезпечують виробам комфорт та зручність, а також зносостійкість при експлуатації;

- концепція одягу Convert спрямована на створення виробів різних силуетів та форм широкої кольорової гами.

Перевагами одягу бренду Demix є:

- висока якість одягу за доступною ціною;

- поєднання в ньому лаконічного дизайну та багатофункційності;
- широкий розмірний ряд одягу;
- наявність технологічної лінії PRO LINE (для занять професійними видами спорту);
- орієнтування на сучасні тенденції у моді, що визначає сучасний дизайн, виконання логотипу та наявність широкої колористичної гами;
- консервативний стиль спортивного одягу.

Бренд Outventure розробляє та виготовляє одягові вироби для активного відпочинку туризму й розваг. Основними колекціями предметів одягу Outventure є:

- TRAVEL (стиль casual), що представлений куртками, светрами джемперами, штанами, що можуть бути використані для повсякденного носіння та для спорту;
- ACTIVE, що включає асортимент легких курток Outventure й вільних брюк, пошитих за технологією Ovtex;
- SNOW CITY, що представляє колекцію одягу з пуху із різними поєднаннями кольорів й використанням для оздоблення замші і хутра.

Американський бренд Nike - це світовий лідер по створенню одягу, аксесуарів для активного відпочинку, спортивного спорядження, подорожей й багатьох інших видів спорту.

Бренд Nike пропонує широкий асортимент виробів у молодіжному та спортивному стилі, для занять спортом й щоденного носіння.

Бренд Карра займається виробництвом одягу для молоді під брендами: Jesus Jeans та Robe di Карра та спортивного одягу Карра Sport, що здобув популярність на ринку усього світу.

Компанії Fila розробляє та виготовляє високоякісний спортивний одяг для професійних спортсменів. Під маркою Fila Bjorn Borg випускається спортивний одяг в стилі ретро. Сьогодні відомий бренд Fila є найбільшим виробником спортивного одягу у Південній Кореї. Компанія випускає форму

для фітнесу, бігу, гольфу тенісу, плавання, а також командних видів спорту. Крім того, під даною торговою маркою випускається лінія одягу Vintage. Співпраця Fila з Ducati Superbike та Ferrari F1 започаткувала нову історію цього бренду.

Українські виробники спортивного одягу не відстають від іноземних, створюючи асортимент одягу та аксесуарів для спорту, туризму й активного відпочинку. Відомі українські бренди представлені такими компаніями: Roussin, B`Fit, Soberay, Vision FS, True Color.

Лідером вітчизняному ринку спортивних виробів є компанія Спортмастер, що спеціалізується на продажі різноманітних товарів для активного відпочинку та спорту. Сучасний асортимент верхніх виробів характеризується різноманітністю за видами та різновидами. Це досягається за рахунок широкого використання нових видів сировини, й також за рахунок розробки та використання нових видів полотен та тканин та способів їх обробки. Цей одяг зручний за конструкцією для спорту, активного відпочинку та туризму.

Так, наприклад, чоловічий одяг у даному магазині представлений за цільовим призначенням у таких групах товарів, а саме: вироби для активного відпочинку та для спорту; туризму й активного відпочинку; тренажери й фітнес (одяг для тренування й фітнесу); бігу; плавання та іншого водного спорт (для басейну та пляжу); командні види спорту й єдиноборств.

Використання технологій та інноваційних матеріалів провідними виробниками дозволяє одержати текстильно-одягові вироби із особливими властивостями, насамперед:

- створення комфортного мікроклімату підодягового простору;
- поєднання повітропроникності з гідрофільністю й гідрофобністю;
- висока зносостійкість й формостійкість текстильних виробів, економічність утилізації;

- регулювання і контроль параметрів функціонування організму та ін.

Для виробництва верхнього одягу для активного відпочинку та туризму використовують сучасні мембранні тканини та полотна, що здатні захищати від опадів та дії світлопогоди та забезпечувати комфортні умови функціонування організму протягом тривалого часу.

Сьогодні на світовому ринку спортивного одягу існує низка запатентованих технологій, що дозволяють забезпечити задані властивості.

Так, при виготовленні верхнього одягу (курток) для альпінізму, гірського туризму, активного відпочинку широко застосовують мембранні тканини та полотна. Саме такі багатофункціональні тканини, пристосовані до різних умов експлуатації.

Перевагою використання мембранних тканин при виробництві верхнього одягу є низка позитивних характеристик, таких як, насамперед, повітропроникність та одночасна водонепроникність. Для одержання мембранних полотен застосовують особливі технології обробки виворітної сторони, а саме:

- спеціальне просочування, що утворює захисний шар;
- ламінування спеціальною плівкою із політетрафторетилену (PTFE) чи поліуретану (PU).

Традиційною вважається ламінована мембранна тканина Active Shell від Gore-Tex, що заснована на технології Gore Activent й призначена для одягу, що використовується при значних фізичних навантаженнях. Мембранні полотна Gore-Tex Pro Shell застосовують при пошитті верхнього одягу для екстремальних видів спорту або альпінізму. Вони характеризуються високими показниками зносостійкості та забезпечення максимального захисту від вологи й підтримання комфортних умов підодягового простору.

«Розумні» полотна з гідрофільною мембраною Gelanots XP багат шарової структури володіють водовідштовхувальними властивостями й здатні забезпечити відведення вологи із підодягового простору. Технологія eVent забезпечує поєднання у мембранній тканині водонепроникності та повітропроникності. Ця властивість притаманна також мембранним тканинам NeoShell компанії Polartec, в яких NeoShell є мембраною з субмікронного поліуретанового волокна. Мембранне полотно Omni-Dry (Columbia), як вважає розробник, є найлегший, порівняно з представленими на ринку, поряд з цим, пропускає повітря як eVent та володіє водонепроникністю як Gore-Tex.

Мембранні полотна DryQ використовуються при створенні пакету одягу для альпінізму та гірськолижного спорту. Технологія Scholler-Comfort-Temp передбачає використання спеціальних матеріалів на внутрішній стороні одягу, що регулюють мікроклімат підодягового простору.

Технологія Pontetorto Dryfast здатна забезпечити полотнам антибактеріальний ефект. Підвищений рівень комфорту одягу для туризму, спорту й активного відпочинку створюють також мембранні тканини із використанням технології Sympatex Transactive.

Використання провідними компаніями-виробниками новітніх технологій при виробництві текстильних виробів та одягу дозволяє забезпечити оптимальні показники властивостей водонепроникності, зносостійкості, повітропроникності та інших експлуатаційних характеристик й значно розширити сучасний асортимент одягу для туризму, спорту й активного відпочинку.

## **1.2 Сировина що використовується для виготовлення функціонального спортивного одягу.**

На українському ринку тканин, в тому числі тканин для спортивного одягу, представлений широкий асортимент імпортованих матеріалів. Китай,

Німеччина, США і багато інших зарубіжних країн є виробниками і постачальниками матеріалів для виготовлення спортивного одягу.

Зважаючи на специфіку використання до спортивного одягу пред'являють різні вимоги, зокрема, він повинен мати високі гігієнічні властивості, міцність і зносостійкість матеріалів, з яких він виготовлений, а також повинен відповідати естетичним властивостям, об'єктивним умовам виробництва і експлуатації товару, його функціонально-конструктивної сутності, забезпечувати цілісність композиції.

У виробництві спортивного одягу використовуються, в основному, модифіковані синтетичні волокна, які, на відміну від звичайних синтетичних волокон, також володіють і високими гігієнічними властивостями зважаючи на особливості виробництва і їх структури.

На ринку представлені тканини з синтетичних волокон, які максимально наближені за властивостями до натуральних, сумішеві тканини на основі бавовни, багат шарові матеріали, а також особливу групу складають абсолютно нові матеріали - мембранні тканини.

На основі мікрОВОЛОКНИСТОГО поліаміду виробляють тканини Меріл (Meryl) і Тактель (Tactel). Вони складаються з найтонших полімерних мікрОВОЛОКОН. Завдяки тонкості мікрОВОЛОКНА всередині тканини створюється безліч повітряних порожнин, які забезпечують особливий мікроклімат. При цьому порожнини не замкнуті, і волога не затримується в тканині, а легко виводиться назовні у вигляді пари.

Поліестер - це загальна назва поліефірних волокон і матеріалів, одержуваних з розплавів поліетилентерефталату. Має при цьому високу міцність і зносостійкість. Добре зберігає форму і не мнеться.

Polyester Microfibre - тканина, виконана на основі поліестерОВОГО мікрОВОЛОКНА, що володіє високими вологостійкими властивостями за рахунок особливого переплетення надтонких волокон. Поліестер часто присутній в складі сумішевих тканин, а сам по собі використовується при

виготовленні сітчастих вставок для повітрообміну. Також при виробництві текстильних матеріалів для спортивного одягу часто використовується еластан (поліуретанове волокно), що зустрічається під торговими марками Dorlastani Lycra. Це волокно рідко використовується в чистому вигляді, частіше в складі сумішевих тканин. Воно дуже тонке, міцне і добре розтягне. Аналогом еластану, лайкри є спандекс. Все це - волокна аналогічні один одному, розроблені різними хімічними концернами.

На основі поєднання перерахованих вище волокон з іншими синтетичними, штучними і натуральними виробляються різні матеріали і тканини для спортивного одягу.

Одним з новітніх синтетичних матеріалів, використовуваних при виробництві тканин для спортивного одягу, є Саплекс (Supplex). Він являє собою м'який нейлон з додаванням лайкри, використовується у виробництві одягу для плавання, екстремальних видів спорту, різних видів тренувань і відпочинку на природі. Вироби з даного матеріалу швидко випаровують вологу, а в комбінації з лайкром розтягуються на 500%.

Характеризуючи асортимент тканин, які застосовуються у виробництві спортивного одягу, слід зазначити, що особливе місце займають сумішеві тканини на основі бавовни, оскільки спортивний одяг з однієї бавовни виробляється рідко. Причиною цього служать такі недоліки виробів, як низька стійкість забарвлення тканин до дії зовнішнього середовища, високий рівень гігроскопічності, що ускладнює повітропроникність тканини.

Шляхом додавання синтетичних волокон отримують матеріали підвищеної еластичності, що зберігають свою первинну форму і забарвлення [2]. Виробники, комбінуючи дані види волокон, створюють широкий асортимент текстильних матеріалів. До них можна віднести тканини D.I.W.O, що представляють собою двошарові тканини, що складаються з волокон різного походження, що володіють наступними перевагами: дотичний зі шкірою внутрішній шар з нейлону поглинає вологу, що виділяється тілом



людини, і виводить її на зовнішній шар з бавовни, де вона випаровується з поверхні тканини. Також дані тканини підтримують температурний баланс.

Крім того, у виробництві спортивного одягу часто використовуються тканини POLARTEC [3]. На зовнішній поверхні тканини розташовані волокна меншого діаметра, ніж на внутрішній, тобто з більшої контактної поверхні, для того щоб волога від шкіри швидше поширювалася по поверхні і, як можна швидше висихала. Волога рухається під дією капілярних сил від внутрішніх волокон до зовнішніх. Кращі з цих матеріалів - Polartec Power Dry або Power Stretch американської фірми Malden Mills.

Особливу групу тканин для спортивного одягу складають мембранні тканини. Паропроникні мембрани використовують з метою відведення надлишкового тепла і вологи від тіла і одночасного захисту від зовнішньої вологи. Через недостатню механічну міцність (товщина може бути від кількох мікрон до декількох десятків мікрон) вони наносяться на виворітну сторону.

Однак тканини мікропористого типу мають недолік: мікропори накопичують пил, бруд або пральний порошок під час прання, через що здатність тканини випускати водяні випаровування значно скорочується. Для усунення недоліку були розроблені нові монолітні дихаючі мембрани - безпористі. З хімічної точки зору вони виконані на поліуретановій або сополієфірній основі.

Їх структура перешкоджає проникненню води, повітря і вітру. Прикладами безпористих мембран є Sympatex, Dermizax-EV.

Таке різноманіття сировини, матеріалів і тканин сприяє виробництву широкого асортименту спортивних товарів. Прикладом застосування сучасних матеріалів і тканин є багатошаровий одяг (SOFT SHELL). Концепція багатошаровості одягу дозволяє використовувати технологію підбору і зміни шарів для отримання необхідних властивостей одягу.

У зв'язку з тим, що більша частина спортивних товарів імпортується в Росію, слід привести розшифровку ряду найбільш поширених термінів, які вказуються на ярликах сучасних товарів для позначення властивостей матеріалів:

- Waterproof (водонепроникність) - вода не проникає в тканину навіть при проливним дощем;
- Waterresistant (вологозахист) - вода проникне тільки при постійному тривалому дощі або вітрі;
- Waterrepellent (водовідштовхувальний) - вода збирається в крапельки на поверхні тканини;
- Windproof (вітронепроникність) - впускає всередину повітря в кількості, що не перевищує один кубічний фут в секунду;
- Windresistant (вітростійке) - значно зменшує проникнення вітру;
- Breathable (дихаючий) - дозволяє легко проходити водяній парі.

З усього вищевикладеного випливає висновок, що поряд зі збільшенням попиту на спортивний одяг з огляду на популяризації спорту і активного способу життя, зростають і вимоги споживачів до спортивних товарів.

Постійно оновлюється асортимент сировини і матеріалів, з яких вона виготовляється. Основною сировиною, з якої виробляють матеріали для спортивного одягу є мікрволокнистий поліамід, поліуританові і поліефірні волокна і матеріали на їх основі (Поліестер, еластан, лайкра, спандекс, тактель). Поєднуючи перераховані волокна і матеріали з натуральними і штучними, виробники отримують унікальні багатошарові тканини для пошиття спортивного одягу.

Оскільки більшість виробників сучасного спортивної одягу та матеріалів для його виготовлення є іноземними підприємствами, слід постійно уточнювати відповідність нового асортименту матеріалів і товарів, що імпортуються з країн Європи, Азії, Америки, класифікаційними

угрупованнями ТН ЗЕД ЄАЕС з метою недопущення помилок при ідентифікації та митного декларування товарів, що переміщуються через митний кордон держав - членів ЄАЕС.

### **1.3 Гігієнічні вимоги до спортивного функціонального одягу.**

Спортивний одяг повинен підтримувати оптимальну теплову рівновагу організму під час занять фізичними вправами та спортом, забезпечувати ефективну спортивну діяльність, захист від травм і механічних пошкоджень. Він повинен бути легким, зручним, не утрудняти рухів, відповідати за зростом та повнотою. Сучасний спортивний одяг відрізняється великим ступенем прилягання до тіла, без припусків на свободу облягання де щільно облягає еластичний одяг, що пов'язано з кращими аеродинамічними властивостями [46].

Важливе значення мають теплозахисні властивості одягу, його гігієнічні властивості, а також гігієнічні властивості тканин, з яких він виготовляється (повітропроникність, паропроникність, випаровуваність, водомісткість, гігроскопічність, гнучкість, зминаємість та ін.).

Теплозахисні властивості одягу залежать, перш за все, від теплопровідності тканин та полотен. Вона залежить від пористості, структури тканини, виду волокон та їх переплетення. У товстих і пухнастих тканинах між волокнами є багато часу, де затримується повітря, що є поганим провідником тепла. Такі тканини мають високі теплозахисні властивості.

Наприклад, пористість вовни і фланелі становить 92, сукна - 89, вовняної ковдри - 88%. Ще більшою пористістю відрізняються хутра. Добрі теплозахисні властивості мають вироби з лавсану, нітрону, полівінілхлоридних волокон.

Теплозахисні властивості одягу багато в чому залежать від її покрою. Високі теплозахисні властивості має крій типу «комбінезон», що представляє собою максимально замкнуту конструкцію. Манжети на рукавах, закритий

комір, капюшон, пояс перешкоджають проникненню холодного повітря в підодяговий простір.

При низькій температурі повітря для посилення теплозахисних властивостей в одязі використовується кілька шарів. Чим їх більше, тим більше повітря в одязі, а значить, і теплопровідність менша[47].

Повітропроникність забезпечує підтримку теплового балансу з навколишнім середовищем і видалення з підодягового простору вуглекислоти, вологи і шкірних виділень.

Повітропроникність одягу забезпечує необхідну вентиляцію підодягового простору. При недостатній вентиляції погіршується самопочуття і працездатність. Доброю повітропроникністю володіють пористі і товсті вовняні, суконні тканини та трикотажні полотна. Непогано пропускають повітря вироби з лавсану і хлорину.

Низькою повітропроникністю володіють вироби з щільних бавовняних і лляних тканин, капрону та інших синтетичних волокон.

Тканини, покриті різними водотривкими матеріалами, а також прогумований одяг пір не мають і, отже, повністю виключають повітрообмін. Такий одяг добре захищає від вітру і дощу і повинен використовуватися лише в подібних випадках.

Паропроникність - здатність пропускати водяні пари як зсередини, так і зовні. Вона залежить від товщини і пористості матеріалу і повинна забезпечувати збереження нормального теплообміну і виділення газоподібних продуктів життєдіяльності.

Випаровуваність - здатність віддавати вологу шляхом випаровування. Більш швидко висихають тонкі і гладкі тканини. Шерсть втрачає воду повільніше, ніж бавовняна тканина, тому і менше охолоджує тіло. Цю властивість особливо важливо враховувати при спортивних навантаженнях в умовах високої температури повітря.

Водоємкість - здатність матеріалу затримувати вологу. При намоканні одягу збільшується її теплопровідність. Теплопровідність змочених вовняних тканин зростає в 1,6-2,2 рази, а бавовняних - в 3-4 рази, тому одяг після дощу або просочування потім сильніше охолоджує тіло. Намокла тканина стає менш повітропроникною. Щільна білизна майже зовсім не пропускає повітря, а у трикотажу повітропроникність зменшується всього на 30%.

Гігроскопічність - властивість тканин адсорбувати на своїй поверхні пари з навколишнього повітря, поглинати піт і вологу. Це особливо важливо для забезпечення нормального теплообміну.

Висока гігроскопічність матеріалів дозволяє поглинати піт з поверхні шкіри під час виконання спортивних вправ, одночасно зберігаючи на достатньому рівні теплозахисні властивості. Найвищою гігроскопічність мають вовняні тканини. Хорошу гігроскопічність мають трикотажні вироби з натуральних волокон. Більшість синтетичних тканин (капрон, нейлон та ін.) негігроскопічні.

М'якість або жорсткість тканини мають важливе гігієнічне значення. Ступінь жорсткості при згині оцінюється зворотною величиною - гнучкістю. Гнучкість тканин залежить від переплетення і щільності. Трикотаж володіє найбільшою гнучкістю, так як нитки полотна не фіксовані і рухливі відносно один одного.

Застосування розріджених і ажурних трикотажних полотен значно покращує фізико-гігієнічні властивості спортивних виробів. Такі полотна мають кращу повітро-паропроникність, нижчу електризуємість.

Для спортивних виробів необхідний якомога більш м'який і гнучкий матеріал. До таких матеріалів відноситься біластик. Ця нова тканина виготовляється на основі поліуретанових смол. Вона міцна, еластична, може розтягуватися майже на чверть своєї довжини, добре пропускає повітря. Біластик - дуже легка тканина, костюм з неї важить всього кілька десятків грамів.

Зминальність - важлива властивість тканин. Вона відображає ступінь еластичності тканини, її здатність зберігати зовнішній вигляд після механічного впливу.

Одяг, виготовлений з малозминальних матеріалів, тривалий час зберігає первинний вигляд. Складки, які утворюються при зминанні, не тільки погіршують зовнішній вигляд одягу, але і прискорюють його зношування, особливо на згинах. При експлуатації властивості матеріалів погіршуються. Це явище називають зношуванням.

Опірність зношування є здатність матеріалу зберігати в процесі експлуатації незмінним свій зовнішній вигляд і властивості, або інакше зносостійкість.

До основних факторів зношування спортивних текстильних матеріалів слід віднести: фізико-хімічну дію поту, сонячних променів, миючих рідин, пральних порошків, хімчистки, нагріву та ін.; механічне стирання, стомлення від багаторазових деформацій: розтягувань, що зім'яло, вигинів і ін. Найчастіше ці чинники діють в комплексі.

В даний час в спортивному одязі широко використовуються тканини з штучних волокон і синтетичних матеріалів. Синтетичні тканини відносно дешеві і мають ряд цінних властивостей: легкістю, міцністю, стійкістю до різних впливів. Основними недоліками більшості з них є низька гігроскопічність, і здатність електризуватися та інші.

Тканини з лавсану, нітрону, орлону по своїм теплозахисним властивостям, пружності і зовнішнім виглядом наближаються до вовни, але вони малогігроскопічні. Вироби з капрону і нейлону мають високу міцність і еластичність. Однак вони погано вбирають вологу, а тому ускладнюють роботу потових і сальних залоз і можуть викликати роздратування шкіри. Тому такі тканини не рекомендується використовувати для білизни і іншого одягу, що має безпосередній контакт з тілом.

Слід зазначити, що тканини з нейлону, капрону і віскози добре пропускають ультрафіолетові промені[48].

