

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

**Факультет інженерії
Кафедра технологій легкої промисловості**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**до кваліфікаційної роботи
II освітнього рівня магістр**

спеціальності 182 Технології легкої промисловості

освітньої програми Технології легкої промисловості

на тему ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДО- ТА ВІТРОЗАХИСТУ ПАКЕТІВ

МАТЕРІАЛІВ

RESEARCH OF WATER AND WIND PROTECTION OF

PACKAGES MATERIALS

Виконав: здобувач
вищої освіти групи ТЛП-22дм

Тетяна КРАСАВІНА

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)



(підпис)

Керівник к.т.н., Олександр САРАНА
(науковий ступінь, ім'я та ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Завідувачка кафедри к.т.н., Галина РІПКА
(науковий ступінь, ім'я та ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Рецензент к.т.н., Сергій КУДРЯВЦЕВ
(науковий ступінь, ім'я та ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інженері

Кафедра технологій легкої промисловості

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки 18 Виробництво і технології

(шифр і назва)

Спеціальність 182 Технології легкої промисловості

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Галина РІПКА

« ____ » _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи:

Дослідження водо- та вітрозахисту пакетів матеріалів

спеціальне завдання:

керівник роботи Сарана Олександр Миколайович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 18.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи:

1) Матеріали різного призначення для захисту шведних виробів

2) Пакети матеріалів для захисту одягу від впливу води і вітру

3) Література по науковим дослідженням вивчення пакетів матеріалів

4) Покращення захисних показників пакетів захисних шарів

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1 Вступ

2. Аналіз сучасних проблем захисту швейних виробів від води та вітру

3. Теоритичні основи забезпечення водо- і вітрозахисту пакетів матеріалів

4. Вивчення водо- і вітрозахисних властивостей пакетів.....

5.

6.

5. Перелік графічного матеріалу (слайдів презентації):

1

2.

3.

4.

5.

6. Дата видачі завдання 25.09.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проектування | Термін виконання етапів | Примітка |
|-------|---|-------------------------|----------|
| 1 | Вибір та затвердження теми магістерської роботи | 25.09.23 | |
| 2 | Аналіз наукової літератури відповідно до обраної теми | 02.10.23 | |
| 3 | Написання та затвердження плану магістерської роботи | 16.10.23 | |
| 4 | Вступ | 23.12.23 | |
| 5 | Розділ 1 | 06.11.23 | |
| 6 | Розділ 2 | 20.11.23 | |
| 7 | Розділ 3 | 04.12.23 | |
| 8 | Формулювання та оформлення загальних висновків | 07.12.23 | |
| 9 | Анотація до роботи | 14.12.23 | |
| 10 | Подача оформленої роботи на перевірку | 18.12.23 | |

Здобувач вищої освіти


(підпис)

Тетяна КРАСАВІНА

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

(підпис)

Олександр САРАНА

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

Актуальність роботи. Сучасний розвиток науки і техніки ставить перед науковцями фундаментальних і практичних напрямків науки ряд задач по створенню товарів народного та промислового призначення, які б були екологічно чистими і мали високі споживчі показники [2].

Показники погодних умов є тісно взаємозв'язані між собою. Негативна дія холоду багатократно посилюється при дії вітру, який є небезпечним через свій охолоджуючий вплив [2]. Особливо швидко переохолодження організму людини відбуваються при дії вологи. Потрапляння вологого повітря у підодяговий простір, як і води на одяг, підвищує теплопровідність швейного виробу, що призводить до зниження його теплозахисних властивостей і до створення відчуття дискомфорту організмом людини [2].

Мета роботи. Підвищення захисних властивостей пакетів, виготовлених з різних текстильних матеріалів.

Об'єкт дослідження. Процес водо- і повітропроникності текстильних матеріалів швейних виробів.

Предмет дослідження. Пакети текстильних матеріалів з необхідними водо- і вітрозахисними властивостями.

Задачі дослідження:

- виконати аналіз існуючих методів захисту одягу від впливу вологи і вітру;
- визначити оптимальний склад і структуру пакетів для захисту від вологи і вітру в умовах помірно низьких температур;
- розробити методіку оцінки захисних властивостей пакетів матеріалів;
- дослідити захисні властивості розроблених пакетів;
- сформулювати рекомендації щодо використання створених захисних пакетів.

Методи дослідження. Використана загальна методологія системного підходу до проектування захисних пакетів. Застосовані стандартні методи оцінки фізико-механічних властивостей матеріалів.

Наукова новизна. Набула подальшого розвитку теорія проєктування пакетів текстильних матеріалів з необхідними захисними властивостями.

Практичне значення роботи. Покращено захисні показники пакетів для верхнього одягу за рахунок використання пористих плівкових прокладок, які виконують функції водо- і вітрозахисного шарів. Результати роботи впроваджені у навчально-методичне забезпечення кафедри технологій легкої промисловості Східноукраїнського національного університету імені Волоимира Даля.

Ключові слова: захисні пакети матеріалів, водотривкість, повітропроникність

SUMMARY

Key words: The modern development of science and technology presents scientists of fundamental and practical areas of science with a number of tasks to create goods for public and industrial purposes, which would be ecologically clean and have high consumer indicators [2].

Indicators of weather conditions are closely interconnected. The negative effect of the cold is multiplied by the wind, which is dangerous due to its cooling effect [2]. Hypothermia of the human body occurs especially quickly under the influence of moisture. Ingress of moist air into the undergarment space, as well as water on clothes, increases the thermal conductivity of the garment, which leads to a decrease in its heat-protective properties and to the creation of a feeling of discomfort in the human body [2].

The goal of the work. Increasing the protective properties of bags made of various textile materials.

Object of study. The process of water and air permeability of textile materials of sewing products.

Subject of study. Packages of textile materials with the necessary waterproof and windproof properties.

Research objectives:

- perform an analysis of existing methods of protecting clothing from the effects of moisture and wind;
- determine the optimal composition and structure of packages for protection against moisture and wind in conditions of moderately low temperatures;
- to develop a methodology for assessing the protective properties of material packages;
- investigate the protective properties of the developed packages;
- to formulate recommendations for the use of created protective packages.

Research methods. The general methodology of the system approach to the design of protective packages is used. Standard methods of assessment of physical and mechanical properties of materials are applied.

Scientific novelty. The theory of designing packages of textile materials with the necessary protective properties has gained further development.

Practical meaning of work. The protective performance of outerwear bags has been improved due to the use of porous film pads that perform the functions of waterproof and windproof layers. The results of the work are implemented in the educational and methodological support of the Department of Light Industry Technologies of the East Ukrainian National University named after Volodymyr Dahl.

Keywords: protective packages of materials, water resistance, breathability

ЗМІСТ

| | стор. |
|---|-------|
| ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ | 2 |
| АНОТАЦІЯ..... | 4 |
| ЗМІСТ..... | 8 |
| ВСТУП..... | 10 |
| РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПРОБЛЕМ ЗАХИСТУ ШВЕЙНИХ ВИРОБІВ ВІД ВОДИ ТА ВІТРУ | 11 |
| 1.1. Фактори, які впливають на водотривкість на повітропроникність..... | 11 |
| 1.2. Аналіз методів дослідження водозахисних властивостей матеріалів. | 20 |
| 1.3. Аналіз методів дослідження повітро-проникності текстильних матеріалів | 21 |
| 1.4. Аналіз методів дослідження гігієнічних властивостей матеріалів..... | 22 |
| ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1..... | 27 |
| РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВОДО- І ВІТРОЗАХИСТУ ПАКЕТІВ МАТЕРІАЛІВ | 28 |
| 2.1. Обґрунтування оптимального складу і структури водо- і вітрозахисних пакетів..... | 28 |
| 2.1.1. Матеріали для формування водо- і вітрозахисного шару..... | 27 |
| 2.2. Аналіз існуючих методів отримання пористих плівкових матеріалів та теоретичне обґрунтування можливостей їх структурної зміни..... | 31 |
| 2.3. Основи вивчення капілярності текстильних матеріалів та пороутворення в полімерних плівках..... | 33 |
| 2.4. Розробка методики отримання плівок необхідної пористості..... | 40 |
| ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2..... | 42 |
| РОЗДІЛ 3. ВИВЧЕННЯ ВОДО- І ВІТРОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПАКЕТІВ..... | 43 |
| 3.1. Вибір матеріалів та структури для водо- і вітрозахисних пакетів..... | 43 |
| 3.2. Методика оцінки водо- і вітрозахисних властивостей пакетів матеріалів | 45 |
| 3.3. Аналіз результатів досліджень водотривкості та повітропроникності захисних пакетів..... | 46 |
| 3.4. Практичне впровадження результатів дослідження..... | 47 |
| ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3..... | 49 |

| | |
|---------------------------------|----|
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ..... | 50 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 51 |

ВСТУП

Сучасні швейні вироби відіграють важливу роль в житті людини, оскільки їх метою задовільнення естетичних і утилітарних вимог споживача. Проте основною їхньою задачею є захист організму людини від впливу зовнішнього середовища, як у побутових, так і у виробничих умовах. У зв'язку з цим питання підвищення саме захисних функцій швейних виробів, в тому числі і одягу, є актуальним і потребу постійного вдосконалення [21].

Забезпечення захисту людини від впливу вологи і вітру є можливим за рахунок надання швейним виробам (пакетам матеріалів) вітро- і водозахисних властивостей. Сучасні світові технології дозволяють отримувати матеріали, які завдяки своїй специфічній структурі є спроможними захистити швейний виріб від дії вітру і води без значного погіршення його гігієнічних властивостей [2].