Сучасний спортивний одяг, як правило, виготовляється з еластичних тканин з високою повітропроникністю, добре вбирають піт і сприяють його швидкому випаровуванню.

Одяг фізкультурника і спортсмена зазвичай складається з майки, трусів, а також бавовняного або вовняного трикотажного костюма та, звичайно, шкарпеток. Під час занять зимовими видами спорту застосовується спортивний одяг з високими теплозахисними і вітрозахисними властивостями. Зазвичай це бавовняна білизна, вовняний костюм або светр з брюками, шапочка. При сильному вітрі зверху надівається вітрозахисна куртка. Різні види спортивного одягу із синтетичних тканин рекомендується застосовувати лише для захисту від вітру, дощу, снігу і т.п. Негігієнічно користуватися спортивним одягом у повсякденному житті[49].

При створенні нових зразків спортивного спорядження обов'язково враховуються гігієнічні нормативи, а досвідчені зразки отримують всебічну гігієнічну оцінку.

Для гігієнічної оцінки матеріалів і зразків спортивного одягу та спорядження використовуються наступні показники: тепловий опір, сумарна вологопровідність, гігроскопічність, повітропроникність; напруженість електростатичного поля на їх поверхні; при пробному носінні виробів – тепловідчуття спортсменів в різних кліматичних умовах; при дослідженні функціонального стану організму спортсмена в процесі спортивної діяльності або експерименту - температура і вологість повітряного простору під спорядженням (внутрішній шар повітря), температура тіла і шкіри на закритих і відкритих поверхнях [50].

При гігієнічній оцінці виробів із синтетичних матеріалів обов'язковим є санітарно-хімічне дослідження, яке передбачає вивчення хімічної

стабілізації матеріалу і ступеню можливої шкоди, що виділяються – речовини для організму спортсмена в процесі носіння.

Орієнтирами при відборі і розробці матеріалів для одягу спортсменів можуть служити показники їх кращих зразків (вітчизняного виробництва), досліджені в експерименті.

Так, для одягу велосипедиста в комфортному та жаркому мікрокліматі гігроскопічність становить 10,8%, сумарна вологопровідність - 6,6 г / м<sup>2</sup>, напруженість електростатичного поля з генерацією - до 130 В / см; для холодного мікроклімату сумарний опір пакету одягу - близько 0,180 м<sup>2</sup>-З / Вт. Ці показники повинні служити вихідними при проектуванні спортивних виробів для цього виду спорту з будь-яких матеріалів штучних, синтетичних та змішаних, так як тільки в цьому випадку будуть створені сприятливі для організму спортсмена умови виведення вологи з підодягового простору, повітрообмін і захист від холоду.

У тренувальному процесі якомога ширше повинні використовуватися спеціальні пристрої і пристосування, що сприяють підвищенню працездатності, переносу навантажень. До їх числа можна віднести охолоджуючі жилети конструкції ВІСТІ з чотирма кишнями (два в області великих грудних м'язів і два в області трапецієподібних м'язів), виготовлені з міцної бавовняної тканини. В кишеню вставляються теплозйомні елементи у вигляді плоских гумових резервуарів, наповнені льодом.

Апробація жилетів на легкоатлетах показала, що метод локального охолодження коригує тепловий стан організму при тривалих навантаженнях на витривалість, особливо в умовах спеки, призводить до меншої втомлюваності і відсутності теплового дискомфорту в процесі тренувань, що може підвищити ефективність тренувальної роботи.

Для видів спорту з посиленням обдувом спереду перспективний в гігієнічному відношенні одяг, в якому використовується матеріал з великою



теплозахисною і вітрозахисною здатністю спереду, а на спині - матеріал з великою повітропроникністю.

Крій одягу і взуття повинен забезпечувати не тільки максимальну свободу рухів, дихання і кровообігу, а й швидкість одягання і знімання, чому зараз не приділяється достатньої уваги.

Функціонально сконструйована, красиво облягає фігуру спортивна форма з вдалим колірним рішенням є засобом психологічного впливу, викликає позитивні емоції.

Більшість спортсменів воліють насичені, яскраві, чисті кольори спортивного спорядження. Звичайно, вибір кольорової гами залежить від призначення виробу, матеріалів, напрямки моди, економічних показників і інших чинників, проте ставлення кольорів спортивного спорядження повинне будуватися на основі колірної гармонії: контрастною у порівнянні взаємно доповнюючих кольорів; нюансний по поєднанню кольорів, сусідніх або близько розташованих на колірному колі, з використанням колірних тріад. При цьому кожен колір має бути візуально помітним.

Кращим вважається використання в спортивній формі якогось одного домінуючого кольору при дуже обмеженому введенні інших квітів на невеликих площах.

У спортивних іграх для форми гравців різних команд рекомендується вибирати кольори, що можливо далі стоять один від одного в колірному колі.

Фактура, декоративні та графічні елементи спорядження не повинні суперечити спортивному призначенню виробу і бути гігієнічно обґрунтованими.

Гігієнічні вимоги для спорядження висококваліфікованого спортсмена і для фізкультурника повинні бути диференційовані.

Масова спортивно-фізкультурна форма розвивається в бік її подальшої уніфікації (один костюм і взуття для занять багатьма видами спорту), а

спорядження спортсмена високої кваліфікації йде по шляху все більшої спеціалізації.

#### **1.4 Аналіз наукових публікацій за напрямком дослідження.**

Одяг, призначений для занять різними видами спорту, а також для активного відпочинку, є продуктом масового промислового виробництва і повинен відповідати складному комплексу вимог, які висувають до нього споживачі.

Однією з головних споживчих характеристик якості спортивного одягу є показник ергономічності, який визначає ступінь відповідності спортивного одягу антропометричним особливостям людського тіла, її відповідність фізіолого-гігієнічним нормам, зручність користування виробом у відповідних умовах.

Ергономічні та фізіолого-гігієнічні показники текстильних матеріалів, використовуваних для виробництва спортивного одягу, визначають зручність і комфорт експлуатації виробу в системі «Людина-вирібно-навколишнє середовище» і враховують відповідність матеріалів різним вимогам людського організму.

При створенні спортивного одягу використовується принцип трьох шарів. Одяг третього шару - це верхній одяг, безпосередньо стикається з навколишнім середовищем і забезпечує захист від несприятливих умов (вітру, дощу і снігу, низьких температур). Для його виробництва використовуються сучасні матеріали мембранного типу, що пропускають водяні пари зсередини, але перешкоджають проникненню вологи зовні, а також натуральні або синтетичні теплоізоляційні матеріали.

Одяг другого шару створює теплоізоляційний прошарок між внутрішнім і зовнішнім шарами одягу, а також забезпечує транспорт водяної пари від внутрішнього шару одягу до зовнішнього. Одяг другого шару – це

сорочки, штани та легкі куртки з флісу та інших матеріалів, що володіють теплоізоляційними властивостями і не вбирають вологу.

Перший шар одягу стикається з тілом людини, він повинен забезпечувати необхідний повітро-і вологообмін. Залежно від свого призначення одяг першого шару може сприяти відведенню надлишків тепла від людського тіла, підтримувати температурну рівновагу з навколишнім середовищем або захищати тіло від впливу низької температури навколишнього повітря. До спортивного одягу першого шару, перш за все, відноситься термобілизна.

Термобілизна використовується для занять спортом, активним відпочинком, туризмом, спортивним полюванням, риболовлею, а також для будь-якої активної фізичної діяльності в несприятливих погодних умовах. Термобілизну використовують для професійної діяльності учасники різних експедицій, рятувальні служби, різні підрозділи армії та міністерства внутрішніх справ, природоохоронні інспекції, метеослужби, нафтовики і газовики, геологи, співробітники лісових господарств та багато інших. Прогресивно розвиваються і поки недостатньо вивченими на сучасному ринку є технології виробництва термобілизни [5].

Термобілизна - це функціональна нижня білизна, основним призначенням якої є забезпечення терморегуляції організму людини, на значно вищому якісному рівні, ніж той, який може забезпечити звичайна білизна.

Терморегуляція - підтримання оптимальної для організму людини температури глибоких областей тіла в умовах мінливої температури довкілля шляхом регулювання процесів теплопродукції та тепловіддачі (в тому числі в результаті потовиділення).

Термобілизна повинна мати гарну здатність акумулювати тепло між поверхнею тіла та тканиною, що дозволяє звести до мінімуму тепловтрати. Це досягається використанням спеціальних інноваційних матеріалів і

технологій. Як матеріал для виробництва термобілизни використовуються трикотажні полотна. Трикотаж (фр. Tricotage - в'язані вироби) - текстильний матеріал (трикотажне полотно), структура якого представляє з'єднані між собою петлі, що, на відміну від тканини, яка утворена в результаті взаємного переплетення двох систем ниток (основи і утку), розташованих по двом взаємно перпендикулярним напрямкам.

Для трикотажного полотна характерні розтяжність, еластичність і м'якість, що робить його оптимальним матеріалом для виготовлення термобілизни, що використовується для занять спортом і активного відпочинку. Матеріали для виготовлення термобілизни мають спеціальну двосторонню чарункоподібну структуру і склад.

Виробництво термобілизни здійснюється з натуральних та синтетичних волокон. У якості основних синтетичних матеріалів використовуються поліпропілен, поліестер, поліамід, поліакрил, еластан, нейлон [4].

Матеріали, що використовуються для виробництва термобілизни різного призначення, можна розділити на теплозберігаючі, вологовідвідні (функціональні), теплозберігаючі та вологовідвідні (гібридні) [4].

Термобілизна з теплозберігаючих матеріалів призначається для низького і середнього рівня фізичної активності при невисокій або низькій температурі зовнішнього середовища. Рекомендується до використання при будь-яких погодних умовах, при необхідності утримання тепла, в залежності від індивідуальної нереносимості організму людини.

Принцип дії теплозберігаючої термобілизни оснований на створенні захисного повітряного прошарку між комфортним теплим середовищем (людське тіло) і холодним зовнішнім середовищем. Щоб збільшити обсяг повітря, що міститься в матеріалі, а також максимально зменшити товщину і вагу термобілизни, для його виробництва використовуються матеріали з об'ємними ніздрюватими переплетеннями. При цьому в будь-якому матеріалі

неминуча певна втрата «теплозахисного» шару повітря, так як текстильні матеріали мають повітропроникність, яка забезпечує необхідну циркуляцію повітря.

Залежно від складу тканини, її товщини і виду переплетення величина циркуляції змінюється, що може служити збільшенням або зменшенням заощадження тепла.

Використання порожніх синтетичних ниток або ниток з пористою поверхнею призводить до зменшення маси термобілизни і збільшує термоізоляцію. Вологовідвідна (функціональна) термобілизна має здатність виводити зайву вологу (піт) з поверхні шкіри.

Термобілизна даного виду виготовляється тільки з синтетичних волокон. При фізичній активності відбувається збільшення температури тіла людини і як наслідок збільшення температури повітря підодягового простору. При нагріванні повітря розширюється, при цьому створюється зона підвищеного тиску, тоді як зовнішнє повітря низької температури є зоною зниженого тиску.

Тепле повітря, нагріте тілом людини, і збагачене водяними парами (потовиділення) спрямовується із зони підвищеного в зону зниженого тиску. Пориста структура матеріалу забезпечує покращений транспорт вологи, а синтетична природа волокон перешкоджає намоканню самого матеріалу, крім того призводить до його швидкого висихання, що забезпечує оптимальну ступінь і швидкість «охолодження» організму після закінчення фізичних навантажень. Вологовідвідна термобілизна рекомендується до використання для занять фізичною або спортивною діяльністю середньої і високої інтенсивності, що супроводжується сильним потовиділенням і вимагає постійного виведення вологи з поверхні тіла.

Гібридна термобілизна поєднує в собі термозберігаючі і вологовідвідні властивості. Теплозбереження укладає в собі зменшення обсягу циркуляції повітря, а відвід вологи, навпаки, вимагає його збільшення.

Таким чином, регулюючи, наприклад, товщину теплозберігаючого матеріалу, можливо домогтися певних взаємодій між цими двома властивостями. Але існує більш ефективний спосіб отримання матеріалів для виробництва гібридної термобілизни - це використання двошарових матеріалів. Внутрішній шар матеріалу, що контактує з поверхнею шкіри людини, створюється з вологовідвідних синтетичних текстильних волокон, а зовнішній шар матеріалу - з теплозберігаючого і / або вологопоглинаючого шару, що має натуральний і змішаної склад. Зовнішній шар матеріалу сприяє зменшенню теплообміну, при цьому вбираючи виведену через внутрішній шар матеріалу вологу. Залежно від процентного співвідношення волокон, використовуваних матеріалів і товщини шарів можна домагатися практично будь-якого співвідношення властивостей термоізоляції і виведення вологи.

Оптимальним для виробництва термобілизни широкого призначення є використання двошарових трикотажних текстильних матеріалів, у складі яких використовуються як натуральні (зовнішній шар), так і синтетичні (внутрішній шар) волокна[5]. Дані трикотажні матеріали задовольняють наступним вимогам: забезпечують транспорт вологовиділень (потовиділення) від людського тіла до зовнішнього шару одягу; мають необхідну теплоізоляцію; є досить еластичними, щоб не ускладнювати рухи при заняттях спортом; а також відповідають тим погодним і кліматичним умовам, в яких належить використання спортивного одягу.

У роботі [6] проведено аналіз деформаційних властивостей високоеластичних трикотажних полотен для проектування спортивного одягу.

Вивчені деформаційні властивості високоеластичних полотен, що відрізняються від раніше досліджених способом виробництва, видом переплетення, типом ниток і т. п. Для проведення експерименту автори роботи використовували як основов'язані, так і поперечнов'язані полотна, вироблені з поліамідних і поліефірних текстурованих ниток, в тому числі з

вв'язуванням еластанових волокон і ниток типу «лайкра» і «спандекс», а також поперечнов'язані полотна з бавовняної і бавовняно-поліефірної пряжі з вкладенням поліуретанових ниток. Авторами встановлено, що тип переплетення та вид сировини значно впливає на такі показники як розтяжність, еластичність та залишкову деформацію зазначених полотен.

Робота [7] присвячена аналізу інновацій в області розробки текстильних волокон для виробництва спортивного одягу. В роботі проаналізовано існуючі розробки в області виробництва текстильних волокон та встановлено, що найбільш перспективними напрямками є розробка високопродуктивних і функціональних волокон, «розумних» текстильних полотен, матеріалів, що відтворюють молекулярну структуру і морфологію природних біологічних матеріалів.

Перспективним напрямком автори вважають проведення досліджень в області поєднання різних способів формування текстильних волокон. Текстильні полотна, вироблені з функціональних волокон, дозволять виготовляти одяг з високими гігієнічними показниками.

В області дослідження «розумних» волокон особливий інтерес представили матеріали з функцією запам'ятовування форми, а також особлива категорія даних волокон - E-Textiles.

Дослідження в цій сфері дозволило отримати розробки на стику двох різних областей науки - технології швейних виробів та електроніки, завдяки яким можливе застосування їх в спеціальних розділах фізіології, для медичних цілей, для підвищення власної безпеки людини. Автори відмітили, що основні високопродуктивні властивості полягають у високій міцності, а також здатності опору тепла і хімічних реагентів, що також мають величезне значення в області виробництва одягу, однак вимагає специфічного застосування.

Той факт, що високопродуктивні і «розумні» волокна спеціально розроблені для потреб спортивного одягу по своїх геометричних і механічних

властивостей, є ускладнюючим фактором для застосування їх в сфері виробництва одягу побутового призначення. Тому дана тема вимагає більш глибокого і детального вивчення.

Питанням гігієнічних та фізико-механічних властивостей спортивних та білизняних виробів займаються вчені всього світу. Так, у своїх роботах [8-11] авторами встановлено, що на вище вказані властивості значно впливає вид сировини. Доцільно використовувати матеріали з натуральних складом сировини з невеликою кількістю синтетичних у складі волокон.

Наразі широко досліджуються екологічні матеріали для виготовлення спортивного та білизняного одягу [12]. Це такі види сировини як бамбук, коноплі, льон та кропива. Вироби з даних видів сировини не подразнюватимуть шкіру дитини та не викликатимуть алергічних реакцій.

Відмічено, що усі вироби повинні відповідати нормативним документам, завдяки яким оцінюються текстильні матеріали на екологічну безпечність.

Також, не аби як важливо враховувати вид полотна та конструкційні властивості матеріалу для спортивних та білизняних виробів [13-14]. На підставі дослідження конструктивних особливостей спортивного одягу визначено, що цей асортимент дуже широкий і включає як нижній одяг, так і одяг верхніх шарів, при цьому сама конструкція будь-якого виробу забезпечує максимальний комфорт для людини. Це досягається модельними особливостями, конструктивними особливостями, пакетом використовуваних матеріалів і фурнітурою. Кожен з перерахованих пунктів вимагає детального вивчення.

Окремою лункою функціонального одягу білизняного та спортивного призначення є одяг для військових.

До складу нижньої білизни військовослужбовців Збройних сил України, інших військових формувань та правоохоронних органів входять труси та фуфайка з короткими рукавами [15]. На сьогоднішній день



затверджені технічні умови (ТУ) на її виготовлення: труси (ТУ У 14.1-00034022-086:2015) [16] та фуфайка з короткими рукавами (ТУ У 14.1-00034022-081:2015) [17], в яких рекомендовано використовувати кулірне трикотажне полотно з бавовняної пряжі.

Аналіз затверджених зразків нижньої білизни з позиції умов її експлуатації дозволив зробити висновок щодо необхідності використання інноваційних видів сировини для вироблення трикотажних полотен, з яких її виготовлено.

Зазвичай у виробництві функціональних виробів, зокрема натільної білизни, для забезпечення ефекту відведення вологи використовують нитки та пряжу з підвищеною капілярною здатністю, зокрема бамбукову пряжу, поліефірні та поліпропіленові багатофіламентні нитки [19]. Поліефірні нитки під торговою маркою Coolmax<sup>®</sup> компанії DuPont (США) [19, 20] є найбільш популярними. Виробником даного виду інноваційної сировини для трикотажної галузі є компанія INVISTA Nylon Chemicals (Китай) [21]. Основною характеристикою даних ниток є підвищена капілярна здатність завдяки особливій формі поперечного перерізу волокна.

Використання пряжі з даних волокон для виробництва трикотажу дозволяє забезпечити виробу з нього ефективно відведення вологи з поверхні тіла та транспорт її назовні для подальшого випаровування. Ще однією позитивною властивістю є швидке висихання: у 2 рази швидше ніж трикотажний виріб з бавовняної пряжі. Для надання даним волокнам функції антибактеріальної дії у процесі їх вироблення додаються активні добавки на основі срібла freshFX<sup>®</sup>, які довели свою високу ефективність на широкому спектрі мікроорганізмів (бактерії, гриби та водорості).

Багатофіламентні поліпропіленові нитки торгової марки PROLEN<sup>®</sup>SILTEX компанії Chemosvit Fibrochem (Словацька Республіка) [22] не менш відомі у виробництві трикотажних виробів білизняного призначення з функцією виведення пароподібної вологи з підодягового

простору. Підвищена капілярна здатність та антибактеріальна дія даного гідрофобного виду сировини забезпечується завдяки наявності у серцевині нитки капіляру з бактеріостатичним агентом на основі іонів срібла.

Інші виробники пряжі [23] пропонують для виготовлення функціональних трикотажних виробів, що безпосередньо контактують з тілом людини, використовувати пряжу, в структуру якої у якості бактеріостатичного агента введено наночасточки міді.

Слід зауважити, що вміст міді у пряжі сприяє процесу продукування колагену, еластину та інших протеїнів і, як наслідок, забезпечує швидке загоювання ран та в цілому позитивно впливає на зовнішній вигляд і стан шкіри. Зазначена особливість пряжі з введеними наночасточками міді є особливо актуальною у виробництві натільної білизни для людей, які страждають на цукровий діабет, рівень міді в організмі яких істотно падає.

Особливість усіх вище перерахованих видів ниток полягає у функції виведення пароподібної вологи, попередження розвитку патогенної мікрофлори та появи неприємного запаху.

Однак дані види сировини не мають потужного дезодоруючого ефекту від усіх видів запахів людського тіла та не зберігають свою вихідну функціональність після багатократного прання та під час безперервної експлуатації протягом значної кількості днів.

Введені у структуру пряжі активні добавки на основі срібла чи міді забезпечують формування антибактеріальних властивостей та перешкоджають появі неприємного запаху, але не знищують його у повній мірі. Тому для надання нижній білизні для військовослужбовців та представників різноманітних силових структур, професійна діяльність яких пов'язана зі значними фізичними навантаженнями та використанням професійного пакету одягу, поліфункціональних властивостей, слід використовувати пряжу, що комплексно вирішує питання виведення

парободібної вологи, нейтралізації запахів людського тіла та забезпечення антибактеріальної дії за умови багатократного прання.

В результаті проведеного аналізу можна зробити висновок, що тема магістерської роботи є актуальною і потребує подальшого вивчення даного питання та розробки нових полотен для виробництва функціонального спортивного та білизняного одягу.

### **Висновки до розділу 1**

Для розробки функціональних трикотажних полотен для виготовлення натільної білизни й виробів спортивного призначення та дослідження їх споживчих властивостей проведений аналіз за напрямком дослідження, а саме аналіз існуючих матеріалів для спортивного одягу функціонального призначення, сировини що використовується, вплив екологічності на властивості матеріалу та виду сировини на гігієнічні та фізико-механічні показники.

Для розробки функціональних трикотажних полотен спортивного та білизняного призначення сформовані наступні задачі:

- розробити полотно переплетення гладь з використанням пряжі з вмістом волокон «DEO-W».
- сформулювати та описати методики визначення фізико-механічних та гігієнічних властивостей, що висуваються до даної групи товарів;
- експериментально визначити відповідність розроблених полотен, визначивши повітропроникність, паропроникність, гігроскопічність, деформацію та інші показники якості кулірного трикотажу.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ РОЗРОБЛЕНИХ ЗРАЗКІВ ТРИКОТАЖНИХ ПОЛОТЕН

#### 2.1. Метод визначення параметрів структури трикотажу.

##### 2.1.1. Визначення поверхневої густини.

Поверхнева густина  $M_s$ , г/м<sup>2</sup>, - це маса 1 м<sup>2</sup> полотна, є характеристикою якості трикотажних полотен, показники якої нормуються стандартом і технічною документацією[37].

Поверхневу щільність трикотажу визначають зважуванням елементарної проби і перерахунком її маси на площу 1 м<sup>2</sup>. Значення поверхневої густини можна розрахувати виходячи з показників структури трикотажного полотна [34].

Поверхнева густина характеризує матеріаломісткість і частково товщину трикотажу; для верхніх виробів становить 300-600 г / кв.м., для білизняних 115-240 г / кв.м [38].

Поверхнева густина є істотним показником структури полотна. Від поверхневої щільності залежать повітропроникність, зносостійкість, жорсткість, теплозахисні властивості полотна. Перераховані властивості, в свою чергу, помітно впливають на готовий виріб, а також на технологічні процеси його виробництва [39]

Поверхнева щільність трикотажу залежить від товщини застосовуваної пряжі, щільності в'язання і довжини нитки в петлі, виду переплетення, способу обробки. Вона характеризує економічність даного виду сировини і його споживчі якості[40].

### **2.1.1.1. Визначення петельних рядів та стовчиків.**

На пробах, розташованих у розправленому вигляді, без розтягування на столі, намічають ділянки вимірювання таким чином, щоб різні ділянки не містили в собі одні й ті ж петельні ряди і петельні стовпчики і були розташовані по всій поверхні полотна на відстані не менше 10 см від кромки, згину або краю проби, а якщо намічають ділянки вимірювання на одиниці продукції (шматку полотна), то на відстані не менше 1 м від початку або кінця одиниці продукції. Ділянки вимірювання намічають на лицьовій стороні полотна.

Для полотен де погано видно з лицьового боку петельну структуру ділянки вимірювання намічають на виворітній стороні полотна[35].

Залежно від числа петель, що припадають на 10 см полотна, визначають довжину ділянки виміру в напрямку петельних стовпчиків і петельних рядів з похибкою  $\pm 1,0$  мм. Мітка, від якої починають і у якій закінчують підрахунок, повинна знаходитися між двома петлями. Якщо кінцева мітка доводиться на петлю, то її наносять в середині відстані між двома найближчими петлями.

Для рисунчатих полотен ділянки вимірювання намічають таким чином, щоб число рапортів в напрямку петельних рядів і петельних стовпчиків було кратним цілому числу.

Наприклад, в відрізьку 10 см укладається 3,5 рапорту. В цьому випадку відзначається ділянку вимірювання, рівний чотирьом рапортам, тобто більше 10 см, наприклад 11,5 см. У бейкай, рюшах і оздоблювальних деталях, в яких неможливо відзначити ділянку вимірювання відмічають ділянки що має найтісніший контакт з максимально можливою довжиною.

Пороки, що впливають на число петель в ділянках вимірювання, не допускаються.

При необхідності порівняння числа петельних рядів і петельних стовпчиків у виробих і полотнах або напівфабрикатах, з яких виготовлені

вироби, точкові проби полотна або напівфабрикати перед випробуванням піддають заключній тепловій обробці, яку проходять вироби, крім обробки на пароповітряних манекенах.

При використанні для підрахунку елементарних проб, призначених для інших випробувань, підрахунок проводять на трьох елементарних пробах від кожної одиниці продукції.

На зазначеній ділянці за допомогою лупи проводять підрахунок числа петельних стовпчиків в напрямку одного і того ж петельного ряду і числа петельних рядів в напрямку одного і того ж петельного стовпчика.

Число петельних рядів і число петельних стовпчиків значиться як середнє арифметичне результатів всіх підрахунків і перераховують його на 10 см довжини полотна окремо для числа петельних рядів і числа петельних стовпчиків.

## **2.2. Метод визначення зміни лінійних розмірів після прання та сушіння.**

Зміни лінійних розмірів після мокрих обробок в значній мірі залежать від волокнистого складу матеріалів. Найбільш схильні до усадки матеріали з натуральних і гідратцелюлозних волокон, так як вони добре вбирають вологу і сильно набухають.

Усадка більшості матеріалів з хімічних волокон в меншій мірі залежить від дії вологи, але вона можлива при дії підвищеної температури (теплова усадка), особливо якщо волокна при їх виготовленні піддавалися значній витяжці.

Крім зазначених причин усадка вовняних матеріалів може виникати в процесі поступового звалювання (зчеплення, плутанини і ущільнення) вовняних волокон при носінні та багаторазових праннях [36].

Усадка трикотажного полотна проявляється більше в тому напрямку, в якому воно було витягнуто при в'язанні і оздоблювальних операціях.

Рівноважний стан полотна обумовлено врівноваженістю сил тертя ниток в місцях їх контакту і пружними силами ниток, які прагнуть змінити положення петель в полотні.

При змочуванні і особливо при пранні, поєднаної з механічними діями, змінюються зв'язки між окремими елементами петельної структури, змінюються точки контакту петель і форма петлі. Набухання волокон сприяє розпрямленню і зміни розмірів ниток.

Перебудова структури трикотажу полягає в зміні співвідношення між висотою петельного ряду і величиною петельного кроку і, як наслідок, призводить до усадки або розтягнення полотна.

При збільшенні товщини ниток, зменшенні висоти і ширини петлі її розміри в напрямку, перпендикулярному поверхні полотна, а отже, і товщина трикотажу збільшуються.

Подібно тканинам трикотажні полотна різко змінюють свої розміри при першій мокрій обробці. При повторних обробках ці зміни проявляються в меншому ступені. Дослідження усадки бавовно-віскозних кулірних полотен в процесі 50 прань показало, що основна усадка по довжині і по ширині проявляється після 10 ... 15 прань.

На зміну лінійних розмірів трикотажних полотен при мокрих обробках істотно впливає їх структура. Основов'язані полотна зазвичай зсідують по довжині і ширині, поперечнов'язані (кулірні) полотна при усадці по довжині найчастіше мають розтяг по ширині. Вид переплетення впливає на усадку і розтяг полотна в тій мірі, в якій він впливає на рухливість петельної структури. Зі збільшенням довжини петлі в полотнах, вироблених переплетеннями гладь, ластик, дуластик, трико, сукно, зміна їх розмірів по довжині зростає, а по ширині зменшується.

Усадка і розтяг текстильних матеріалів є одним з важливих показників їх якості. Вони істотно впливають на форму і розміростійкість готових виробів

в процесі носіння і можуть викликати труднощі в технологічному процесі їх виробництва.

При конструюванні виробів це обумовлює необхідність передбачати припуски, що враховують усадку матеріалу в готовому виробі і при волого-тепловій обробці в процесі виробництва. Спотворення форми і погіршення зовнішнього вигляду виробу можуть бути пов'язані з різною усадкою основних матеріалів, прокладок і підкладкових матеріалів. Для виготовлення виробів з високою формою і розміростікістю усадка матеріалів в повинна складати не більше 1 ... 1,5%.

Перевищення усадки щодо межі, передбаченої державними стандартами, розцінюється як відхилення від норм фізико-механічних показників при визначенні сорту матеріалу.

З кожної одиниці продукції (шматка) полотна вирізають по одній точковій пробі. Точкова проба складається з відрізка полотна, величина якого дозволяє вирізати елементарну пробу розміром  $(300 \times 300 \pm 1)$  мм[28]. Проба повинна бути без згинів і складок і не містити вад, що впливають на результати вимірювання. Елементарну пробу вирізають за допомогою шаблону, що представляє собою металеву пластину розміром  $(300 \times 300 \pm 1)$  мм, товщиною  $(2,0 \pm 0,5)$  мм, масою  $(1,5 \pm 0, 2)$  кг, що має вісім отворів для нанесення точок на пробу. Шаблон розміщують на полотні так, щоб одна сторона його була паралельна петельному стовпчика.

Перед нанесенням міток проби повинні бути витримані в умовах, зазначених в ГОСТ. Потім на проби наносять точки олівцем контрастного кольору через отвори шаблону. за розмічених точках прошивають мітки тонкими бавовняними нитками контрастного кольору таким чином, щоб розмічена точка перебувала точно на внутрішньому кінці мітки.

На розмічені олівцем точки допускається наносити незмивною фарбою мітки у вигляді точки.



Допускається наносити мітки за допомогою спеціального пристосування. На пробі позначають поздовжній напрямок полотна.

Для випробувань в апараті типу УТ-1 або УТ-2 готують проби полотна загальною масою ( $400 \pm 20$  г), що підлягають однаковим режимам мокрої обробки. При недовантаженні використовують додаткове полотно-баласт, яке повинно складатися з відрізків полотна, близьких за розміром і однорідних з випробуваними пробами.

Для випробування в пральній машині готують проби полотна загальною масою ( $500 \pm 20$ ) г, що підлягають однаковим режимам мокрої обробки, і закладають їх в мішок. При недовантаженні використовують баласт. Мішок з пробами і баластом зав'язують.

Виходячи з обсягу води у ванні для ручного випробування, в ванні апарату типу УТ-1 або УТ-2 або пральній машині готують мильний розчин концентрації  $3 \text{ г/дм}^3$  прального порошку.

Перед випробуванням вимірюють відстані між мітками. У кожній пробі проводять по три вимірювання в напрямку петельних рядів та петельних стовпчиків.

Для трикотажних полотен, що містять вовну, проби піддають мокрій обробці при температурі миючого розчину ( $30 \pm 2$ ) ° С; для інших полотен всіх видів - при температурі ( $40 \pm 4$ ) ° С.

Проведення випробування в апараті типу УТ-1 або УТ-2. В пральний барабан апарату типу УТ-1 або УТ-2 наливають ( $12 + 0,5$ )  $\text{дм}^3$  води, нагрітої до заданої температури, додають ( $36 \pm 2$ ) г прального порошку. В пральний барабан завантажують підготовлені проби. Проби замочують протягом ( $9 \pm 0,5$ ) хв. Пральний барабан під час замочування не обертається.

Після цього проби перуть протягом ( $1 \pm 0,1$ ) хв при частоті обертання прального барабана ( $30 + 1$ ) хв. Після закінчення прання пральний розчин зливають. Проби полотна промивають при температурі води ( $20 \pm 4$ ) С протягом ( $3 \pm 0,1$ ) хв; з них при обертанні прального барабана - протягом ( $0,5$

$\pm 0,1$ ) хв, без обертання барабана - протягом ( $2,5 \pm 0,1$ ) хв. Полоскання проводять два рази. Проби віджимають в центрифугі протягом ( $1 \pm 0,1$ ) хв з моменту включення реле часу до моменту виключення його.

Проби розкладають в центрифугі рівномірно таким чином, щоб петельні стовпчики були розташовані в напрямку руху центрифуги по колу.

Віджаті проби виймають з центрифуги, обережно розправляють від складок і заломів, надаючи кожній пробі форму прямокутника шляхом легкого розтягування її руками уздовж петельних рядів і петельних стовпчиків і перешкоджають в сушильну камеру апарату типу УТ-1 або УТ-2.

Температура в сушильній камері повинна бути ( $55 \pm 10$ ) С.

Тривалість сушіння в апараті типу УТ-1 або УТ-2 для полотен різного сировинного складу вибирається відповідно до ДСТУ.

Висушені проби піддають обробці пресом. Тривалість прикладання преса до пробі ( $20 + 1$ ) с. Тривалість пресування контролюється за секундоміром.

Температура пресування повинна бути:

( $90 \pm 15$ ) ° С - для полотен з штучних і синтетичних ниток;

( $115 \pm 15$ ) ° С - для полотен з вовняної і напіввовняної пряжі;

( $180 \pm 20$ ) ° С - для полотен з бавовняної і лляної пряжі.

Для нетермостійких полотен температура прасування повинна бути встановлена в нормативно-технічній документації на полотна.

Проведення випробування в пральній машині. У барабан пральної машини наливають ( $15 \pm 0,5$ ) дм води, нагрітої до заданої температури, і додають ( $45 + 2$ ) г прального порошку. В пральний барабан завантажують мішок з пробами. Проби замочують протягом ( $9 \pm 0,5$ ) хв. Пральний барабан під час замочування не обертається. Після цього проби перуть протягом ( $1 \pm 0,1$ ) хв. Після закінчення прання миючий розчин зливають.

Проби промивають відповідно до ДСТУ. Після промивання проби з мішка виймають. Проби віджимають в центрифугі протягом ( $1 \pm 0,1$ ) хв з

моменту її включення до моменту виключення. Тривалість віджимання контролюють за секундоміром. Проби розкладають в центрифугі відповідно до вимог ДСТУ.

Віджаті проби виймають з центрифуги, обережно розправляють від складок і заломів, надаючи кожній пробі форму прямокутника шляхом легкого розтягування її руками уздовж петельних рядів і петельних стовпчиків, і розкладають на гладкій поверхні для просушування їх в приміщенні протягом 12 год. Допускається для сушіння проб використовувати сушильні апарати.

Пресування проб проводять праскою без примусового витягування, дотримуючись вимог ДСТУ, послідовно опускаючи праску на різні ділянки проби.

Проведення випробування вручну. Виходячи з обсягу ванни підбирають проби полотна масою, при якій забезпечується модуль ванни 1:30.

Наприклад, є ванна, в яку вміщається 6 л води. Для дотримання модуля 1:30 потрібно підібрати кількість проб полотна загальною масою 200 г. Проби занурюють в приготований розчин необхідної температури і концентрації прального порошку і замочують протягом  $(10 \pm 0,5)$  хв. В кінці замочки проби перемішують 10 раз зі зміною напрямку і легким віджиманням.

Проби полотна промивають три рази при температурі води  $(20 + 4)$  °С. Під час промивання проби три рази перемішують руками зі зміною напрямку і легким віджиманням. Тривалість кожної промивки -  $(3 \pm 0,1)$  хв.

Віджаті проби виймають з центрифуги, обережно розправляють від складок і заломів надаючи кожній пробі форму прямокутника шляхом легкого розтягування її руками уздовж петельних рядів і петельних стовпчиків. Потім розкладають їх на гладкій поверхні для просушування в приміщенні протягом 12 год. Проби пресують відповідно до ДСТУ.

Після проведення прання, полоскання, сушіння і пресування проби витримують не менше ніж 2 год умовах, зазначених в ДСТУ.

Потім вимірюють відстані між мітками. У кожній пробі проводять по три вимірювання в напрямку петельних рядів і петельних стовпчиків.

Результати вимірювань записують в таблицю.

Обробка результатів. Для кожного виробу обчислюють зміна розмірів, %, окремо по довжині і по ширині виробу (при необхідності і рукавів) за формулою:

$$\lambda = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \cdot 100 \quad (1)$$

де  $L_1$  - відстань між мітками після мокрої обробки, мм;

-  $L_0$  відстань між мітками до мокрої обробки, мм.

Результати округлюють до першого десяткового знаку.

Середньоарифметичне значення зміни розмірів усіх учасників експерименту виробів обчислюють окремо по довжині і по ширині.

Проводять порівняння результатів випробувань з нормативними показниками зміни лінійних розмірів, зазначеними в таблиці 1 ДСТУ, окремо по довжині і по ширині.

Визначають, до якої групи якості відноситься випробний виріб.

Якщо виріб при порівнянні результатів по довжині відноситься до однієї групи, а по ширині - до іншої, то за остаточний результат приймають групу, у якій характеристика стійкості зміни розмірів до мокрої обробці вийшла гірше.

### **2.3. Метод визначення повітропроникності.**

Повітропроникність-здатність матеріалу пропускати повітря, залежить від пористості, кількості і величини відкритих пір, виду пряжі (ниток), товщини полотен, щільності полотна, виду переплетення, наявності апрету, вологості полотна та ін [41].

Повітропроникність матеріалів впливає на споживчі властивості швейних виробів, що необхідно враховувати при їх проектуванні [42].

Повітропроникність [ $\text{дм}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$  або  $\text{м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ] характеризує обсяг повітря, що пройшло через одиницю площі проби за одиницю часу [43].

ДСТУ ISO 9237:2003 Текстиль. Тканини. Визначання повітропроникності [29].

Цей стандарт поширюється на побутові тканини, тканини військового призначення, для спецодягу технічні та спеціального призначення, трикотажні і неткані полотна, повсть, штучне хутро, дубльовані матеріали та вироби з них і встановлює метод визначення повітропроникності.

Суть методу полягає у вимірюванні об'єму повітря, що проходить через задану площа випробуваного матеріалу за одиницю часу при певному розрідженні під точкової пробою.

Відбір проб. Для тканин, що підлягають контролю згідно кожному шматку, відбирають точкову пробу по всій ширині тканини довжиною 16 см від будь-якого місця, але не від самого його кінця; для інших матеріалів - довжиною 30 см або проводять випробування на точкових пробах, відібраних для визначення показників, що характеризують фізико-механічні властивості. Відібрані точкові проби не повинні бути пом'яті. Прасування їх не допускається.

Апаратура. Для випробування побутових тканин, тканин технічних, військового призначення та для спецодягу, трикотажних і нетканних полотен, повсті, штучного хутра, дубльованих матеріалів та виробів з них застосовують прилади марки ВПТМ.2 (рис. 2.2), ВПТМ.2М, АТЛ-2 (FF-12) (рис. 2.3) або марки УПВ-2 (рис. 2.1), FF-12 (Угорщина), ВПТМ-2 (Росія), «Shirley Airpermeameter» (Англія), що забезпечують: вимір повітропроникності в діапазоні від 2, 5 до 10750  $\text{дм}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ; розрідження під точкової пробою 49 Па (5 мм вод.ст.); силу притиску точкової проби 147 Н (15 кгс).