Таким чином, виготовлення захисних пакетів для одягу різного призначення у відповідності з реальними умовами їх експлуатації з одночасним збереженням гігієнічності є важливою задачею, вирішення якої не тільки сприятиме покращенню самовідчуття людини, збереженню її здоров'я, підвищенню працездатності і продуктивності праці, але й ще дозволить більш раціонально використовувати сировину і матеріали.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПРОБЛЕМ ЗАХИСТУ ШВЕЙНИХ ВИРОБІВ ВІД ВОЛОГ ТА ВІТРУ

1.1. Фактори, які впливають на водотривкість на повітропроникність

Основним показником спроможності текстильних матеріалів протистояти проникненню через них води є водотривкість.

Аналіз існуючих наукових праць з дослідження зазначеного фізико-хімічного процесу [3,12] дозволив зробити висновок про те, що водотривкість залежить, в основному, від структурної будови тканин (товщини, пористості тканини) і від вмісту складників сировинного складу, що впливає на ступінь їх гідрофільності або гідрофобності. У зв'язку з цим, при визначенні водотривкості зростає значення питомої ваги саме гідрофобних волокон у складі текстильних матеріалів. Наприклад, в роботі [8] викладено результати дослідження впливу переплетення і пов'язаних з ним показників будови тканин на сумарну вологопровідність при швидкості оточуючого повітря 3-10 м/с. Зазначені дослідження дозволили встановити, що характер переплетення ниток і показники будови не впливають на сумарну водопроникність поліефірних, бавовняних, бавовняно-лавсанових тканин. В той час, як віскозні тканини різних переплетень розрізняються між собою не тільки показниками зазначеної властивості, а й тривалістю встановлення сорбційної динамічної рівноваги в процесі вологопередачі, яка зростає зі збільшенням пористості тканини. Крім того, було встановлено, що вплив вітру на спроможність тканин видаляти вологу із осередку з підвищеної вологості залежить від характеру переплетення в них ниток.

При взаємодії тканин з водою значна її частина механічно утримується у міжволоконних і міжниткових макро- та мікропорах дією капілярних сил, що вказує на значущість впливу капілярності волокнистих матеріалів на їх водотривкість. Дослідженням питання що до ймовірної кореляції вологопровідних властивостей і повітропроникності тканин займалися Бартон А. і Едхолм О. Ці науковці визначили відсутність зазначеної кореляційної залежності в тому випадку коли спрямований рух

повітря над тканиною є відсутній. Це пояснюється різною фізичною сутністю процесу: рух повітря через тканину являє собою процес фільтрації, в той час як пересування вологи - процес дифузії. Разом з цим, Медведева Л., Казанцева Л.Б., Мірінгоф А.Л. і Склянников в.п. експериментально довели наявність лінійної кореляції між вологопробними властивостям. І повітропроникністю тканин в умовах вітру, а саме: кількість вологи, яку поглинає тканина у процесі вологопередачі при пересуванні повітря над зразком, зменшується при збільшенні швидкості вітру, в той час як при вітрі 3-10 м/с дослідний показник лишається на постійному рівні незалежно від виду переплетення тканин. Отримані дані дозволяють зробити висновок про те, що вміст складників сировинного складу дослідних тканин, в умовах рухомого повітря, не впливає на інтенсивність процесу вологопередачі [8].

Водотривкість тканин можна висловити у загальному вигляді як функцію [4]:

$$V_m = I(H_v, PП, \Phi П, nП, B), \quad (1.1)$$

де H_v - характеристика гідрофільності волокон, які складають тканину; $PП$ - розміри пор; $\Phi П$ - форма пор; $nП$ - кількість пор; B - товщина тканини.

Забезпечення захисту швейного виробу від води досягається за рахунок використання водонепроникних матеріалів, які виготовляють різними способами (рис. 1.1).

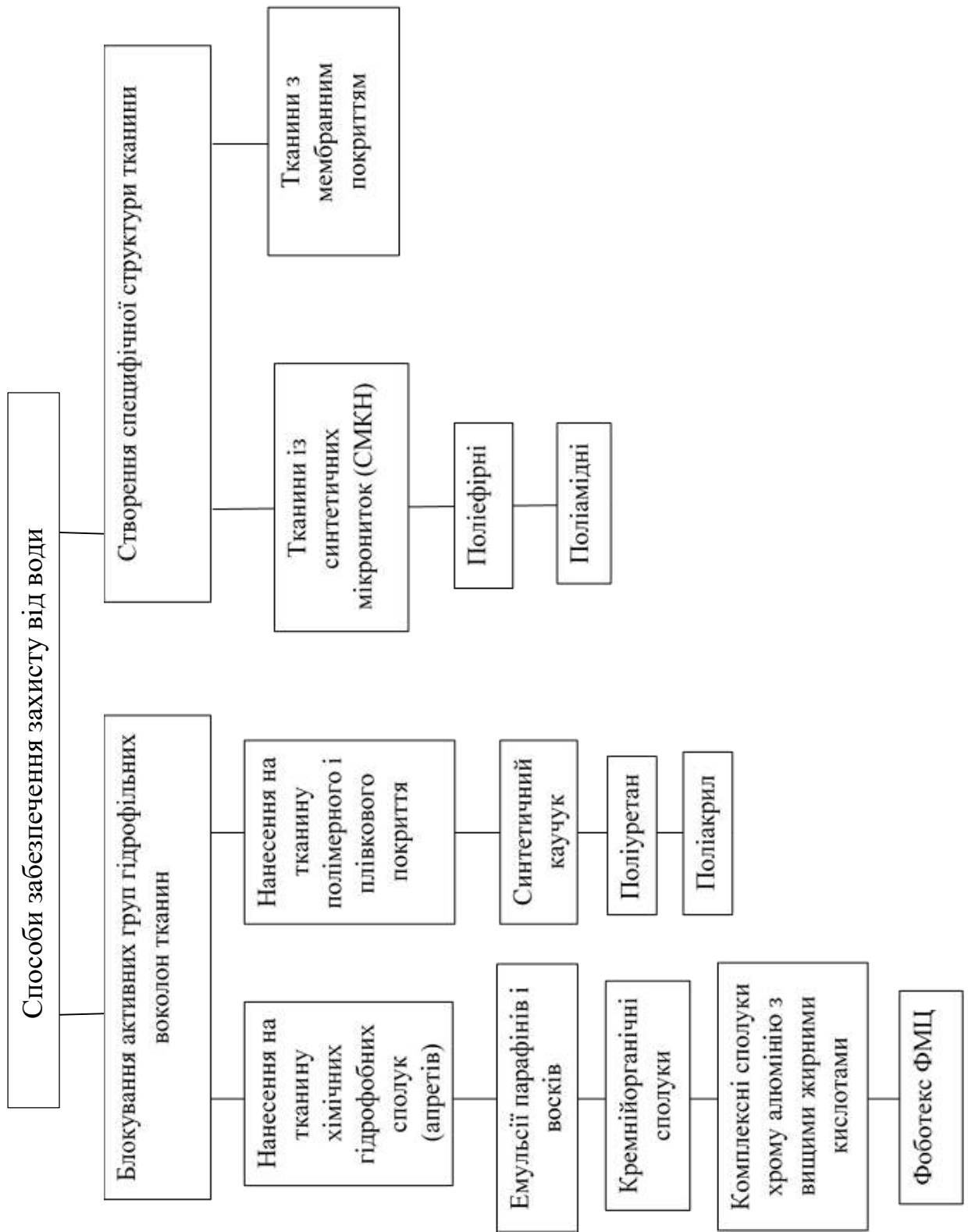


Рис. 1.1.Схема технологій надання водозахисту швейним виробів

Один з таких способів полягає у ізолюванні поверхні гідрофільних матеріалів від контакту з водою за рахунок обробки готових матеріалів спеціальними хімічними водовідштовхувальними розчинами таких хімічних гідрофобних сполук як емульсії парафінів і восків, комплексних сполук хрому і алюмінію з вищими жирними кислотами, кремнійорганічних сполук, фоботексів та ін. Другий спосіб передбачає нанесення на поверхню тканини суцільного полімерного покриття з поліуретану, поліефіру, поліакрилу, силікону, синтетичного каучуку та інших полімерів. Інший спосіб надання водотривкості полягає у використанні тканин із специфічною водонепроникною мікроструктурою.

Аналіз зазначених способів надання швейним виробам водозахисних властивостей дозволив визначити не тільки їх переваги, але і недоліки. Так, наприклад, використання матеріалів, що є оброблені апретами, дозволяє отримати достатньо ефективний захист від води при збереженні на певному рівні гігієнічних властивостей, оскільки повітропроникність текстильних матеріалів після апретування зменшується всього на 3-70/0. Проте недоліком таких матеріалів є те, що водозахисні апрети з часом, у процесі експлуатації швейного виробу під впливом таких зовнішніх факторів як тертя, світлопогода, хімічне чищення, прання тощо, руйнуються з поступовою втратою своїх захисних властивостей. Крім того, деякі апрети, наприклад, на основі фторорганічних олеофобних сполук, є досить дорогими і, крім того, спричиняють підвищене забруднення оброблених ними тканин, очищення від бруду яких є важким навіть при пранні. Суттєвим недоліком тканин з суцільним полімерним покриттям є низький рівень їх гігієнічних властивостей, що утворює відчуття таких матеріалів [9]. В останній час, при виборі способів надання водозахисту швейним виробам, враховуючі дискомфорт для організму людини при використанні виробів, перевагу рунтовно віддають матеріалам із синтетичних мікрониток і тканин з мембранним покриттям, які дозволяють захистити одяг від води без значного погіршення його гігієнічних властивостей [2]. Тканини із синтетичних поліефірних та поліамідних мікрониток мають щільність 0,1-0,03 текс та менше, що дозволяє не пропускати навіть краплі атмосферної вологи, розмір яких більший за розмір пор таких тканин, і, у зв'язку з