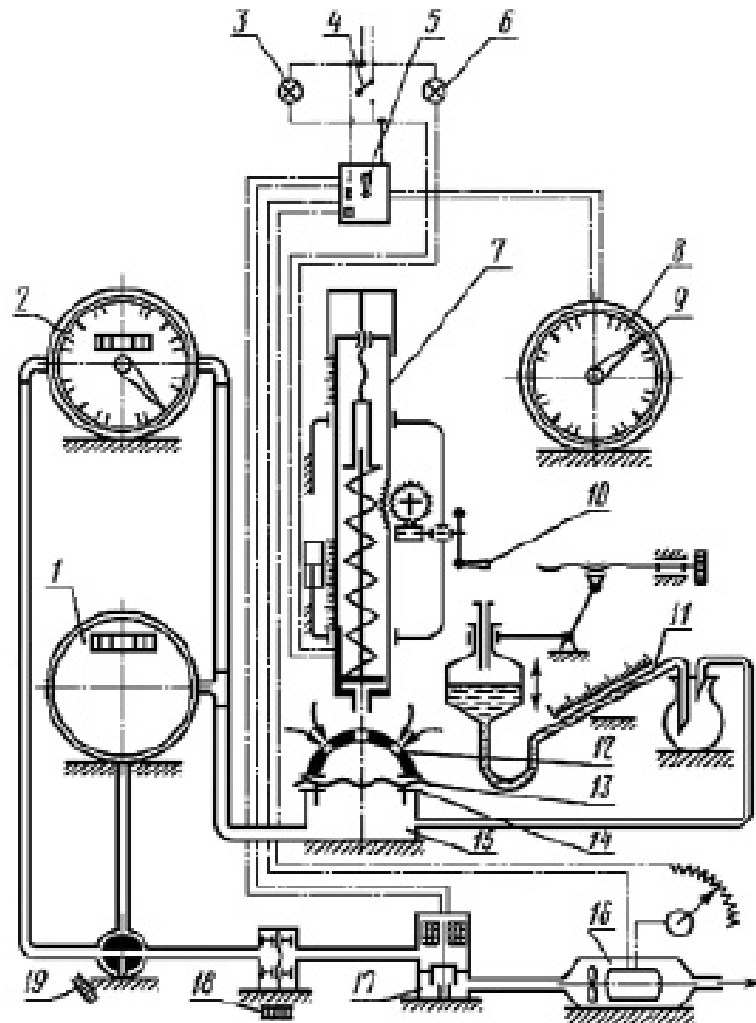


Рис. 2.1 - Прилад марки УПВ-2: 1 - лічильник для вимірювання великої витрати повітря; 2 - лічильник для вимірювання малої витрати повітря; 3, 6 - сигнальні лампочки; 4 - тумблер; 5 - ручка перемикача; 7 - навантажувальний пристрій; 8 - електричний годинник; 9 - стрілки годинника; 10 - маховик; 11 - мікроманометр; 12 - притисний кільце; 13 - точкова проба випробуваного матеріалу; 14 - змінний столик; 15 - камера розрідження; 16 - електродвигун; 17 - вентилятор і клапан перекриття; 18 - дросель; 19 - перемикач

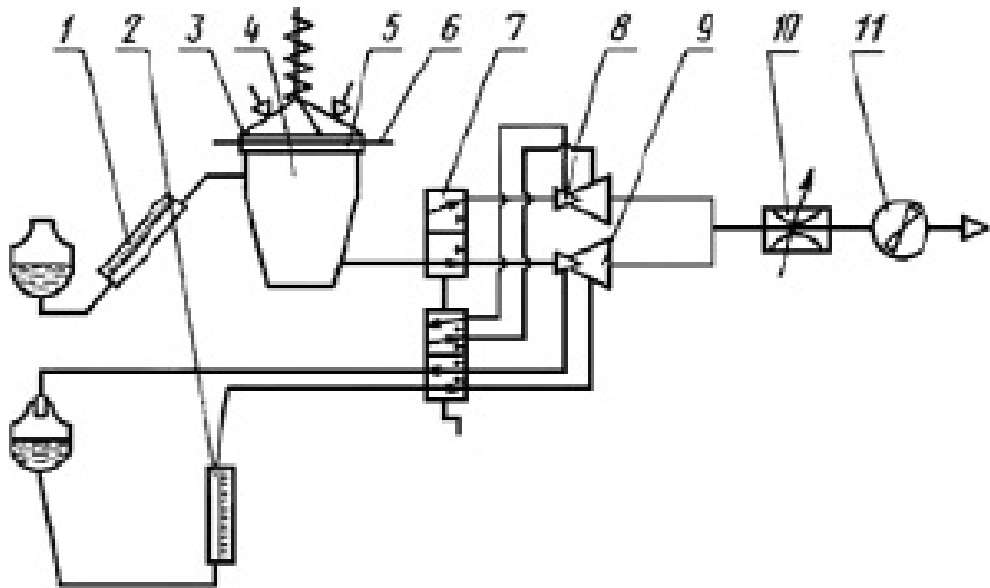


Рис. 2.2 - Прилад марки ВПТМ.2: 1 - індикатор розрідження; 2 - диференційний манометр; 3 - притискний кільце; 4 - камера розрідження; 5 - змінний столик; 6 - випробуваний зразок; 7 - перемикач трубок Вентурі; 8, 9 - витратоміри повітря (трубки Вентурі); 10 - дросель; 11 - електродвигун з вентилятором

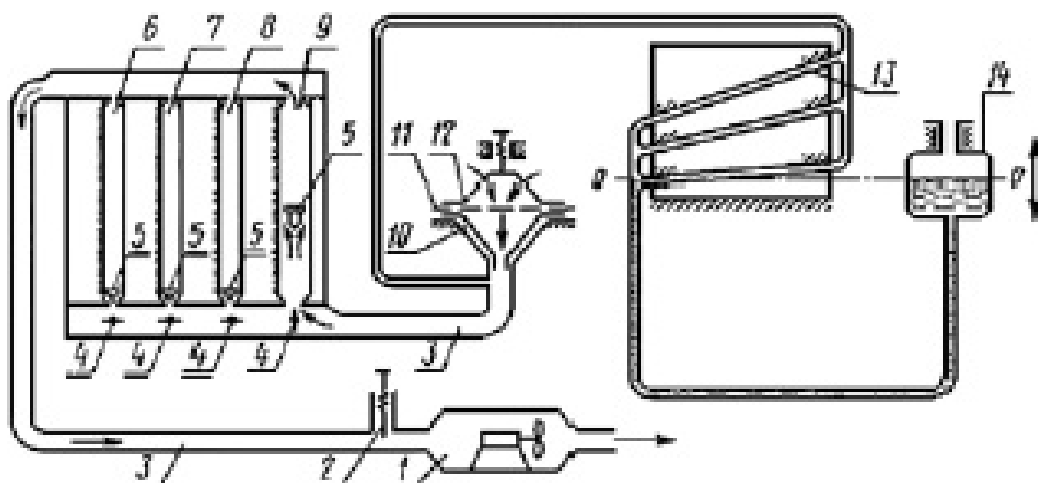


Рис. 2.3 - Прилад марки АТЛ-2 (FF-12): 1 - електровентильатор; 2 - голчастий клапан; 3 - з'єднувальні труби; 4 - рукоятки ротаметрів; 5 - поплавці ротаметра; 6, 7, 8, 9 - ротаметри; 10 - змінний столик; 11 - випробувана тканину; 12 - притискний кільце; 13 - мікроманометр; 14 - посудину з дистильованою водою

Допускається визначення повітропроникності безпосередньо в шматках або готових виробах без вирізу точкових проб. Підготовка до випробування.

Точкові проби перед випробуванням витримують в кліматичних умовах по відповідно до ДСТУ [33] протягом 24 год, а точкові проби трикотажних полотен і виробів - 10 г. У цих же умовах проводять випробування.

Проведення випробування. Повітропроникність визначають на точкових пробах в десяти різних місцях, розташованих по діагоналі. Для тканин, що підлягають контролю згідно кожному шматку, випробування проводять на кожній відібраній точковій пробі в п'яти місцях в шаховому порядку (рис. 2.4).

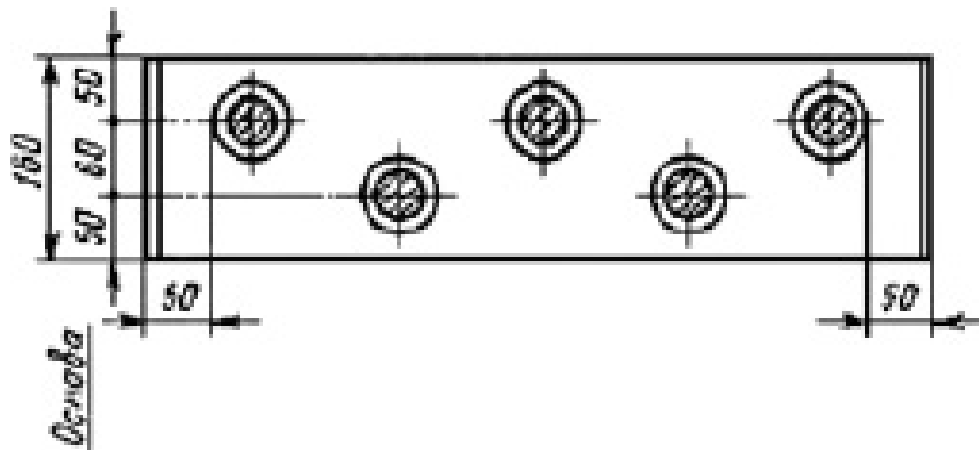


Рис. 2.4. Схема продукки зразка тканини

Визначення повітропроникності на приладі марки ВПТМ.2, ВПТМ.2М:

1. Точкову пробу випробуваного матеріалу 6 (рис. 17.1) укладають на столик лицьовою стороною вгору і притискають до столика кільцем 3 до загоряння червоної сигнальної лампочки.

2. Електродвигун з вентилятором 11 включається автоматично при подачі навантаження на випробувану точкову пробу.



3. Відкриттям дроселя 10 встановлюють розрідження під точкової пробою, що дорівнює 49 Па (5 мм вод.ст.), яке визначають за шкалою індикатора розрідження 1.

4. За шкалою диференціального манометра 2 відраховують результат вимірювання з точністю до одного ділення шкали.

5. При знятті навантаження з точкової проби електродвигун з вентилятором 11 автоматично відключається.

Визначення повітропроникності на приладі марки АТЛ-2 (FF-12) (рис. 2.2):

1. Випробування проводять тиску рівному 49 Па (5 мм вод.ст.). Допускається випробування проводити при розрідженні від 0 до 1960 Па (200 мм вод.ст.).

2. Для випробування застосовують змінний столик 10 з отвором площею 10 см<sup>2</sup>. При необхідності можуть бути використані столики з іншими отворами.

3. Ротамерт вибирається залежно від повітропроникності тканини і площі отвору змінного столика. При випробуванні точкових проб тканини на столику з площею отвору 10 см<sup>2</sup> ротамерт вибирають по табл. 2.1.

*Таблиця 2.1*

Повітропроникність тканин і параметри ротамерт

Повітропроникність тканин, дм <sup>3</sup> / (м <sup>2</sup> · с)	
Ротамерт зі шкалою, дм <sup>3</sup> / год	
Від 333 до 2080	800-8000
Від 56 до 333	120-1200
Від 11 до 56	20-200
Від 3 до 11	4-40

У разі, якщо тканина має повітропроникність в діапазонах вимірювання двох суміжних ротаметрів, проводять на ротаметр з більшою межею вимірювання. Для цього при кожному випробуванні першим роблять замір на ротаметр з більшою межею вимірювання.

Якщо користувач не впевнений в яких межах знаходиться повітропроникність тканини, то виконують вибір ротаметра. Для цього відкривають ротаметр 9 зі шкалою 800-8000  $\text{дм}^3/\text{год}$  і встановлюють необхідне розрідження під точкової пробою.

Якщо при випробуванні точкових проб тканин визначення витрати повітря на ротаметр 9 не виявилось можливим, тобто поплавок не піднявся до відмітку 1200  $\text{дм}^3/\text{год}$  або залишився в крайньому нижньому положенні, то вимірювання витрати повітря виконують на ротаметрі 8 зі шкалою 120-1200  $\text{дм}^3/\text{год}$  або на ротаметрі 7 зі шкалою 20-200  $\text{дм}^3/\text{год}$ .

Підбір ротаметрів виробляють послідовно, відключивши при цьому всі інші ротаметри.

4. Точкову пробу тканини 11 укладають на столику 10 (рис. 2.2) в розправленому вигляді без перекосу, лицьовою стороною вгору і притискають до столика кільцем 12 за допомогою важеля. При цьому стежать за установкою притискної поверхні цього кільця в горизонтальному положенні.

5. Тумблером включають електровентилятор 1. При цьому загоряється сигнальна лампочка і вмикається освітлення ротаметрів.

6. Поворотом рукоятки 4 проти годинникової стрілки відкривають обраний ротаметр.

7. Встановлюють розрідження під точкової пробою. Для цього плавно відкривають голчастий клапан 2 обертанням рукоятки за годинниковою стрілкою до зміщення меніска на одне або два ділення вище необхідної позначки, потім, обертаючи рукоятку в зворотному напрямку, встановлюють меніск на необхідну ризику.

У разі коливання поплавка ротаметра 5 вгору і вниз необхідно обертати рукоятку голчастого клапана більш повільно і плавно.

8. Показання витрати повітря знімають при встановленому розрідженні під точковій пробі до верхньої площини поплавка ротаметра і відлік показань ротаметра проводиться з точністю половини ціни поділки ротаметра.

9. Закривають ротаметр і голчастий клапан.

Визначення повітропроникності на приладі марки УПВ-2:

1. Час випробування матеріалів (кожного продування) - 50 с, для точкових проб тканин, що підлягають контролю згідно кожного шматку, - 10 с.

2. Випробування проводять на одному з шести змінних столиків. Для текстильних матеріалів та виробів з них застосовують столик з отвором площею 20 см<sup>2</sup>. Якщо при випробуванні на цьому столику величина перепаду тиску перевищує 49 Па (5 мм вод.ст.), застосовують столик з більшою площею отвору - 50 або 100 см<sup>2</sup>.

При перепаді тиску менше 49 Па (5 мм вод.ст.) використовують столик з меншою площею отвору - 10; 5; 2 см<sup>2</sup>. Для тканин, що підлягають контролю згідно кожного шматку, застосовують столик з отвором площею 10 см<sup>2</sup>.

3. Точкову пробу випробуваного матеріалу 13 укладають на столик 14 лицьовою стороною вгору. Точкову пробу притискають до столика кільцем 12 за допомогою навантажувального пристосування 7 обертанням маховика 10 до тих пір, поки не згасне сигнальна лампочка 6.

4. Стрілку годин 9 встановлюють на заданий час випробування. Ручку перемикача 5 ставлять в положення I і дроселем 18 встановлюють необхідне розрідження повітря під точковій пробі.

5. Ручку перемикача 5 переводять в положення II і записують початкове показання лічильника з похибкою не більше ціни ділення. Потім ручку перемикача 5 переводять в робоче положення III і записують показання

лічильника після його автоматичного вимкнення автоматично через певний час випробування.

6. Різниця показань лічильника характеризує обсяг повітря в кубічних дециметрах, що пройшов через площу випробуваної точкової проби за заданий час при заданому розрідженні повітря під точкової пробою.

7. Якщо обсяг повітря не перевищує 10 дм / хв, випробування даного матеріалу має проводитися за допомогою лічильника малого витрати, для чого перемикач лічильників 19 встановлюють в положення «Витрата малий».

Обробка результатів. Повітропроникність розраховують за формулою:

$$B = \frac{V}{S \cdot \tau} \quad (3)$$

де  $V$  - обсяг повітря, що пройшло через пробу матеріалу за час випробувань;

$S$  - робоча площа проби;

$\tau$  - тривалість випробування.

Для текстильних матеріалів визначають коефіцієнт повітропроникності:

$$B = \frac{10000 \cdot V_{сер}}{S \cdot \tau} \quad (4)$$

де  $V_{сер}$  - середня витрата повітря по одній точковій пробі матеріалу, дм<sup>3</sup>;

$S$  - відчуваною площа проби;

$\tau$  - тривалість випробування.

Для трикотажних полотен, призначених для виготовлення дитячих білизняних і спортивних виробів, згідно ДСТУ встановлені оптимальні норми повітропроникності не менше 300 дм<sup>3</sup> / (м<sup>2</sup> · с), допустимі - 150 дм<sup>3</sup> / (м<sup>2</sup> · с); для спортивних підліткових 200 дм<sup>3</sup> / (м<sup>2</sup> · с); для купальних виробів

оптимальні норми встановлені не менше  $400 \text{ дм}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$ , допустимі -  $200 \text{ дм}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{с})$ .

#### **2.4. Метод визначення капілярності.**

Капілярність - характеристика поглинання вологи поздовжніми капілярами матеріалу [44]. Вона оцінюється висотою підйому рідини в пробі матеріалу, зануреної одним кінцем в воду, протягом 1 години.

Капілярність тканин характеризується висотою, на яку піднімається змочувальна рідина по капілярах. Капілярність визначають за допомогою смужки тканини розміром  $300 \times 50$  мм, опущеною одним кінцем в посудину з рідиною. При цьому вимірюють висоту підйому рідини, що залежить від швидкості поглинання вологи волокнами, структури пряжі (ниток) і тривалості занурення в рідину.

Наприклад, капілярність тканини з мерона вище, ніж з комплексних капронових ниток, а капілярність останньої вище, ніж тканини з елементарних капронових ниток; капілярність тканини з бавовни з віскозним волокном вище, ніж капілярність тканини з бавовни з лавсаном і т. д.

Висока капілярність свідчить про хорошу здатності даної тканини вбирати вологу підодягового шару.

Таким чином, необхідна одязі гігієнічність забезпечується рядом властивостей тканин, причому недолік одних в окремих випадках може бути компенсований наявністю інших.

Наприклад, невисока гігроскопічність тканин з синтетичних волокон може бути компенсована високою водопоглинальністю і капілярністю, якщо синтетична нитка пухнаста, звита, а тканина має пухку структуру [51].

Капілярні процеси в текстильних матеріалах можливі перш за все завдяки їх пористій структурі, яка представляє собою систему суміжних і сполучених капілярів різних розмірів, форми перетину і орієнтації.

Капілярна система матеріалів складається з капілярів мікроструктури волокна і капілярів макроструктури матеріалу. Радіуси капілярів обох структур суттєво відрізняються.

Капілярний процес в текстильних матеріалах є капілярне проникнення рідини в простору між волокнами і нитками. Тому на капілярність тканин, трикотажу, нетканих полотен істотно впливають характеристики структур ниток і полотен [45].

Перед випробуванням точкові проби витримують не менше 24 год в кліматичних умовах відповідно до ДСТУ[33]. В цих же умовах проводять випробування [31].

З кожної точкової проби паралельно кромці на відстані не менше 50 мм від неї вирізують елементарні проби: три - по основі і три - по утку в вигляді смужок розміром 50x600 мм.

Допустиме відхилення по довжині і ширині елементарної проби  $\pm 1$  мм.

Готують розчин еозину (для тканин з хімічних ниток) або двухромовоокислого калію (для тканин з бавовняної пряжі і змішаних).

Планку з голками закріплюють в штативах відповідно до креслення.

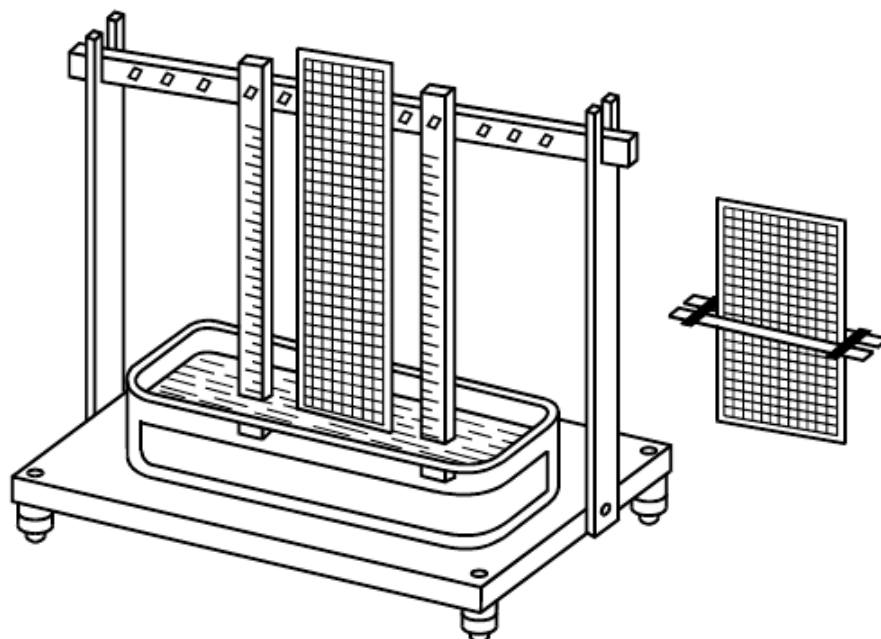


Рис. 2.5 - Ємність з водою

Потім елементарну пробу тканини одним кінцем закріплюють на голки планки. З протилежного боку елементарної проби на відстані  $(10 \pm 1)$  мм гумовими кільцями закріплюють скляні палички.

Кристалізовану чашку або іншу ємність встановлюють під елементарні проби, наливають в неї розчин еозину або двухромовоокислого калію в такій кількості, щоб він покривав палички, після чого включають секундомір.

Висоту підйому розчину вимірюють лінійкою з похибкою не більше 1 мм через 1, 2, 3 г і т.д. до максимального підйому. Висоту підйому вважають максимальною, якщо її значення не перевищує попереднє більш ніж на 1 мм.

Якщо межа підйому розчину розмита, то за висоту підйому приймають середньоарифметичне значення висот верхнього і нижнього краю підйому розчину в елементарній пробі.

Обробка результатів. За показник капілярності тканини приймають середньоарифметичне значення результатів висоти підйому рідини по основі або утку.

Обчислення проводять з точністю до першого десяткового знаку з наступним округленням до цілого числа. Результати випробування записують в протокол випробувань згідно з додатком.

## **Висновки до розділу 2**

У розділі 2 описані методи показників визначення фізико-механічних та гігієнічних властивостей, яким має володіти трикотаж спортивного та білизняного призначення. А саме:

1. Метод визначення параметрів структури трикотажу.
2. Визначення поверхневої густини.
3. Метод визначення петельних рядів та стовчиків.
4. Метод визначення лінійний розмірів після прання та сушіння.
5. Метод визначення повітропроникності.
6. Метод визначення капілярності.



### РОЗДІЛ 3

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СТРУКТУРИ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ РОЗРОБЛЕНИХ ЗРАЗКІВ ТРИКОТАЖНИХ ПОЛОТЕН

Якісний спортивний одяг шиється і з натуральних, і з синтетичних тканин. Специфіка екіпіровки спортсменів зумовлює якість тканин, які будуть використовуватися для того чи іншого костюма. Сучасні синтетичні матеріали - це високотехнологічні тканини, що володіють практичністю, гіпоалергенністю, водовідведенням. До того ж вони мають підвищену міцність, гарні на вигляд, добре провітрюються, захищають від УФ-променів і швидко сохнуть. Тому у виробництві спортивного одягу використовуються як натуральні (бавовна, трикотаж, шерсть), так і синтетичні тканини (поліамід, лайкра, мікрофібра і т.д.).

Яким вимогам повинні відповідати матеріали, використовувані для пошиття спортивного одягу:

- володіти водовідштовхувальними, водонепроникними і вітронепроникної властивостями (для окремого типу екіпіровки спортсменів);
- тканина або полотно повинно добре вентилюватися, це потрібно для відводу надлишків тепла щоб уникнути перегріву тіла;
- мати гарну ступінь водовідведення - вбираючи піт з тіла, тканина повинна відводити його назовні, щоб він швидко випаровувався;
- щоб тіло дихало, матеріал повинен пропускати повітря;
- важлива наявність термоізоляційних здібностей, утримування повітря в контакті зі шкірою;
- тканина повинна охороняти шкіру від УФ випромінювання, від вітру;
- деякі види спортивного одягу передбачають використання компресійних тканин для підтримки м'язів;

- всі матеріали повинні бути приємними до тіла і зручними для спортсмена;

Аналізуючи вимоги до білизняних та спортивних виробів у якості сировини обрано поліефірну нитку.

Взагалі, широке застосування поліефірних ниток різної лінійної щільності для спортивних і верхніх трикотажних виробів обумовлюється властивостями цих ниток.

Завдяки здатності швидко пропускати вологу вони підходять для виготовлення не тільки виробів для спортивного відпочинку, а й одягу професійних спортсменів, що займаються активними видами спорту. Крім того, ці нитки володіють підвищеною формостійкістю.

Синтетичні поліефірні нитки володіють луго- і кислотостійкістю. Вони стійкі до впливу органічних розчинників і води. Поліефірні волокна володіють діелектричною здатністю. Крім того, нитки відрізняє виняткова міцність, надійність і зносостійкість[51].

Поліефірні волокна і матеріали, виготовлені з них, багато в чому за текстильним і технічними характеристиками перевершують штучні волокна іншої природи і способу виробництва. Вони є повністю синтетичними. Це робить їх універсальними в аспекті білизняного застосування. Самі по собі поліефірні волокна та виготовлені з них вироби не є живильним середовищем для мікроорганізмів.

Поліефірні волокна відрізняються стабільністю структури, м'якістю при високій міцності, стійкістю до розтягування. При цьому полотна, виготовлені з них, досить еластичні.

Синтетичні поліефірні нитки володіють луго- і кислотостійкістю. Вони стійкі до впливу органічних розчинників і води. Поліефірні волокна володіють діелектричною здатністю. Крім того, нитку відрізняє виняткова міцність, надійність і зносостійкість.

Поліефірні волокна і матеріали, виготовлені з них, багато в чому за

текстильним і технічними характеристиками перевершують штучні волокна іншої природи і способу виробництва. Вони є повністю синтетичними. Це робить їх універсальними в аспекті спортивного застосування.

Самі по собі поліефірні волокна і виготовлені з них вироби не є живильним середовищем для мікроорганізмів. Застосування таких матеріалів дозволяє істотно знизити ризик інфікування та шкіряних захворювань.

Поліефірні волокна відрізняються стабільністю структури, м'якістю при високій міцності, стійкістю до розтягування. При цьому полотна, виготовлені з них, досить еластичні.

Переваги полотна у виробках:

- великий термін служби;
- висока міцність;
- простота в догляді, легко прати і прасувати (іноді прасування практично не потрібно);
- зберігають тепло, тому просто незамінні в холодну погоду;
- вироби легкі, приємні на дотик;
- з нього виходять дуже різні тканини, що відрізняються за видом і фактурі, призначені для широкого застосування в різних сферах життя;
- володіє водовідштовхувальними властивостями, речам з поліефіру не страшні дощ і сніг;
- найчастіше поліефір не викликає алергію, підходить для виготовлення одягу для дорослих і дітей;
- не схильний до впливу кислот і розчинників, тому є ідеальною для пошиття спецодягу.

Недоліки:

- поліефір не пропускає повітря, тому не рекомендується носити такий одяг в спекотну погоду;
- може бути шкідливий при неправильному виготовленні або порушеннях при виробництві;

- дуже часто електризується і його необхідно обробляти антистатиком;
- речі бувають досить жорсткими і деякі не дуже приємні тілу.

Незважаючи на свої недоліки, поліефір дуже популярний і поширений, йому знайшли застосування в багатьох областях виробництва, наприклад, при пошитті спецодягу та спортивного одягу.

На підставі проведеного аналізу для виготовлення функціональних трикотажних полотен білизняного та спортивного призначення обрано пряжу з вмістом волокон DEO-W.

Технологія виготовлення даних поліефірних волокон з антимікробною дією та дезодоруючим ефектом під торговою маркою DEOKIL<sup>®</sup> розроблена та запатентована Південно-корейською корпорацією «ТСК» спільно з японським концерном «TORAY Group» [24].

Корпорація постачає тканини і вироби спеціального призначення для 62 армій світу. Особливість волокон DEO-W полягає у найвищому класі дезодоруючої дії проти трьох головних причин запаху людського тіла: аміачний запах поту та сечі; запах ізовалеріанової кислоти (типовий запах спітнілих ніг) та запах нонеалю.

Крім того важливим аргументом щодо вибору даного виду сировини є збереження заданих функціональних властивостей до 10 діб безперервного носіння виробу з неї й протягом 50 прань трикотажного виробу з нього.

Дослідні зразки трикотажу з використанням пряжі з вмістом волокон «DEO-W» вироблені у рамках Освітнього інвестиційно-технологічного кластеру легкої промисловості [25], до складу якого входить КНУТД та ТОВ «РА.ДА» [26] на базі промислових потужностей ПрАТ «Трикотажна фабрика «РОЗА» на однофонтурному круглов'язальному обладнанні 28 класу без в'язування (зразок 1) та з вв'язуванням (зразок 2) у петлі гладі еластомерної нитки лінійної густини 2,2 текс. При цьому обрана пряжа з поліфункціональними властивостями лінійної густини 18,5 текс містить наступні складники: 49,5% бавовняних, 40% поліефірних «DEO-W» та 10,5%

антистатичних поліакрилонітрильних (ПАН) волокон. Заправні дані розроблених зразків трикотажу наведені у таблиці 3.1.

*Таблиця 3.1*

Параметри структури дослідних зразків трикотажу

Номер зразка	Кількість петельних стовпчиків в 100 мм	Кількість петельних рядів в 100 мм	Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>
1	120	200	145±5
2	140	230	190±5

У ході проведених досліджень встановлено наступні характеристики розроблених зразків трикотажних полотен: зміну лінійних розмірів після прання, релаксаційні характеристики, капілярність, повітро- та паропроникність. Частково результати даних досліджень пройшли апробацію та висвітлені у матеріалах конференції [27].

Виявлено, що введення у структуру трикотажу еластомерної нитки має суттєвий вплив на зміну лінійних розмірів після прання сурового полотна [28]. Більший рівень усадки по довжині спостерігається у зразка 2 трикотажу з еластомерною ниткою.

Однак по ширині порівняно зі зразком 1 рівень усадки менший (рис.3.1). Зміна лінійних розмірів готового полотна після мокрої обробки відповідає встановленим у ТУ [15, 17] вимогам і не перевищує - 4% (- 4% вздовж лінії петельного стовпчика та - 1,5% вздовж лінії петельного ряду). Досліджувані полотна мають різний рівень повітро- та паропроникності. За рахунок введення еластомерної нитки рівень повітропроникності [29] зразка 2 зменшується у 3,8 рази (рис.3.2). Але при цьому слід зауважити, що рівень повітропроникності зразка 2 трикотажу з еластомерною ниткою знаходиться в межах норми для полотен білизняного

призначення (згідно ТУ [17] не менше  $150 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ).

Крім того, незважаючи на суттєву різницю у рівні повітропроникності внаслідок наявності у структурі трикотажу зразка 2 еластомерної нитки, зафіксовано високий рівень паропроникності обох зразків трикотажу, а саме  $11,3 \text{ мг}/(\text{см}^2 \cdot \text{год})$  та  $10,5 \text{ мг}/(\text{см}^2 \cdot \text{год})$  відповідно [30]. Це обумовлено використанням для виготовлення трикотажних полотен пряжі з вмістом інноваційних поліефірних волокон «DEO-W» з підвищеною капілярною здатністю.

При цьому слід зауважити, що рівень паропроникності трикотажних полотен для виготовлення нижньої білизни, зазначених у ТУ [16, 17], нижчий і складає  $8,08 \text{ мг}/(\text{см}^2 \cdot \text{год})$ .

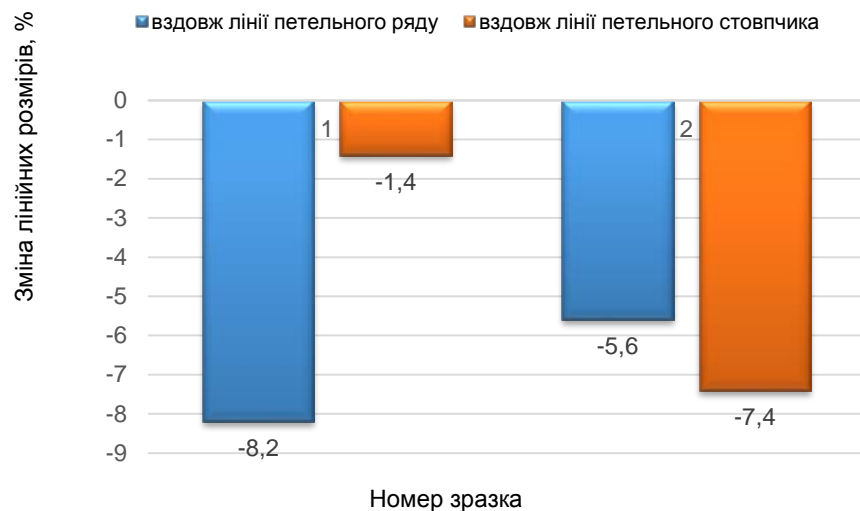


Рис. 3.1 - Зміна лінійних розмірів дослідних зразків трикотажу

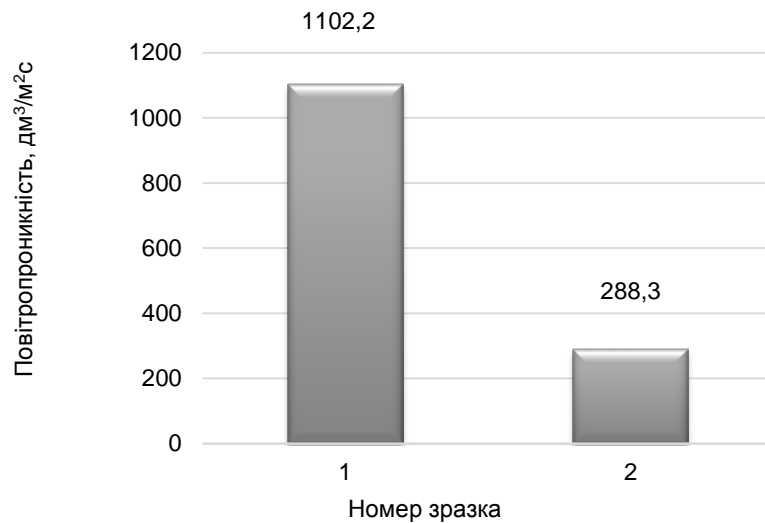


Рис. 3.2. - Повітропроникність дослідних зразків трикотажу

Для надання оцінки рівня функціональності текстильного матеріалу використовують показник ступеню поглинання рідини, його капілярну здатність. У відповідності до ДСТУ ГОСТ 3816: 2009 [31] здійснено оцінку капілярності розроблених зразків трикотажу шляхом вимірювання висоти підняття рідини в елементарній пробі матеріалу, зануреній одним кінцем у воду протягом однієї години.

При цьому капілярність трикотажу визначено у напрямку петельних стовпчиків та рядів, що дає змогу оцінити характер розповсюдження вологи у трикотажі вздовж петельних рядів та стовпчиків. На рис. 3.3 представлені діаграми капілярності за результатами реалізованого експерименту.



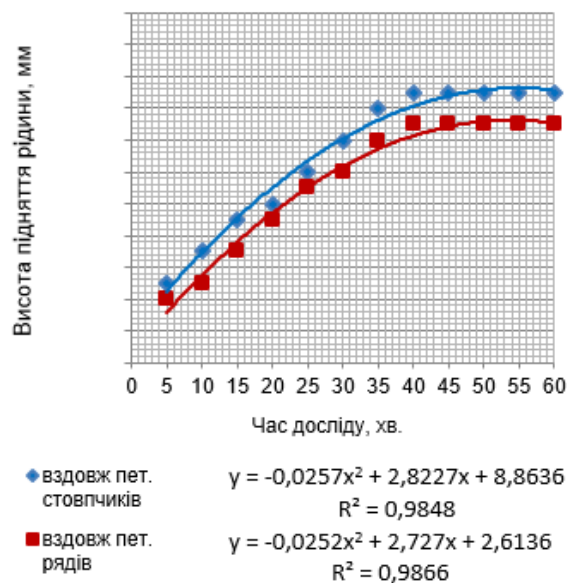
Рис. 3.3. - Капілярність дослідних зразків трикотажу

Як видно з діаграм (рис. 3.3.), введення у структуру еластомерної нитки призводить до зростання рівня капілярності вздовж петельних рядів, що обумовлено ущільненням структури у даному напрямку.

Незважаючи на наявність у сировинному складі синтетичних модифікованих поліестерових волокон «DEO-W» за рівнем капілярності розроблені зразки не поступаються трикотажним полотнам, наведеним у ТУ [16, 17].

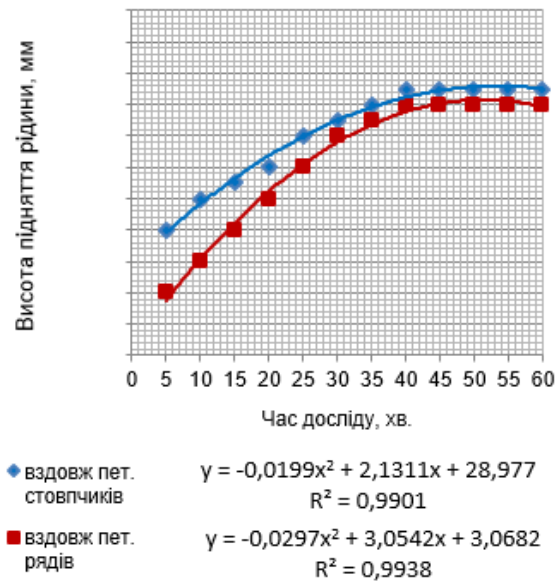
Рівень капілярності трикотажних полотен, що на сьогодні використовуються у виробництві нижньої білизни складає вздовж лінії петельного стовпчика 180 мм, вздовж лінії петельного ряду – 175 мм.

Графіки, наведені на рис.3.4, наглядно ілюструють характер зміни рівня підняття рідини протягом години реалізації досліду.



а





б

Рис. 3.4. - Характер підняття рідини у дослідних зразках трикотажу: а – зразок 1; б – зразок 2

Слід відзначити стрімке зростання рівня підняття рідини вздовж петельних стовпчиків на перших хвиликах дослідження у разі введення у структуру трикотажу еластомерної нитки. При цьому після години дослідження рівень капілярності вздовж петельних стовпчиків однаковий незалежно від наявності чи відсутності еластомерної нитки в структурі трикотажу.

Релаксаційні характеристики трикотажу є виживим показником для здійснення оцінки формостабільності текстильного матеріалу. У відповідності до [32] на релаксометрі типу «Стійка» досліджено деформаційні характеристики розроблених зразків трикотажу.

Введення у структуру трикотажу еластомерної нитки сприяє покращенню його пружних властивостей як у напрямку петельних рядів, так і стовпчиків. На це вказує мінімальний рівень залишкової деформації зразка 2 порівняно зі зразком 1 незалежно від напрямку розтягу при значно більшій величині повної деформації при експлуатаційних навантаженнях 6Н (рис.3.5). Величина повної деформації зразка 2 в обох напрямках розтягу порівняно зі зразком 1 більша на 50%. За результатами досліджень зразок 1 належить до II групи розтяжності (від 41% до 100%), а зразок 2 до III групи

(понад 100%). За рівнем розтяжності зразок 1 відповідає вимогам ТУ на фуфайку (з короткими рукавами) [16], а зразок 2 вимогам ТУ на труси [17].

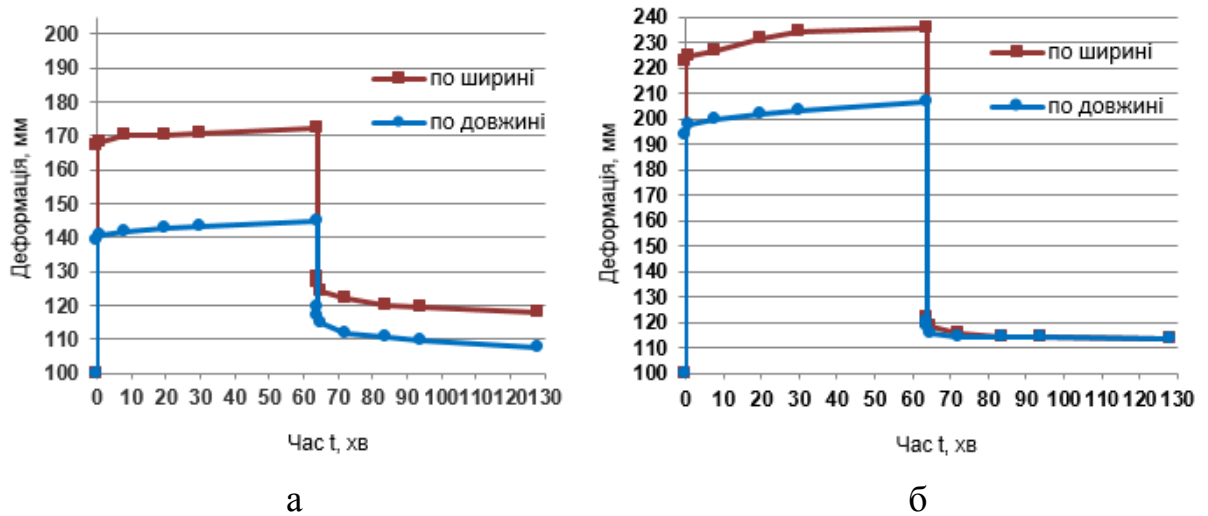


Рис.3.5 - Графіки деформації та релаксації деформації трикотажу: а – зразок 1; б – зразок 2



Рис. 3.6 - Складові частки повної деформації зразка 1 трикотажу: а – по ширині; б – по довжині

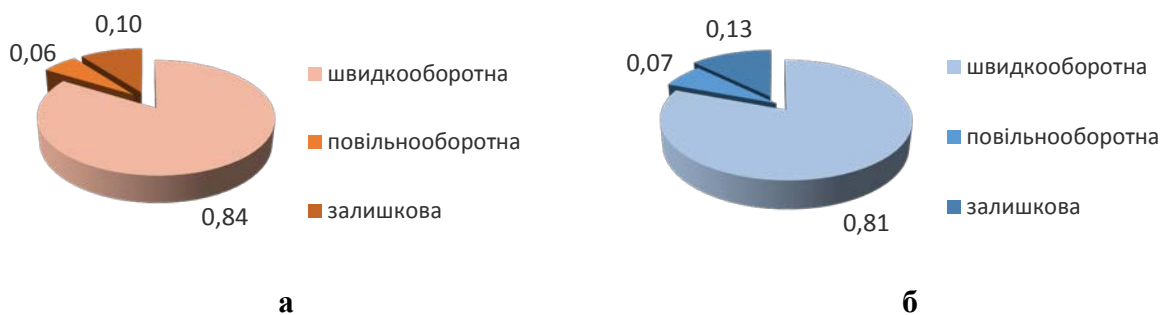


Рис..7. Складові частки повної деформації зразка 2 трикотажу: а – по ширині; б – по довжині

Частка залишкової деформації по ширині зразка 1 без еластомерної

нитки у 2,5 рази більша порівняно зі зразком 2 з еластомерною ниткою. При цьому частка залишкової деформації дослідних зразків по довжині майже однакова (рис.3.6, 3.7).

Слід також звернути увагу на майже 25% більшу величину частки швидкооборотної деформації як по довжині, так і по ширині, у зразка 2. Таким чином трикотажне полотно зразка 2, що містить у своїй структурі еластомерну нитку, є більш формостабільним та пружним.

Достатній рівень повітро- та паропроникності дозволяє рекомендувати розроблені зразки трикотажу для виготовлення нижньої білизни військовослужбовців. Використання полотен обох зразків забезпечить виведення пароподібної вологи при значних фізичних навантаженнях, гарну вентиляцію повітря у підодяговому просторі та створення комфортних умов експлуатації білизняного виробу, який щільно облягає тіло людини.

Введення у структуру трикотажу еластомерної нитки забезпечить достатню еластичність й високий ступінь динамічної відповідності при експлуатації нижньої білизни виробленої з нього.