цим, не потребує спеціальної водозахисної обробки. Крім того, такі тканини мають порівняно високі гігієнічні властивості. Наприклад, тканина "Pertex" (США) на 1 см² матеріалу містить 4000 мікрониток та 100 тис. мікропор, при цьому зберігається достатня паропроникність, а тканина "Sofitex" (Франція), завдяки аналогічній будові, має водотривкість 2000 мм вод.ст. [8, 9]. Матеріали з мембранним покриттям, за рахунок спеціальної мікропористої структури, теж дозволяють досягти необхідного водозахисту. Таке покриття містить більше 1,4 млрд. мікроскопічних пор на кожному квадратному сантиметрі, при цьому діаметр однієї пори у 20000 разів менший за діаметр краплі води і у 700 разів більший за молекулу водяної пари. Частіш за все для мембранного покриття використовують спінений поліамід або поліетилен, які наносять на поверхню тканини методом електролізу [2, 9]. Проте треба зазначити, що практично всі сучасні матеріали з мікрониток і з водозахисним мембранним покриттям виготовляються за кордоном, а високотехнологічний рівень виготовлення вище зазначеної продукції впливає на відносно високий рівень її собівартості (від 50 \$ за 1 м² і вище). Через що такі матеріали використовуються лише для проектування одягу спеціального призначення, а їх використання для виготовлення швейних виробів широкого призначення на швейних підприємствах України унеможлиблюється.

Перелік розглянутих способів можна доповнити ще одним – надання водозахисту швейним виробам за рахунок збільшення кількості шарів пакету з матеріалів верху. Зазначений метод є малоефективний, оскільки збільшення кількості шарів пакету спричиняє зростання його жорсткості, маси і створює певні технологічні труднощі (наприклад, питання з'єднання всіх шарів пакету) при виготовленні швейних виробів [4].

Недоліки зазначених способів спричинили необхідність у створенні нових, більш ефективних і економічно обґрунтованих способів надання швейним виробам захисту від води.

Другим фактором впливу на тканину є вітер. Повітропроникність пов'язана із специфічною особливістю механізму проникнення повітря через тканину. Виходячи

з того, що основними шляхами руху повітря через тканину є вільні міжниткові і міжволоконні проміжки, повітропроникність можна висловити у вигляді функції [8]:

$$V_p = I P P, \phi n, \quad (1.2)$$

де $P P$ - розміри пор ; ϕn - форма пор; $n n$ - кількість пор;
 $P n o v$ - характер внутрішньої поверхні пор; B - товщина тканини.

При дослідженні повітропроникності тканин виникають певні складності, які пов'язані з визначенням взаємозв'язків між факторами будови і пористістю.

Разом із загальними характеристиками пористості велике значення мають розміри, форма, кількість пор, які суттєво залежать не тільки від кількості ниток по основі і утку, їх діаметру, кручення тощо, але і від деформації ниток в тканині.

Також слід зазначити, що на повітропроникність тканин впливають міжниткові пори, які містять наскрізні пори, що розташовані перпендикулярно до площини тканини і нахилені пори, що розташовані під різномаютними кутами нахилу. Характер переплетення ниток, число ниток по основі і утку, їх співвідношення можуть суттєво впливати на зміну площі поперечного перетину ниток в тканинах, що усвою чергу спричиняє зміну розмірів пор. Так, збільшення на 1% поверхневого наповнення тканини, яке перевищує 85%, спричиняє зменшення повітропроникності приблизно у 2 рази. В той час, як при зменшенні відсотку наповнення і збільшення лінійної пряжі повітропроникність зростає, що обумовлено не тільки збільшенням кількості наскрізних пор, а й зростанням площі кожної з пор.

Проте на повітропроникність впливає не тільки площа поперечного перетину наскрізних пор, але і довжина, яка залежить від товщини тканини, характеру деформації ниток. Форма поперечного перетину наскрізних пор наближена до квадратної або прямокутної і залежить, в основному, від співвідношення кількості ниток по основі і утку, виду переплетення. За даними Діаніча М.М. і Козміча Д.І. [13], розгалуження ллянолавсанових тканин по основі і утку на 10% супроводжується збільшенням їх повітропроникності на 45-114%. В той час, як

збільшення сумарної кількості ниток по основі і утку від 340 до 460 на 100мм спричиняє значне зменшення повітропроникності тканин. При цьому спостерігається зникання різниць у швидкості течії повітряного потоку через тканини, які різняться величиною щільності переплетення. Що до товщини тканини, то цей показник впливає лише на швидкість проходження повітря через об'єкт. Проте вплив величини товщини на повітропроникність не можна розглядати окремо від морфологічно- структурних параметрів тканин.

Таким чином, на повітропроникність тканин впливають саме ті ознаки, які відповідають за утворення в них кількості, форми і довжини пор, а саме: лінійна і поверхнева щільність тканини, її товщина, характер переплетення ниток [8, 13, 15].