Застосування для виготовлення трикотажних полотен пряжі з вмістом інноваційних волокон «DEO-W» сприятиме нейтралізації усіх видів запаху людського тіла та збереження заданих функціональних властивостей до 10 днів безперервного носіння нижньої білизни й протягом 50 циклів її прання та в цілому підвищенню рівня якості речового майна.

Таким чином, розробка нового асортименту трикотажних полотен з використанням нового інноваційного виду сировини сприяє удосконаленню функціональних характеристик нижньої білизни військовослужбовців.

### **Висновки до розділу 3**

Здійснено аналіз інноваційних видів сировини, що використовується у виробництві трикотажу білизняного призначення. Вибір сировини для виготовлення трикотажу білизняного призначення здійснено у відповідності до вимог, що висуваються до нижньої білизни військовослужбовців.

Для забезпечення функції виведення пароподібної вологи з підодягового простору, антибактеріальної дії та високого ступеню дезодорації використано пряжу з вмістом волокон «DEO-W». Інноваційність даних волокон полягає у нейтралізації усіх видів запаху людського тіла та збереження заданих функціональних властивостей до 10 діб безперервного носіння нижньої білизни й протягом 50 циклів її прання.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Для розробки функціональних трикотажних полотен для виготовлення натільної білизни й виробів спортивного призначення та дослідження їх споживчих властивостей проведений аналіз за напрямком дослідження, а саме аналіз існуючих матеріалів для спортивного одягу функціонального призначення, сировини, що використовується; вплив виду сировини на гігієнічні та фізико-механічні показники.

Здійснено аналіз інноваційних видів сировини, що використовується у виробництві трикотажу білизняного призначення. Вибір сировини для виготовлення трикотажу білизняного призначення здійснено у відповідності до вимог, що висуваються. Для забезпечення функції виведення пароподібної вологи з підодягового простору, антибактеріальної дії та високого ступеню дезодорації використано пряжу з вмістом волокон «DEO-W».

У ході проведених досліджень встановлено наступні характеристики розроблених зразків трикотажних полотен: зміну лінійних розмірів після прання, релаксаційні характеристики, капілярність, повітро- та паропроникність. Виявлено, що введення у структуру трикотажу еластомерної нитки має суттєвий вплив на зміну лінійних розмірів після прання сурового полотна. Більший рівень усадки по довжині спостерігається у зразка 2 трикотажу з еластомерною ниткою. Однак по ширині порівняно зі зразком 1 рівень усадки менший. Зміна лінійних розмірів готового полотна після мокрої обробки відповідає встановленим вимогам і не перевищує - 4% (- 4% вздовж лінії петельного стовпчика та – 1,5% вздовж лінії петельного ряду). Досліджувані полотна мають різний рівень повітро- та паропроникності. За рахунок введення еластомерної нитки рівень повітропроникності зразка 2 зменшується у 3,8 рази. Але при цьому слід зауважити, що рівень повітропроникності зразка 2 трикотажу з еластомерною ниткою знаходиться в межах норми для полотен білизняного призначення (не менше  $150 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ). Крім того, незважаючи на суттєву різницю у рівні

повітропроникності внаслідок наявності у структурі трикотажу зразка 2 еластомерної нитки, зафіксовано високий рівень паропроникності обох зразків трикотажу, а саме 11,3 мг/(см<sup>2</sup>·год) та 10,5 мг/(см<sup>2</sup>·год) відповідно. Це обумовлено використанням для виготовлення трикотажних полотен пряжі з вмістом поліефірних волокон «DEO-W» з підвищеною капілярною здатністю. При цьому слід зауважити, що рівень паропроникності трикотажних полотен для виготовлення нижньої білизни відповідає встановленим вимогам і складає 8,08 мг/(см<sup>2</sup>·год).

Достатній рівень повітро- та паропроникності дозволяє рекомендувати розроблені зразки трикотажу для виготовлення функціональної нижньої білизни професійних спортсменів. Використання полотен обох зразків забезпечить виведення пароподібної вологи при значних фізичних навантаженнях, гарну вентиляцію повітря у підодяговому просторі та створення комфортних умов експлуатації білизняного виробу, який щільно облягає тіло людини.

Введення у структуру трикотажу еластомерної нитки забезпечить достатню еластичність й високий ступінь динамічної відповідності при експлуатації нижньої білизни виробленої з нього. Крім того застосування для виготовлення трикотажних полотен пряжі з вмістом інноваційних волокон «DEO-W» сприятиме нейтралізації усіх видів запаху людського тіла та збереження заданих функціональних властивостей до 10 діб безперервного носіння нижньої білизни й протягом 50 циклів її прання та в цілому підвищенню рівня якості одягу для занять професійним спортом.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Офіційний сайт ФМС. База даних митної статистики зовнішньої торгівлі URL: [www.customs.ru](http://www.customs.ru). (дата звернення 20.11.2020).
2. Букіна Ю.А., Сергеева Е.А. Сучасні матеріали для виробництва спортивного одягу і термобілизни. *Вісник Казанського технологічного університету*. № 9. 2013.
3. Polartec (Полартек) - огляд одягу, опис технологій. URL: <http://www.polartec.ru>. (дата звернення 20.11.2020).
4. Сулейманова Г.В., Зиятдинова А.И. Инновационные технологии в производстве изделий легкой промышленности для активного отдыха. *Вестник Казанского технологического университета*. 2012. №15. С. 159-160.
5. Букина Ю. А., Сергеева Е. А. Современные материалы для производства спортивной одежды и термобелья. *Вестник Казанского технологического университета*. 2013. №9. – С. 112-114.
6. Тимошин Н.М., Тимошина М.А. Структура и свойства трикотажных материалов для производства термобелья. *Вестник технологического университета*. 2015. т.18, в.7. С.190-192
7. Тюрин И.Н., Гетманцева В.В. Анализ инноваций в области разработки текстильных волокон для производства спортивной одежды. *Точная наука*. №2. 2016. С.8-11.
8. Орлов М. П., Дрегуляс Е. П. Дослідження гігієнічних властивостей трикотажних полотен білизняного асортименту. *Наукові розробки молоді на сучасному етапі : тези доповідей XVII Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів (26-27 квітня 2018 р., Київ)*. Київ : КНУТД, 2018. Т. 1 : Сучасні матеріали і технології виробництва виробів широкого вжитку та спеціального призначення. С. 310-311.

9. Ототюк С. С., Арабулі С. І. Гігроскопічні властивості трикотажного полотна CoolMax®. *Наукові розробки молоді на сучасному етапі* : тези доповідей XVIII Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів 18-19 квітня 2019 р., Київ). Київ : КНУТД, 2019. Т. 1 : Сучасні матеріали і технології виробництва виробів широкого вжитку та спеціального призначення. С. 248-249.
10. Махмудова Г., Куатбекова Р., Ташпулатов С.Ш., Бегалиев С., Баймуминов Б., Шапамбаев Н.З. Физические и гигиенические свойства гипоаллергенной спортивной одежды. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности.* №2 (386).2020. С. 121- 127.
11. Гаврилова И.В. Улучшение эксплуатационных и эргономических свойств спортивной одежды для зимних видов спорта. *Вестник современных исследований.* № 12.15 (27). 2018. С.68-72.
12. Батрак О. А., Гнатюк О. В., Галавська Л. Є. Розробка екологічного та безпечного трикотажу для дитячих виробів білизняного та спортивного призначення. *Молодь - науці і виробництву - 2018: Інноваційні технології легкої промисловості* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, м. Херсон, 17-18 травня 2018 року. Херсон : ХНТУ, 2018. С. 34-36.
13. Смирнова О.В., Соколовская Д.А, Шаркова Ю.А., Горелова А.Е. Особенности проектирования плотно прилегающей спортивной одежды из трикотажа. *Перспективы науки 2015: Материалы I Международного заочного конкурса научно-исследовательских работ.* Научно-образовательный центр «ЗНАНИЕ». 2015. С. 57-59.
14. Тюрин И.Н., Гетманцева В.В. Анализ особенностей конструктивного решения спортивной одежды. сборник материалов международной научно-технической конференции: *Дизайн, технологии и инновации в*



- текстильной и легкой промышленности (Инновации-2016)*. 2016. С. 242-245.
15. Про затвердження Зразків військової форми одягу та загальних вимог до знаків розрізнення військовослужбовців та ліцеїстів військових ліцеїв. Наказ Міністерства Оборони України. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/view/RE30915?an=709>
  16. Труси з трикотажного бавовняного кулірного полотна. Технічні умови ТУ 14.1-00034022-086:2015. URL: [https://www.mil.gov.ua/content/tenders/TO\\_trousers.pdf](https://www.mil.gov.ua/content/tenders/TO_trousers.pdf)
  17. Фуфайка (з короткими рукавами) з трикотажного бавовняного кулірного полотна. ТУ У 14.1-00034022-081:2015. URL: [https://www.mil.gov.ua/content/tenders\\_2019/tu\\_f\\_bav.pdf](https://www.mil.gov.ua/content/tenders_2019/tu_f_bav.pdf)
  18. Галавська Л. Є., Швиданенко О.А., Шатило Т.В. Впровадження інноваційних технологій у виробництво армійських трекінгових шкарпеток. *Легка промисловість*. 2018, №3. С. 51-57. URL: [https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/14995/1/LP\\_2018\\_N3\\_P051-057.pdf](https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/14995/1/LP_2018_N3_P051-057.pdf)
  19. Волокно Coolmax. URL: <https://forma-odezhda.ru/encyclopedia/volokno-coolmax/>
  20. COOLMAX®. URL: <http://coolmax.com/en/Apparel-Segments/Apparel-Segments/Socks>
  21. Офіційний сайт компанії INVISTA. URL: <https://www.invista.com/what-we-do/products>
  22. Офіційний сайт компанії Prolenyarn. URL: <https://www.prolenyarn.com/contact/>
  23. Носки диабетические Cupron армейские. URL: <https://prom.ua/p277325398-noski-diabeticheskie-cupron.html>
  24. Офіційний сайт концерну TCK Textiles Korea Inc. URL: <http://www.tcktextiles.com/en/>

25. Офіційний сайт ТОВ «РА.ДА». URL: <http://rada.company.ua/>
26. Офіційний сайт Кластеру легкої промисловості. URL: <http://claster.knutd.edu.ua/>
27. Галавська Л.Є., Прохоровський А.С., Швиданенко О.А., Котюх М.В. Дослідження споживних властивостей білизняного трикотажу з пряжі з вмістом волокон "DEO-W". *"KyivTex&Fashion" до 90-річного ювілею з дня заснування Київського національного університету технологій та дизайну: збірник тез доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції текстильних та фешн технологій (20 жовтня 2020 р.)*. Київ: КНУТД, 2020. С. 141-143. <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/16818>
28. ДСТУ ISO 5077-2001 Матеріали текстильні. Метод визначення змінювання лінійних розмірів після прання та сушіння (ISO 5077:1984, IDT) 01.07.2003. – Офіц. вид. - К.: Держстандарт України, 2003. – 8с.
29. ДСТУ ISO 9237:2003 Текстиль. Тканини. Визначення повітропроникності (ISO 9237:1995, IDT) 01.07.2004 – Офіц. вид. – К.: Держстандарт України, 2004. – 12с.
30. Полотна і вироби трикотажні: Метод визначення паропроникності та вологопоглинання / ГОСТ 30568-98. - Введ. 1999.07.01.- Офіц. вид. - К. : Держстандарт України, 1999. - III, 6с., III, 6 с. (розд. паг.). - (Державний стандарт України. Міждержавний стандарт).
31. ДСТУ ГОСТ 3816:2009 Полотна текстильні. Методи визначення гігроскопічних і водовідштовхувальних властивостей (ИСО 811-81) 12.10.2009 – Офіц. вид. – К.: Держстандарт України, 2009. – 13с.
32. ГОСТ 8847-85. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках, меньше разрывных.01.01.87. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 21с.

33. ДСТУ ISO 139:2007 Матеріали текстильні. Стандартні атмосферні умови для кондиціювання та випробування (ISO 139:2005, IDT). [На заміну ДСТУ ISO 139:2005; чинний від 01-01-2009]. К.: Держспоживстандарт України, 2011. 8 с.
34. ДСТУ ISO 7211-6:2007 Матеріали текстильні. Методи аналізу структури тканини. Частина 6. Метод визначення поверхневої густини тканини (ISO 7211-6:1984, IDT). [Чинний від 01.10.2009.] К.: Держспоживстандарт України, 2012. 8 с.
35. ДСТУ EN 14971:2018 Матеріали текстильні. Трикотажні полотна. Визначення кількості петель на одиницю довжини й одиницю площі (EN 14971:2006, IDT). [Чинний від 01.11.2018.] К.: Держспоживстандарт України, 2018.
36. Текстильные полотна. Усадка. URL: <https://helpiks.org/8-74755.html> (дата звернення 14.05.2021)
37. Определение геометрических свойств, структурных характеристик и поверхностной плотности материалов для одежды. URL: <https://pandia.ru/text/77/462/5382-2.php> (дата звернення 15.12.2021)
38. Вилькомм В., Трикотажно-вязальное производство, пер. с нем., ч. 2, М., 1928; Марисова О. И., Трикотажные рисунчатые переплетения, М., 1970; Далидович А. С., Основы теории вязания, 2 изд., М., 1970; Кобляков А. И., Структура и механические свойства трикотажа, М., 1973; Paling D. F., Warp knitting technology, 2 ed., L., 1965. URL: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/112/158.htm> (дата звернення 15.12.2020)
39. В чем измеряется плотность ткани. Мировые стандарты плотности постельных тканей. URL: <https://remontpnevm.ru/otdelka/what-is-the-density-of-the-tissue-world-standards-for-the-density-of-bed-tissues/> (дата звернення 15.12.2020).

40. Швейные и трикотажные товары. Структура и свойства трикотажа. Структура трикотажа. URL: <https://studfile.net/preview/5405095/page:16/> (дата звернення 15.12.2020).
41. Гигиенические свойства трикотажных изделий. URL: [https://mobile.studbooks.net/1704998/tovarovedenie/gigienicheskie\\_svoystva\\_trikotazhnyh\\_izdeliy](https://mobile.studbooks.net/1704998/tovarovedenie/gigienicheskie_svoystva_trikotazhnyh_izdeliy) (дата звернення 20.12.2020).
42. Методы оценки воздухопроницаемости материалов. URL: <https://monographies.ru/ru/book/section?id=14248> (дата звернення 20.12.2020)
43. Воздухопроницаемость. URL: <https://helpiks.org/8-74750.html> (дата звернення 20.12.2020)
44. Капиллярность текстильных материалов. URL: [https://gufo.me/dict/fashion\\_encyclopedia/%D0%9A%D0%B0%D0%BF%D0%B8%D0%BB%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C\\_%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85\\_%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2](https://gufo.me/dict/fashion_encyclopedia/%D0%9A%D0%B0%D0%BF%D0%B8%D0%BB%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2) (дата звернення 05.01.2021)
45. Материаловедение трикотажно-швейного производства. Физические свойства трикотажа. URL: [https://sinref.ru/000\\_uchebniki/02600\\_kroika\\_i\\_shitio/121\\_mater\\_trikotajn\\_proizv/040.htm](https://sinref.ru/000_uchebniki/02600_kroika_i_shitio/121_mater_trikotajn_proizv/040.htm) (дата звернення 05.01.2021)
46. Лаптев А.П., Полиевский С.А., Григорьева О.Г. Лекции по общей и спортивной гигиене: учебное пособие. М.: Физическая культура, 2006.
47. Вайнбаум Я.С., Коваль В.И., Родионова Т.А. Гигиена физического воспитания и спорта: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2002. 240 с.

48. Современные методики гигиенических исследований: учеб.-метод. пособие/ под ред. Лопаткина М. Н.. Л., 1981.
49. Гигиена: учебник под редакцией Румянцева Г. И. М., 2001.
50. Покровский В.А. Гигиена: Учеб. для мед. ин-тов. М., 1989.
51. Полиэфирные волокна в текстильной промышленности. URL: <https://intras-fibers.com/stati/poliefirnye-volokna-v-tekstilnoy-promyshlennosti/> (дата звернения 17.02.2021)

## ДОДАТОК А

УДК 677.075.54:616.379-008.64

ГАЛАВСЬКА Л.Є.<sup>1</sup>, ЄЛІНА Т.В.<sup>2</sup>, ПРОХОРОВСЬКИЙ А.С.<sup>3</sup>,  
ШВИДАНЕНКО О.А.<sup>4</sup>, КОТЮХ М.В.<sup>5</sup><sup>1, 2, 5</sup>Київський національний університет технологій та дизайну, <sup>3, 4</sup>ТОВ «РА.ДА»**РОЗРОБКА ТРИКОТАЖНИХ ПОЛОТЕН ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ  
ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ НИЖНЬОЇ БІЛИЗНИ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ**

**Мета.** Удосконалення характеристик нижньої білизни військовослужбовців шляхом розробки функціональних трикотажних полотен для її виготовлення.

**Методика.** У роботі використано методи аналізу та синтезу науково-технічної літератури у сфері виготовлення функціональних трикотажних полотен білизняного призначення та стандартизовані методи дослідження параметрів структури, зміни лінійних розмірів після прання, релаксаційних характеристик, капілярності та повітропроникності текстильних матеріалів, зокрема трикотажу.

**Результати.** Здійснено аналіз інноваційних видів сировини, що використовується у виробництві трикотажу білизняного призначення. Вибір сировини для виготовлення трикотажу білизняного призначення здійснено у відповідності до вимог, що висуваються до нижньої білизни військовослужбовців. Для забезпечення функції виведення пароподібної вологи з підодягового простору, антибактеріальної дії та високого ступеню дезодорації використано пряжу з вмістом волокон «DEO-W». Інноваційність даних волокон полягає у нейтралізації усіх видів запаху людського тіла та збереження заданих функціональних властивостей до 10 діб безперервного носіння нижньої білизни й протягом 50 циклів її прання.

У рамках Освітнього інвестиційно-технологічного кластеру легкої промисловості, до складу якого входить КНУТД та ТОВ «РА.ДА» на базі промислових потужностей ПрАТ «Трикотажна фабрика «РОЗА» на однофонтурному круглов'язальному обладнанні 28 класу вироблено трикотажне полотно переплетення гладь з використанням пряжі з вмістом волокон «DEO-W».

**Наукова новизна.** Досліджено споживні характеристики розроблених зразків трикотажу білизняного призначення, а саме: зміну лінійних розмірів після прання, деформаційні характеристики, капілярність, паро- та повітропроникність. Встановлено вплив введення у структуру трикотажу еластомерної нитки на його фізико-механічні характеристики.

**Практичне значення.** Розроблено зразки трикотажу, що рекомендується для виготовлення функціональної нижньої білизни військовослужбовців. Використання даних видів трикотажних полотен сприятиме оптимізації мікроклімату тіла, вологообміну та швидкому висиханню шкіри у ході експлуатації нижньої білизни та в цілому підвищити рівень якості речового майна.

**Ключові слова:** функціональний трикотаж, інноваційні види сировини, нижня білизна, речове майно військовослужбовця.

**DEVELOPMENT OF KNITTED FABRICS FOR MANUFACTURING OF  
FUNCTIONAL UNDERWEAR FOR MILITARY SERVICEMEN**Halavska L. Ye.<sup>1</sup>, Yelina T.V.<sup>2</sup>, Prokhorovskyi A.S.<sup>3</sup>, Shvydanenko O.A.<sup>4</sup>, Kotiukh M.V.<sup>5</sup>

<sup>1,2,5</sup>Kyiv National University of Technologies and Design, <sup>3,4</sup>LLC "RA.DA"

**Purpose.** Development of functional knitted fabrics to improve the properties of underwear for military servicee.

**Methodology.** The work applies methods of analysis and synthesis of scientific and technical literature in the field of manufacturing of functional knitted fabrics for underwear. Standardized methods for studying the parameters of the structure, changes in linear dimensions after washing, relaxation characteristics, capillarity, and breathability of textile materials (in particular knitwear) were used.

**Results.** The analysis of the market of innovative types of raw materials used in the production of knitted underwear is carried out. The choice of materials for the manufacture of knitted underwear is provided in accordance with the requirements for the underwear of military personnel. To ensure the function of removing vaporous moisture from the underwear space, to provide antibacterial action and a high degree of deodorization yarn containing "DEO-W" fibers were used. The innovation of these fibers consists in the neutralization of all types of human body odor and preservation of the specified functional properties for up to 10 days of continuous wearing of underwear and the process of 50 washings of fabrics made of them.

Within the framework of the Educational Investment and Technological Cluster of Light Industry (which includes KNUVD and LLC "RA.DA"), a plain knitted fabric was produced at PJSC Knitting Factory "ROSA" on the basis of yarn containing "DEO-W" fibers with the use of a single jersey circular knitting machine (28 Gauge).

**Scientific novelty.** The consumer characteristics of the developed samples of knitted underwear have been studied, namely: the change in linear dimensions after washing, deformation characteristics, capillarity and breathability. The influence of the elastomeric thread upon physical and mechanical characteristics of the knitwear has been proved.

**Practical value.** The developed knitwear samples are recommended to be used in the process of manufacturing of functional underwear for the military personnel. The use of above-mentioned types of knitted fabrics will help to optimize the microclimate of the body, moisture exchange, rapid drying of the skin during the operation of underwear and, in general, increase the quality level of clothing.

**Keywords:** functional knitwear, innovative types of raw materials, underwear, military clothing.

**Вступ.** Внаслідок збройного конфлікту на території українського Донбасу та необхідності відстоювати територіальну цілісність нашої держави, розвиток та вдосконалення системи речового забезпечення військовослужбовця залишається наразі відкритим питанням, вирішення якого потребує всебічного залучення інноваційних технологій виробництва. Адже не лише рівень фізичної підготовки військовослужбовця впливає на ефективність виконання повсякденних службових завдань й поставлених бойових задач та безпеку військової служби в цілому, а й якісні характеристики екіпірування та рівень динамічної відповідності та комфортності речового майна.

Умови експлуатації нижньої білизни пов'язані зі значними фізичними навантаженнями й випадками перебування військовослужбовця тривалий відрізок часу в обмеженому просторі бойової техніки, що обумовлюють ризики накопичення пароподібної вологи у підодяговому просторі й розвитку патогенної мікрофлори та, як наслідок, появу неприємного запаху поту. Використання функціональної нижньої білизни забезпечить виведення пароподібної вологи та формування оптимального мікроклімату у підодяговому просторі.

#### **Постановка завдання.**

До складу нижньої білизни військовослужбовців Збройних сил України, інших військових формувань та правоохоронних органів входять труси та фуфайка з короткими

рукавами [2]. На сьогоднішній день затверджені технічні умови (ТУ) на її виготовлення: труси (ТУ У 14.1-00034022-086:2015) [3] та фуфайка з короткими рукавами (ТУ У 14.1-00034022-081:2015) [4], в яких рекомендовано використовувати кулірне трикотажне полотно з бавовняної пряжі. Аналіз затверджених зразків нижньої білизни з позиції умов її експлуатації дозволив зробити висновок щодо необхідності використання інноваційних видів сировини для вироблення трикотажних полотен, з яких її виготовлено.

Зазвичай у виробництві функціональних виробів, зокрема натільної білизни, для забезпечення ефекту відведення вологи використовують нитки та пряжу з підвищеною капілярною здатністю, зокрема бамбукову пряжу, поліефірні та поліпропіленові багатофіламентні нитки [5]. Поліефірні нитки під торговою маркою Coolmax<sup>®</sup> компанії DuPont (США) [6, 7] є найбільш популярними. Виробником даного виду інноваційної сировини для трикотажної галузі є компанія INVISTA Nylon Chemicals (Китай) [8]. Основною характеристикою даних ниток є підвищена капілярна здатність завдяки особливій формі поперечного перерізу волокна. Використання пряжі з даних волокон для виробництва трикотажу дозволяє забезпечити виробу з нього ефективно відведення вологи з поверхні тіла та транспорт її назовні для подальшого випаровування. Ще однією позитивною властивістю є швидке висихання: у 2 рази швидше ніж трикотажний виріб з бавовняної пряжі. Для надання даним волокнам функції антибактеріальної дії у процесі їх вироблення додаються активні добавки на основі срібла freshFX<sup>®</sup>, які довели свою високу ефективність на широкому спектрі мікроорганізмів (бактерії, гриби та водорості).

Багатофіламентні поліпропіленові нитки торгової марки PROLEN<sup>®</sup>SILTEX компанії Chemosvit Fibrochem (Словацька Республіка) [9] не менш відомі у виробництві трикотажних виробів білизняного призначення з функцією виведення пароподібної вологи з підодягового простору. Підвищена капілярна здатність та антибактеріальна дія даного гідрофобного виду сировини забезпечується завдяки наявності у серцевині нитки капіляру з бактеріостатичним агентом на основі іонів срібла.

Інші виробники пряжі [10] пропонують для виготовлення функціональних трикотажних виробів, що безпосередньо контактують з тілом людини, використовувати пряжу, в структуру якої у якості бактеріостатичного агенту введено наночасточки міді. Слід зауважити, що вміст міді у пряжі сприяє процесу продукування колагену, еластину та інших протеїнів і, як наслідок, забезпечує швидке загоювання ран та в цілому позитивно впливає на зовнішній вигляд і стан шкіри. Зазначена особливість пряжі з введеними наночасточками міді є особливо актуальною у виробництві натільної білизни для людей, які страждають на цукровий діабет, рівень міді в організмі яких істотно падає.

Особливість усіх вище перерахованих видів ниток полягає у функції виведення пароподібної вологи, попередження розвитку патогенної мікрофлори та появи неприємного запаху. Однак дані види сировини не мають потужного дезодоруючого ефекту від усіх видів запахів людського тіла та не зберігають свою вихідну функціональність після багатократного прання та під час безперервної експлуатації протягом значної кількості днів. Введені у структуру пряжі активні добавки на основі срібла чи міді забезпечують формування антибактеріальних властивостей та перешкоджають появі неприємного запаху, але не знищують його у повній мірі. Тому для надання нижній білизні для військовослужбовців та представників різноманітних силових структур, професійна діяльність яких пов'язана зі значними фізичними навантаженнями та використанням професійного пакету одягу, поліфункціональних властивостей, слід використовувати пряжу, що комплексно вирішує питання виведення пароподібної вологи, нейтралізації запахів людського тіла та забезпечення антибактеріальної дії за умови багатократного прання.

#### **Результати досліджень та їх обговорення.**

На підставі проведеного аналізу для виготовлення функціональних трикотажних



полотен білизняного призначення обрано пряжу з вмістом волокон DEO-W. Технологія виготовлення даних поліефірних волокон з антимікробною дією та дезодоруючим ефектом під торговою маркою DEOKIL<sup>®</sup> розроблена та запатентована Південно-корейською корпорацією «ТСК» спільно з японським концерном «TORAY Group» [11]. Корпорація постачає тканини і вироби спеціального призначення для 62 армій світу. Особливість волокон DEO-W полягає у найвищому класі дезодоруючої дії проти трьох головних причин запаху людського тіла: аміачний запах поту та сечі; запах ізовалеріанової кислоти (типовий запах спітнілих ніг) та запах нонеалу. Крім того важливим аргументом щодо вибору даного виду сировини є збереження заданих функціональних властивостей до 10 діб безперервного носіння виробу з неї й протягом 50 прань трикотажного виробу з нього.

Дослідні зразки трикотажу з використанням пряжі з вмістом волокон «DEO-W» вироблені у рамках Освітнього інвестиційно-технологічного кластеру легкої промисловості [12], до складу якого входить КНУТД та ТОВ «РА.ДА» [13] на базі промислових потужностей ПрАТ «Трикотажна фабрика «РОЗА» на однофонтурному круглов'язальному обладнанні 28 класу без в'язування (зразок 1) та з в'язуванням (зразок 2) у петлі гладі еластомерної нитки лінійної густини 2,2 текс. При цьому обрана пряжа з поліфункціональними властивостями лінійної густини 18,5 текс містить наступні складники: 49,5% бавовняних, 40% поліефірних «DEO-W» та 10,5% антистатичних поліакрилонітрильних (ПАН) волокон. Заправні дані розроблених зразків трикотажу наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Параметри структури дослідних зразків трикотажу

Номер зразка	Кількість петельних стовпчиків в 100 мм	Кількість петельних рядів в 100 мм	Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>
1	120	200	145±5
2	140	230	190±5

У ході проведених досліджень встановлено наступні характеристики розроблених зразків трикотажних полотен: зміну лінійних розмірів після прання, релаксаційні характеристики, капілярність, повітро- та паропроникність. Частково результати даних досліджень пройшли апробацію та висвітлені у матеріалах конференції [14]. Виявлено, що введення у структуру трикотажу еластомерної нитки має суттєвий вплив на зміну лінійних розмірів після прання сирового полотна [15]. Більший рівень усадки по довжині спостерігається у зразка 2 трикотажу з еластомерною ниткою. Однак по ширині порівняно зі зразком 1 рівень усадки менший (рис.1). Зміна лінійних розмірів готового полотна після мокрої обробки відповідає встановленим у ТУ [2, 4] вимогам і не перевищує - 4% (- 4% вздовж лінії петельного стовпчика та - 1,5% вздовж лінії петельного ряду). Досліджувані полотна мають різний рівень повітро- та паропроникності. За рахунок введення еластомерної нитки рівень повітропроникності [16] зразка 2 зменшується у 3,8 рази (рис.2). Але при цьому слід зауважити, що рівень повітропроникності зразка 2 трикотажу з еластомерною ниткою знаходиться в межах норми для полотен білизняного призначення (згідно ТУ [4] не менше 150 дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с)). Крім того, незважаючи на суттєву різницю у рівні повітропроникності внаслідок наявності у структурі трикотажу зразка 2 еластомерної нитки, зафіксовано високий рівень паропроникності обох зразків трикотажу, а саме 11,3 мг/(см<sup>2</sup>·год) та 10,5 мг/(см<sup>2</sup>·год) відповідно [17]. Це обумовлено використанням для виготовлення трикотажних полотен пряжі з вмістом інноваційних поліефірних волокон «DEO-W» з підвищеною капілярною здатністю. При цьому слід зауважити, що рівень паропроникності трикотажних полотен для виготовлення нижньої білизни, зазначених у

ТУ [3, 4], нижчий і складає  $8,08 \text{ мг}/(\text{см}^2 \cdot \text{год})$ .



Рис. 1. Зміна лінійних розмірів дослідних зразків трикотажу

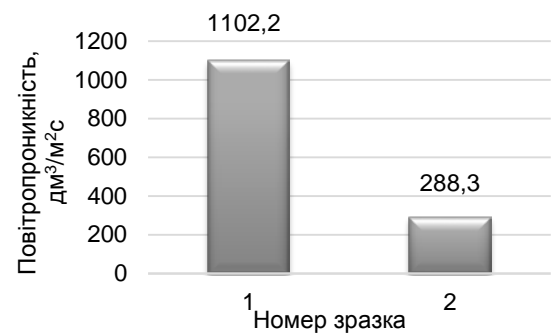


Рис. 2. Повітропроникність дослідних зразків трикотажу

Для надання оцінки рівня функціональності текстильного матеріалу використовують показник ступеню поглинання рідини, його капілярну здатність. У відповідності до ДСТУ ГОСТ 3816: 2009 [18] здійснено оцінку капілярності розроблених зразків трикотажу шляхом вимірювання висоти підняття рідини в елементарній пробі матеріалу, зануреній одним кінцем у воду протягом однієї години. При цьому капілярність трикотажу визначено у напрямку петельних стовпчиків та рядів, що дає змогу оцінити характер розповсюдження вологи у трикотажі вздовж петельних рядів та стовпчиків. На рис. 3 представлені діаграми капілярності за результатами реалізованого експерименту.

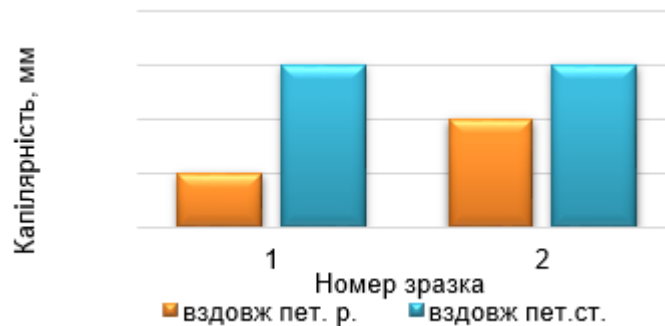


Рис. 3. Капілярність дослідних зразків трикотажу

Як видно з діаграм (рис. 3), введення у структуру еластомерної нитки призводить до зростання рівня капілярності вздовж петельних рядів, що обумовлено ущільненням структури у даному напрямку. Незважаючи на наявність у сировинному складі синтетичних модифікованих поліестерових волокон «DEO-W» за рівнем капілярності розроблені зразки не поступаються трикотажним полотнам, наведеним у ТУ [3, 4]. Рівень капілярності трикотажних полотен, що на сьогодні використовуються у виробництві нижньої білизни складає вздовж лінії петельного стовпчика 180 мм, вздовж лінії петельного ряду – 175 мм.

Графіки, наведені на рис.4, наглядно ілюструють характер зміни рівня підняття рідини протягом години реалізації дослідів.

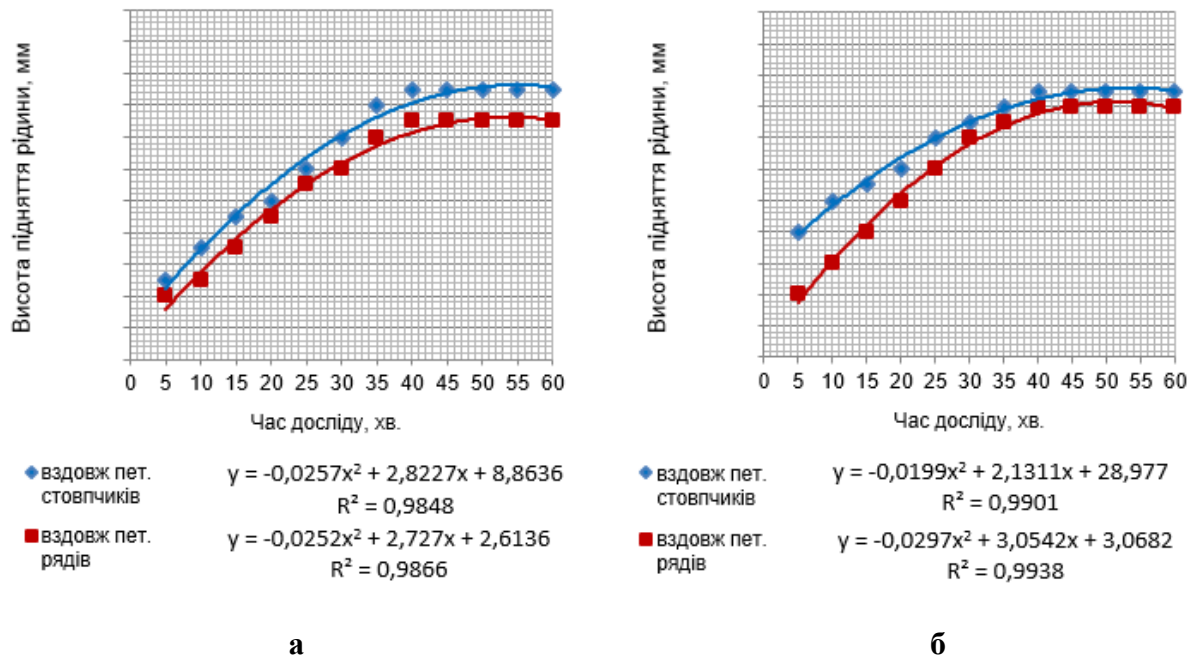


Рис. 4. Характер підняття рідини у дослідних зразках трикотажу: а – зразок 1; б – зразок 2

Слід відзначити стрімке зростання рівня підняття рідини вздовж петельних стовпчиків на перших хвиликах дослідження у разі введення у структуру трикотажу еластомерної нитки. При цьому після години дослідження рівень капілярності вздовж петельних стовпчиків однаковий незалежно від наявності чи відсутності еластомерної нитки в структурі трикотажу.

Релаксаційні характеристики трикотажу є важливим показником для здійснення оцінки формостабільності текстильного матеріалу. У відповідності до [19] на релаксометрі типу «Стілка» досліджено деформаційні характеристики розроблених зразків трикотажу. Введення у структуру трикотажу еластомерної нитки сприяє покращенню його пружних властивостей як у напрямку петельних рядів, так і стовпчиків. На це вказує мінімальний рівень залишкової деформації зразка 2 порівняно зі зразком 1 незалежно від напрямку розтягу при значно більшій величині повної деформації при експлуатаційних навантаженнях 6Н (рис.5). Величина повної деформації зразка 2 в обох напрямках розтягу порівняно зі зразком 1 більша на 50%. За результатами досліджень зразок 1 належить до II групи розтяжності (від 41% до 100%), а зразок 2 до III групи (понад 100%). За рівнем розтяжності зразок 1 відповідає вимогам ТУ на фуфайку (з короткими рукавами) [3], а зразок 2 вимогам ТУ на труси [4].

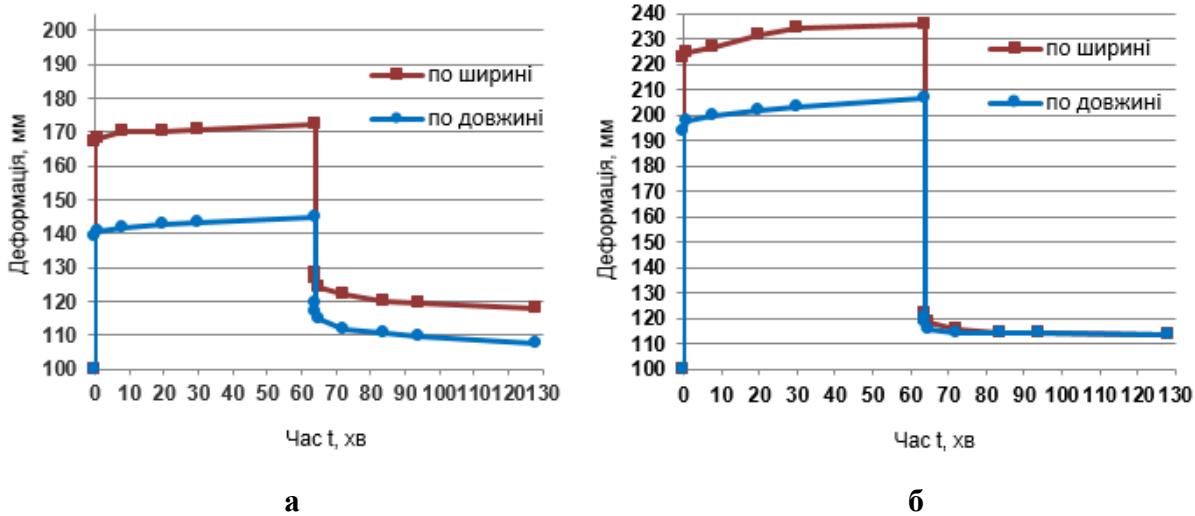


Рис. 5. Графіки деформації та релаксації деформації трикотажу: а – зразок 1; б – зразок 2

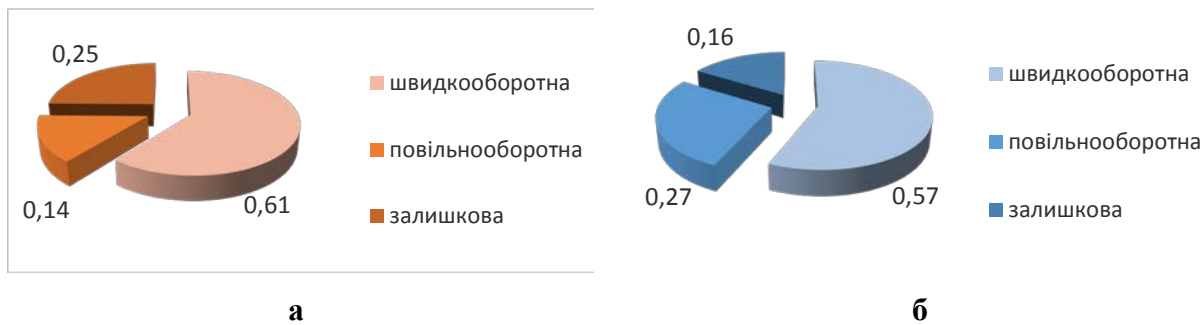


Рис. 6. Складові частки повної деформації зразка 1 трикотажу: а – по ширині; б – по довжині

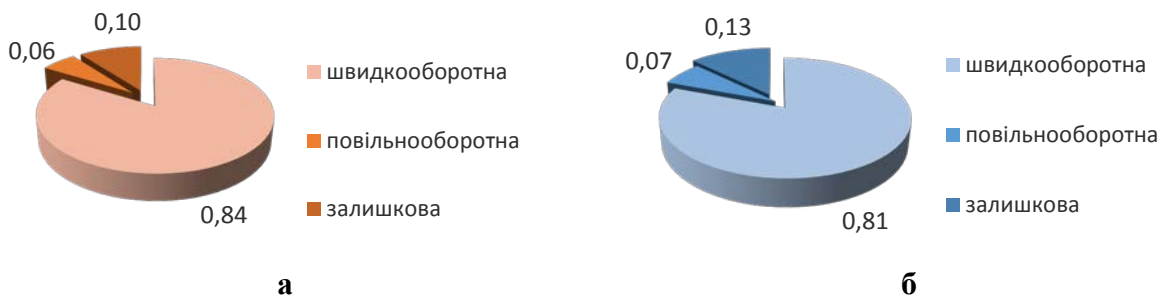


Рис. 7. Складові частки повної деформації зразка 2 трикотажу: а – по ширині; б – по довжині

Частка залишкової деформації по ширині зразка 1 без еластомерної нитки у 2,5 рази більша порівняно зі зразком 2 з еластомерною ниткою. При цьому частка залишкової деформації дослідних зразків по довжині майже однакова (рис. 6, 7). Слід також звернути увагу на майже 25% більшу величину частки швидкооборотної деформації як по довжині, так і по ширині, у зразка 2. Таким чином трикотажне полотно зразка 2, що містить у своїй структурі еластомерну нитку, є більш формостабільним та пружним.