Забезпечення захисту людини від вітру є можливим за рахунок надання швейним виробам вітрозахисних властивостей. Аналіз літературних джерел [4, 9, 11-15] дозволив визначити, що досягти цього можна способами, які за своєю суттю поділяються на дві основні групи (рис. 1.2).

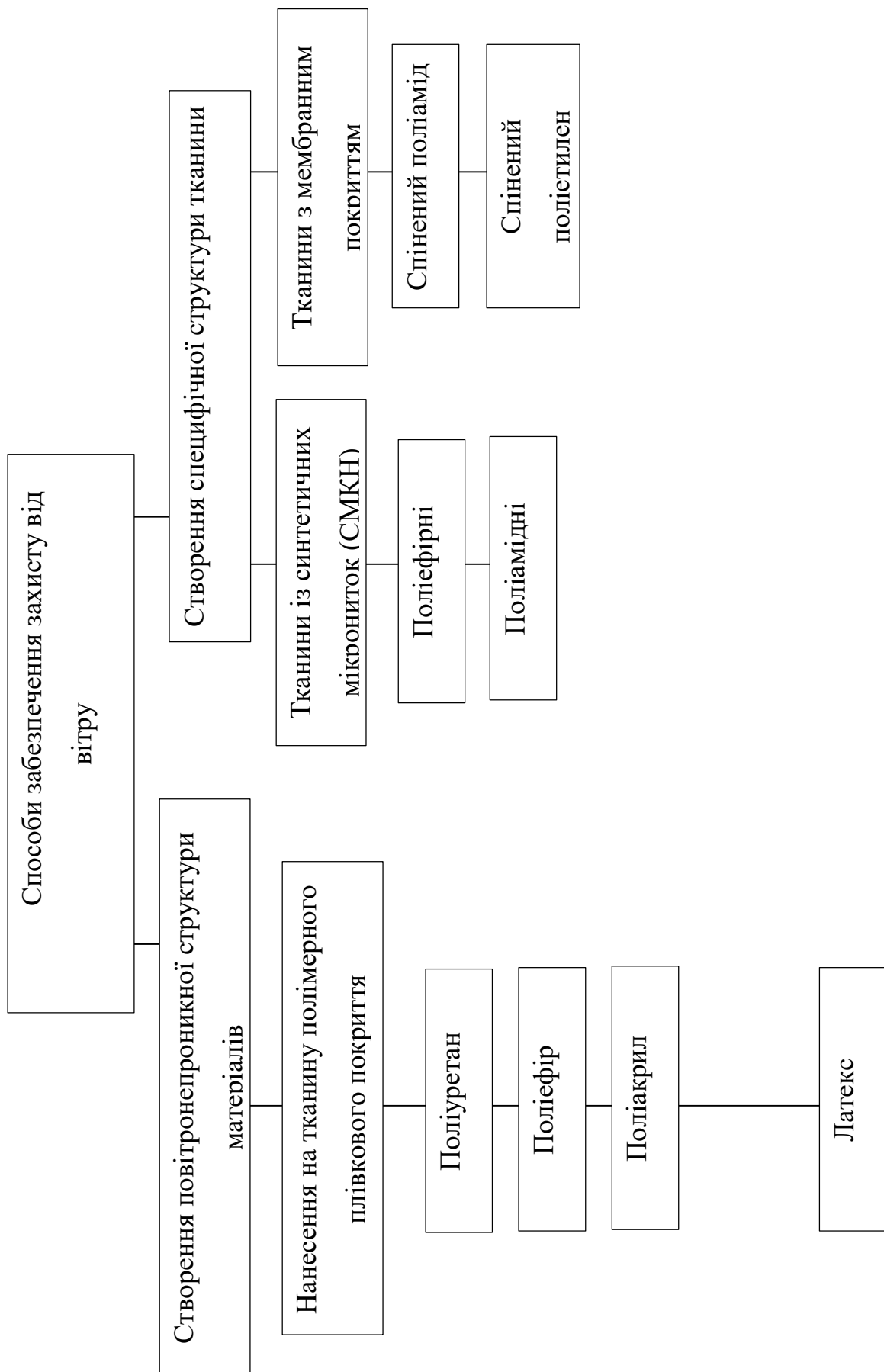


Рис. 1.2.Схема технологій надання швейним виробам захисту від вітру

До першої групи увійшли способи, які передбачають створення захисту від вітру за рахунок нанесення на поверхню текстильних матеріалів повітронепроникного полімерного або плівкового покриття. Для цього використовують покриття з поліуретану, поліефіру, поліакрилу, синтетичного каучуку, латексу та з інших полімерів, які унеможливають проникання через них повітря. Недоліком зазначених способів є те, що вони спричиняють значне погіршення гігієнічних властивостей швейного виробу, оскільки зменшення повітропроникності призводить до порушення теплового балансу у просторі під одягом і спричиняє виникнення відчуття дискомфорту [2, 14, 15].