**Висновки**

Достатній рівень повітро- та паропроникності дозволяє рекомендувати розроблені зразки трикотажу для виготовлення нижньої білизни військовослужбовців. Використання полотен обох зразків забезпечить виведення пароподібної вологи при значних фізичних навантаженнях, гарну вентиляцію повітря у підодяговому просторі та створення комфортних умов експлуатації білизняного виробу, який щільно облягає тіло людини. Введення у структуру трикотажу еластомерної нитки забезпечить достатню еластичність й високий ступінь динамічної відповідності при експлуатації нижньої білизни виробленої з нього. Застосування для виготовлення трикотажних полотен пряжі з вмістом інноваційних волокон «DEO-W» сприятиме нейтралізації усіх видів запаху людського тіла та збереження заданих функціональних властивостей до 10 діб безперервного носіння нижньої білизни й протягом 50 циклів її прання та в цілому підвищенню рівня якості речового майна. Таким чином, розробка нового асортименту трикотажних полотен з використанням нового інноваційного виду сировини сприяє удосконаленню функціональних характеристик нижньої білизни військовослужбовців.

#### **Список літературних джерел:**

1. Коса Н. О. Аналіз асортименту термобілизни для військових / Н. О. Коса, С.Ю. Боброва // *Наукові розробки молоді на сучасному етапі*". Т. 1: Секція "Нові наукомісткі технології виробництва матеріалів, виробів широкого вжитку та спеціального призначення: тези доповідей XV Всеукраїнської наукової конференції молодих учених та студентів (28-29 квітня 2016 р.). К.: КНУТД, 2016. С.127-128. [https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/2401/1/20160428-29\\_%D0%A2%D0%95ZY\\_V1\\_P127-128.pdf](https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/2401/1/20160428-29_%D0%A2%D0%95ZY_V1_P127-128.pdf)
2. Про затвердження Зразків військової форми одягу та загальних вимог до знаків розрізнення військовослужбовців та ліцеїстів військових ліцеїв. Наказ Міністерства Оборони України. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/view/RE30915?an=709>
3. Труси з трикотажного бавовняного кулірного полотна. Технічні умови ТУ 14.1-00034022-086:2015. URL: [https://www.mil.gov.ua/content/tenders/TO\\_trousers.pdf](https://www.mil.gov.ua/content/tenders/TO_trousers.pdf)
4. Фуфайка (з короткими рукавами) з трикотажного бавовняного кулірного полотна. ТУ У 14.1-00034022-081:2015. URL: [https://www.mil.gov.ua/content/tenders/2019/tu\\_f\\_bav.pdf](https://www.mil.gov.ua/content/tenders/2019/tu_f_bav.pdf)
5. Галавська Л. Є., Швиданенко О.А., Шатило Т.В. Впровадження інноваційних технологій у виробництво армійських трекінгових шкарпеток. *Легка промисловість*. 2018, №3. С. 51-57. [https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/14995/1/LP\\_2018\\_N3\\_P051-057.pdf](https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/14995/1/LP_2018_N3_P051-057.pdf)
6. Волокно Coolmax. URL: <https://forma-odezhda.ru/encyclopedia/volokno-coolmax/>
7. COOLMAX®. URL: <http://coolmax.com/en/Apparel-Segments/Apparel-Segments/Socks>
8. Офіційний сайт компанії INVISTA. URL: <https://www.invista.com/what-we-do/products>
9. Офіційний сайт компанії Prolenyarn. URL: <https://www.prolenyarn.com/contact/>
10. Носки диабетические Cupron армейские. URL: <https://prom.ua/p277325398-noski-diabeticheskie-cupron.html>
11. Офіційний сайт концерну TCK Textiles Korea Inc. URL: <http://www.tcktextiles.com/en/>
12. Офіційний сайт ТОВ «РА.ДА». URL: <http://rada.company.ua/>
13. Офіційний сайт Кластеру легкої промисловості. URL: <http://cluster.knutd.edu.ua/>
14. Галавська Л.Є., Прохоровський А.С., Швиданенко О.А., Котюх М.В. Дослідження споживних властивостей білизняного трикотажу з пряжі з вмістом волокон "DEO-

W". "KyivTex&Fashion" до 90-річного ювілею з дня заснування Київського національного університету технологій та дизайну: збірник тез доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції текстильних та фешн технологій (20 жовтня 2020 р.). Київ: КНУТД, 2020. С. 141-143. <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/16818>

15. ДСТУ ISO 5077-2001 Матеріали текстильні. Метод визначення змінювання лінійних розмірів після прання та сушіння (ISO 5077:1984, IDT) 01.07.2003. – Офіц. вид. - К.: Держстандарт України, 2003. – 8с.
16. ДСТУ ISO 9237:2003 Текстиль. Тканини. Визначення повітропроникності (ISO 9237:1995, IDT) 01.07.2004 – Офіц. вид. – К.: Держстандарт України, 2004. – 12с.
17. Полотна і вироби трикотажні: Метод визначення паропроникності та вологопоглинання / ГОСТ 30568-98. - Введ. 1999.07.01.- Офіц. вид. - К. : Держстандарт України, 1999. - III, 6с., III, 6 с. (розд. паг.). - (Державний стандарт України. Міждержавний стандарт).
18. ДСТУ ГОСТ 3816:2009 Полотна текстильні. Методи визначення гігроскопічних і водовідштовхувальних властивостей (ИСО 811-81) 12.10.2009 – Офіц. вид. – К.: Держстандарт України, 2009. – 13с.
19. ГОСТ 8847-85. Методы определения разрывных характеристик и растяжимости при нагрузках, меньше разрывных.01.01.87. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 21с.

#### **References:**

1. Kosa N.O. Analiz asortymentu termobilyzny dlia viiskovykh / N. O. Kosa, S.Yu. Bobrova // Tezy dopovidei XV Vseukrainskoi naukovoï konferentsii molodykh uchenykh ta studentiv "Naukovi rozrobky molodi na suchasnomu etapi". Т. 1: Sektsiia "Novi naukomistki tekhnolohii vyrobnytstva materialiv, vyrobiv shyrokooho vzhytku ta spetsialnoho pryznachennia": 28-29 kvitnia 2016 r. – К.: КНУТД, 2016. – S.127-128.
2. Pro zatverdzhennia Zrazkiv viiskovoi formy odiahu ta zahalnykh vymoh do znakiv rozriznennia viiskovosluzhbovtsiv ta litseistiv viiskovykh litseiv. Nakaz Ministerstva Oborony Ukrainy. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://ips.ligazakon.net/document/view/RE30915?an=709>
3. Trusy z trykotazhnoho bavovnianoho kulirnoho polotna. Tekhnichni umovy TU 14.1-00034022-086:2015 [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: [https://www.mil.gov.ua/content/tenders/TO\\_trousers.pdf](https://www.mil.gov.ua/content/tenders/TO_trousers.pdf)
4. Fufaika (z korotkymy rukavamy) z trykotazhnoho bavovnianoho kulirnoho polotna. TU U 14.1-00034022-081:2015 [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: [https://www.mil.gov.ua/content/tenders\\_2019/tu\\_f\\_bav.pdf](https://www.mil.gov.ua/content/tenders_2019/tu_f_bav.pdf)
5. Halavska L. Ye. Vprovadzhennia innovatsiinykh tekhnolohii u vyrobnytstvo armiiskykh trekinhovykh shkarpetok. / L. Ye. Halavska, O. A. Shvydanenko, T. V. Shatylo // Lehka promyslovist. - 2018. - № 3. - S. 51-57. [https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/14995/1/LP\\_2018\\_N3\\_P051-057.pdf](https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/14995/1/LP_2018_N3_P051-057.pdf)
6. Volokno Soolmax. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://forma-odezhda.ru/encyclopedia/volokno-coolmax/>
7. COOLMAX®. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://coolmax.com/en/Apparel-Segments/Apparel-Segments/Socks>
8. Ofitsiyni sait kompanii INVISTA. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://www.invista.com/what-we-do/products>
9. Ofitsiyni sait kompanii Prolenyarn. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://www.prolenyarn.com/contact/>
10. Nosky dyabetycheskye Cupron armeiskyе. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://prom.ua/p277325398-noski-diabetycheskie-cupron.html>

11. Ofitsiinyi sait kontsernu TCK Textiles Korea Inc. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.tcktextiles.com/en/>
12. Ofitsiinyi sait TOV «RA.DA». [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://rada.company/ua/>
13. Ofitsiinyi sait Klasteru lehkoi promyslovosti [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://claster.knutd.edu.ua/>
14. Doslidzhennia spozhyvnykh vlastyvostei bilyznianoho trykotazhu z priazhi z vmistom volokon "DEO-W" / L. Ye. Halavska, A. S. Prokhorovskyi, O. A. Shvydanenko, M. V. Kotiukh // Zbirnyk tez dopovidei IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii tekstylnykh ta feshn tekhnolohii "KyivTex&Fashion" do 90-richnoho yuvileiu z dnia zasnuvannia Kyivskoho natsionalnogo universytetu tekhnolohii ta dyzainu, m. Kyiv, 20 zhovtnia 2020 roku. – Kyiv : KNUTD, 2020. – S. 141-143. – Rezhym dostupu: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/16818>
15. DSTU ISO 5077-2001 Materialy tekstylni. Metod vyznachennia zminiuvannia liniinykh rozmiriv pislia prannia ta sushinnia (ISO 5077:1984, IDT) 01.07.2003. – Ofits. vyd. - K.: Derzhstandart Ukrainy, 2003. – 8s.
16. DSTU ISO 9237:2003 Tekstyl. Tkanyny. Vyznachennia povitropronyknosti (ISO 9237:1995, IDT) 01.07.2004 – Ofits. vyd. – K.: Derzhstandart Ukrainy, 2004. – 12s.
17. Polotna i vyroby trykotazhni: Metod vyznachennia paropronyknosti ta volohopohlynnannia / HOST 30568-98. - Vved. 1999.07.01.- Ofits. vyd. - K. : Derzhstandart Ukrainy, 1999. - III, 6s., III, 6 s. (rozd. pah.). - (Derzhavnyi standart Ukrainy. Mizhderzhavnyi standart).
18. DSTU HOST 3816:2009 Polotna tekstylni. Metody vyznachennia hihroskopichnykh i vodovidshtovkhuvalnykh vlastyvostei (YSO 811-81) 12.10.2009 – Ofits. vyd. – K.: Derzhstandart Ukrainy, 2009. – 13s.
19. GOST 8847-85. Metodyi opredeleniya razryivnyih harakteristik i rastyazhimosti pri nagruzkah, menshe razryivnyih.01.01.87. – M.: Izd-vo standartov, 1986. – 21s.



## ДОДАТОК Б

Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління

# ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ВІЙСЬКОВОЇ СЛУЖБИ ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ РЕЧОВОГО МАЙНА ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦЯ

Галавська Л.Є., Котюх М.В.

Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, Україна

Прохоровський А.С., Швиданенко О.А.

ТОВ «РА.ДА», Київ, Україна

На сьогодні, у час відстоювання територіальної цілісності нашої держави внаслідок збройного конфлікту на території українського Донбасу питання розвитку та постійного вдосконалення системи речового забезпечення військовослужбовця залишається відкритим. Адже на ефективність виконання повсякденних службових завдань й поставлених бойових задач та на безпеку військової служби в цілому впливає не лише рівень підготовки військовослужбовця, а й якісні характеристики екіпірування та рівень динамічної відповідності та комфортності речового майна.

Значні фізичні навантаження та випадки знаходження військовослужбовця протягом тривалого відрізка часу в обмеженому просторі бойової техніки пов'язані з ризиком накопичення вологи у підодяговому просторі, розвитку патогенної мікрофлори (бактерії, гриби) та появи неприємного запаху поту. Тому нижня білизна військовослужбовця є першим, особливо важливим, шаром у складі речового майна, що сприяє оптимізації мікроклімату тіла, вологообміну та швидкому висиханню шкіри.

**Метою роботи** є удосконалення конструкції та функціональності нижньої білизни, що дозволить підвищити безпеку військової служби в умовах бойових дій в районі Операції Об'єднаних сил.

У доповіді наведено аналіз існуючих зразків нижньої білизни військовослужбовців Збройних сил України, інших військових формувань та правоохоронних органів [1] на підставі затверджених технічних умов на виготовлення нижньої білизни, до складу якої входять труси [2] та фуфайка з короткими рукавами [3]. Запропоновано удосконалену конструкцію нижньої білизни з використанням інноваційного виду сировини (волокон «DEO-W») для її виготовлення.

### Список літератури

1. Про затвердження Зразків військової форми одягу та загальних вимог до знаків розрізнення військовослужбовців та ліцеїстів військових ліцеїв. Наказ Міністерства Оборони України. Електронний ресурс: <https://ips.ligazakon.net/document/view/RE30915?an=709>.
2. Труси з трикотажного бавовняного кулірного полотна. Технічні умови ТУ 14.1-00034022-086:2015. Електронний ресурс: [https://www.mil.gov.ua/content/tenders/TO\\_trousers.pdf](https://www.mil.gov.ua/content/tenders/TO_trousers.pdf).
3. Фуфайка (з короткими рукавами) з трикотажного бавовняного кулірного полотна. ТУ У 14.1-00034022-081:2015. Електронний ресурс: [https://www.mil.gov.ua/content/tenders\\_2019/tu\\_f\\_bav.pdf](https://www.mil.gov.ua/content/tenders_2019/tu_f_bav.pdf).



## ДОДАТОК В



*IV International Scientific-Practical Conference  
20 October 2020  
Kyiv, Ukraine*

УДК 677.075:  
677.1/4:687.2

ГАЛАВСЬКА Л.Є.<sup>1</sup>, ПРОХОРОВСЬКИЙ А.С.<sup>2</sup>,  
ШВИДАНЕНКО О.А.<sup>3</sup>, КОТЮХ М.В.<sup>4</sup>

<sup>1, 4</sup> Київський національний університет технологій та дизайну,  
<sup>2, 3</sup> ТОВ «РА.ДА»

**ДОСЛІДЖЕННЯ СПОЖИВНИХ  
ВЛАСТИВОСТЕЙ БІЛИЗНЯНОГО  
ТРИКОТАЖУ З ПРЯЖІ З ВМІСТОМ  
ВОЛОКОН «DEO-W»**

***Мета.** Метою даної роботи є дослідження впливу введення у структуру еластомерної нитки на зміну споживних властивостей трикотажу, виробленого з пряжі з вмістом волокон «DEO-W».*

***Ключові слова:** волокна «DEO-W», функціональна білизна, білизняний трикотаж, трикотаж з еластомерною ниткою.*

***Постановка завдання.** Останнім часом споживачі все більше віддають перевагу саме функціональній натільній білизні. Адже в сучасних умовах насиченого подіями розпорядку дня споживач прагне, щоб натільна білизна забезпечила не лише комфорт і гігієну, а й виведення пароподібної вологи, усунення неприємних запахів людського тіла та антибактеріальний захист [1]. Це стало можливим за рахунок появи інноваційних видів пряжі та ниток з покращеною капілярною здатністю. Їх використання у виробництві функціонального трикотажу потребує проведення додаткових досліджень з визначення споживних властивостей.*

***Методи досліджень.** У роботі використано стандартизовані методи дослідження зміни лінійних розмірів після мокрих обробок, повітро- й паропроникності та релаксаційних характеристик трикотажних полотен.*

***Результати досліджень.** На сьогодні новим інноваційним видом сировини, що дозволяє виробленому з нього текстильному матеріалу виводити пароподібну вологу й при цьому мати антибактеріальну дію та нейтралізувати усі відомі види запахів людського тіла, є пряжа з вмістом поліефірних волокон «DEO-W». Дані волокна розроблені Південно-корейською корпорацією «ТСК» спільно з японським концерном «TORAY Group» [2]. В умовах промислових потужностей ПрАТ «Трикотажна фабрика «РОЗА» за сприяння ТОВ «РА.ДА» [3] у рамках Освітнього інвестиційно-технологічного кластеру легкої промисловості [4], до складу*

якого входить КНУТД, на однофонтурному круглов'язальному обладнанні 28 класу з використанням пряжі з вмістом волокон «DEO-W» вироблено два типи полотен: без (зразок 1) та з вв'язуванням (зразок 2) у петлі еластомерної нитки лінійної густини 2 текс. Основна пряжа лінійної густини 18,5 текс містить 49,5% бавовняних, 40% поліефірних «DEO-W» та 10,5% антистатичних ПАН волокон. Введення у структуру еластомерної нитки забезпечує пружні властивості трикотажу та формостабільність й високий ступінь облягання тіла при експлуатації натільної білизни з нього. Параметри розроблених зразків трикотажу наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Параметри структури дослідних зразків трикотажу

Номер зразка	Кількість петельних стовпчиків в 100 мм	Кількість петельних рядів в 100 мм	Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>
1	120	200	145±5
2	140	230	190±5

За результатами проведених досліджень встановлено наступні характеристики полотен: зміну лінійних розмірів після прання, релаксаційні характеристики, повітро- та паропроникність. Одержані результати вказують на те, що введення у структуру трикотажу еластомерної нитки призводить до зменшення рівня повітропроникності у 3,8 рази (рис.1). Однак при цьому слід зауважити, що рівень повітропроникності трикотажу з еластомерною ниткою знаходиться в межах норми для полотен білизняного призначення. Крім того, внаслідок введення еластомерної нитки паропроникність трикотажу знижується лише на 7% з 11,3 до 10,5 мг/см<sup>2</sup> за годину.



Рис. 1. Повітропроникність дослідних зразків трикотажу

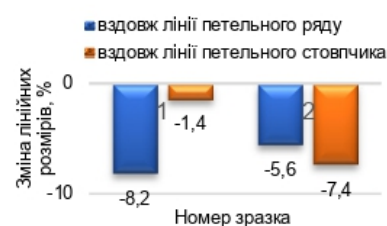


Рис. 2. Зміна лінійних розмірів дослідних зразків трикотажу

Результати дослідження зміни лінійних розмірів розроблених зразків трикотажу після прання (рис.2) свідчать про більший рівень усадки по довжині зразка 2. Важливим показником формостійкості трикотажу є його релаксаційні характеристики. Дослідження проведено відповідно до [5] на

релаксометрі типу «Стійка». Як видно з графіків (рис.3), введення у структуру трикотажу еластомерної нитки забезпечує покращення його пружних властивостей. Частка залишкової деформації зразка 1: по ширині – 0,25, по довжині – 0,17; зразка 2: 0,1 та 0,13 відповідно.

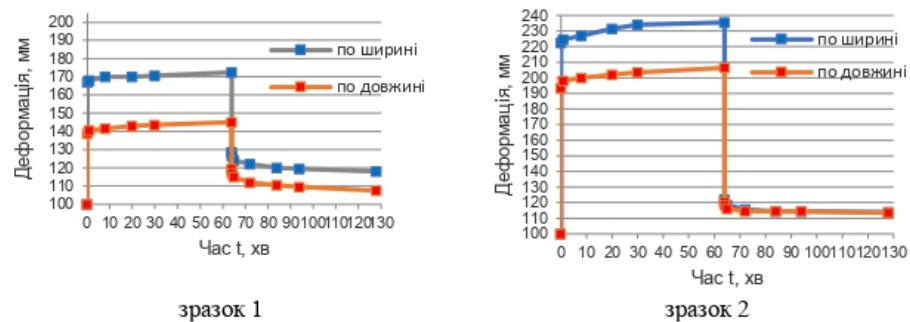


Рис. 3. Графіки деформації та релаксації деформації трикотажу

**Висновок.** Введення у структуру трикотажу, виробленого з пряді з вмістом волокон «DEO-W», еластомерної нитки сприяє покращенню споживних характеристик. Зокрема покращуються еластичні властивості, які забезпечують підвищення рівня ергономічності білизняного виробу за рахунок повторення геометрії поверхні тіла людини та збереження лінійних вимірів під час його експлуатації.

### Література

1. Коса Н. О. Аналіз асортименту термобілизни для військових / Н. О. Коса, С.Ю. Боброва // Тези доповідей XV Всеукраїнської наукової конференції молодих учених та студентів "Наукові розробки молоді на сучасному етапі". Т. 1: Секція "Нові наукомісткі технології виробництва матеріалів, виробів широкого вжитку та спеціального призначення": 28-29 квітня 2016 р. – К.: КНУТД, 2016. – С.127-128.
2. Офіційний сайт концерну [TCK Textiles Korea Inc.](http://www.tcktextiles.com/en/) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.tcktextiles.com/en/>
3. Офіційний сайт ТОВ «РА.ДА». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rada.company/ua/>
4. Офіційний сайт Кластеру легкої промисловості [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cluster.knutd.edu.ua/>
5. ГОСТ 8847-85. Методы определения разрывных характеристик при нагрузках, меньше разрывных. М.: Изд-во стандартов, 1986.