До другої групи увійшли способи, які забезпечують вітрозахист швейних виробів за рахунок використання тканин із специфічною структурою. До них відносяться матеріали із синтетичних мікрониток і тканини з мембранним покриттям, специфічна мікроструктура яких дозволяє регулювати величину повітропроникності [5,9]. Наприклад, Gore-Tex (США) - матеріал, який складається з двох шарів і має коефіцієнт повітропроникності $V_p = 0,1 \text{ дм}^3 / (\text{см}^2 \cdot \text{т})$; верхній шар характеризується високою міцністю і стійкістю до стирання, внутрішній є мембраною із специфічною мікропористою структурою, завдяки якій і забезпечують високі вітрозахисні властивості тканини при збереженні достатньої паропроникності. Частіш за все для мембранного покриття використовують спінений поліетилен або поліамід [2, 9].

Проте необхідно зазначити те, що практично всі матеріали з водозахисним мембранним покриттям виготовляються за кордоном, що впливає як на їхню ціну, так і на собівартість швейних виробів, в яких вони можуть бути використаними

1.2. Аналіз методів дослідження водозахисних властивостей матеріалів

Методи дослідження водозахисних властивостей пакетів матеріалів полягають у визначенні спроможності протистояти проникненню через них води із зовнішнього осередку. При цьому за основний критерій оцінки водозахисту приймають такий показник як водотривкість $W_{t,c}$ [25]. Визначення водотривкості може бути виконане методом пенетрометра, методом кошеля, методом кошеля пенетрометра [11].

Аналіз зазначених методів показав, що вони мають певні недоліки.

Наприклад, недоліком визначення водотривкості методом пенетрометра є короткочасність контакту об'єкту досліджень з водою. Крім того, зазначений метод є багатостадійним, оскільки передбачає виконання значної кількості випробувань для визначення такого максимального гідростатичного тиску, під дією якого на зовнішній поверхні елементарної проби матеріалу або виробу з'являється задана кількість крапель води. До недоліків проведення досліджень методом кошеля треба віднести те, що він є тривалим за часом (до 24 годин) і потребує значних витрат матеріалів що досліджуються. Крім того, методика проведення визначення водозахисних властивостей зазначеним методом передбачає проведення попередньої підготовки проб матеріалів (звертання їх трубкою за основою і скручування у середину тричі в один бік і тоичі у протилежний напрямок з наступним повторюванням зазначених дій, але вже у напрямку утоку), що спричиняє певного порушення їх первинної жорсткості і товщини.

Визначення водотривкості методом кошеля-пенетрометра виконують для дослідження лляних, напівлляних та бавовняних тканин [12]. Методика проведення випробувань полягає у визначенні такого максимального тиску, при якому на поверхні елементарної проби не з'являться краплі води. Такий метод, у порівнянні з розглянутими, є найбільш ефективним, оскільки дозволяє отримати комплексну інформацію про об'єкт досліджень.

1.3. Аналіз методів дослідження повітро-проникності текстильних матеріалів

Сутність створення вітрозахисту пакету швейного виробу полягає у регулюванні його повітропроникності, яка є спроможністю матеріалів або виробу пропускати повітря і характеризується коефіцієнтом повітропроникності V_p , $\text{дм}^3 \text{1(м}^2/\text{с)}$ [9].

За критерій оцінки вітрозахисту обрано величину повітропроникності, межі якої обумовлені підтриманням необхідного рівня термобалансу у підодяговому просторі. Для забезпечення необхідної термоізоляції коефіцієнт повітропроникності матеріалу верху пакету не повинна перевищувати $40 \text{ дм}^3/\text{1(м}^2/\text{с)}$ при швидкості повітря, яка є меншою $2,5 \text{ МПС}$ і $7-10 \text{ дм}^3/\text{1(м}^2/\text{с)}$ при швидкості повітря, яка перевищує $2,5 \text{ м/с}$ [15].

Аналіз методів дослідження повітропроникності показав, що вони ґрунтуються на визначенні кількості повітря, яке пройшло через пробу матеріалу або виріб за певний час. Прилади для визначення зазначеного показника працюють за принципом утворення з обох боків елементарної проби певного перепаду тиску, в результаті чого повітря рухається через об'єкт дослідження. Частіш за все V_p визначають при перепаді тисків $p = 5 \text{ мм вод.ст. (49 Па)}$, що відповідає перепаду тисків у просторі під одягом і оточуючим повітрям у кліматичних умовах середньої смуги колишнього СРСР, де швидкість повітря не перевищує $8-10 \text{ м/с}$ [15].

В залежності від способу подачі повітря розрізняють прилади двох типів.

В приладах першого типу розрідження в робочій камері, яка покрита дослідним матеріалом, досягається за рахунок злиття води з ємності; яка під'єднана до цієї камери, у результаті чого повітря з оточуючого осередку через матеріал потрапляє всередину камери. За таким принципом працює, наприклад, прилад Дерягіна Н.С. для визначення повітропроникності натуральних і штучних шкір, який, у відповідності до ГОСТ 938.18-70 [7], є стандартний. Загальним недоліком приладів першого типу є те, що при проведенні за їхньою допомогою випробувань тканин, трикотажних і нетканих полотен не вдається створити суттєве

розрідження повітря, через що прилади цього типу для визначення повітропроникності перелічених матеріалів використовуються рідко.

В приладах другого типу розрідження в робочій камері здійснюється за допомогою всмоктуючого мотору або вентилятора. Визначення повітропроникності матеріалів виконується на приладі ВПТМ-2, або на АТЛ-2, які відносяться до приладів другого типу. До недоліків, зазначених приладів треба віднести те, що вони мають певні обмеження щодо чутливості визначення повітропроникності матеріалів, які мають дуже малу або значну поверхневу густину. До того ж, отримані результати випробувань не є абсолютними за значенням і потребують додаткового опрацювання за допомогою спеціальних таблиць.

Крім вище розглянутого обладнання, на увагу заслуговує новий прилад по визначенню повітропроникності текстильних матеріалів, натуральних і штучних шкір [7], дія якого полягає у створенні перепаду тиску в робочій камері за рахунок вакуумного розрідження. Перевагою приладу є те, що він дозволяє вимірювати повітропроникність не тільки в текстильних, а і в шкіряних матеріалах. Це стало можливим за рахунок того, що зазначений прилад спроможний регулювати величину перепаду тисків по обидві сторони дослідних матеріалів за рахунок створення вакуумного розрідження різної величини, на відміну від ВПТМ-2, робить непотрібним використання набору змінних столиків з отворами різної площини і відповідних притискних кілець при проведенні випробувань. Крім того, підключення до приладу ПЕОМ надає можливість безперервного спостереження за кінетикою проходження повітря скрізь проби матеріалів та з відображенням на моніторі електрообчислювальної машини.

1.4. Аналіз методів дослідження гігієнічних властивостей матеріалів

Аналіз результатів існуючих науково-дослідних робіт [7,14,16], присвячених вивченню процесу повітропроникності пакетів матеріалів показав, що на зазначений показник суттєво впливають наступні фактори: товщина пакету,

кількість повітряних прошарків і величина їхньої товщини, порядок розташування шарів, які різняться своїм призначенням, структурою і повітропроникністю, величини перепаду тиску по обох сторонах матеріалів.

Товщину пакетів, які мають значні лінійні розміри, зазвичай характеризують сумою товщини шарів, які складають пакет. Проте товщина пакету практично завжди є декілька більшою за суму товщини його шарів. Це обумовлено наявністю контактних повітряних матеріалів в пакеті. У відповідності до результатів досліджень, викладених у роботі [17], середнє значення різниці між виміряною і розрахунковою товщиною не перевищують 10% і знаходяться на рівні припустимої похибки випробувань при вимірюванні товщини [17].

Характер впливу шарів на повітропроникність пакетів, які утворено з матеріалів, що різняться за своїм призначенням, видом переплетенням і вмістом сировинних складників., є значно складнішим, ніж пакетів, які складаються з одного й того ж самого матеріалу. Ступінь впливу повітропроникності кожного шару на повітропроникність пакету залежить від рівня і інтервалів варіювання зазначеного показника кожного з шарів. Слід зазначити, що при зменшенні повітропроникності шарів відбувається зниження різниці повітропроникності і всього пакету. Колесніковим П.А. було встановлено, що збільшення кількості шарів пакету, наприклад, з того ж самого матеріалу, спричиняє зменшення величини коефіцієнта повітропроникності V_p , що пов'язано не тільки з пористістю складових пакету, а й з наявністю повітряних прошарків між складовими зазначеної сукупності матеріалів.

Вплив повітряних прошарювань між складовими пакету на його повітропроникність не перевищує 3-5%, а залежність коефіцієнта повітропроникності V_p від товщини повітряного прошарку T_n , наприклад, для двошарового пакету є наступною [9]:

$$V_p = a - b T_n + c m^2 П, \quad (1.3)$$

де - a , b і c - емпіричні коефіцієнти, які залежать від складу пакетів.

Максимальне відхилення повітропроникності зазначених пакетів при збільшенні товщини прошарку повітря в межах 0,25-1,5 см від коефіцієнта повітропроникності V_p пакетів з щільно прилеглими шарами не перевищує 10%. Найменшою повітропроникністю характеризуються пакети, в яких товщина повітряних прошарків не перевищує 0,5 - 0,75 см, а максимально повітропроникними є пакети з товщиною повітряного прошарку $2,46 \pm 0,17$ см [1; 2].

Що до визначення впливу на повітропроникність пакету послідовності розташування його складових, які різняться своєю будовою і призначенням, то, на наш погляд, найбільш цікавими є результати досліджень, проведених Шадриним В.І., Сухаревим М.І. і Крячковим Л.В. [1]. Зазначені науковці експериментально довели, що повітропроникність суттєво залежить як від розмірів наскрізних повітрянозахисної прокладки (V_p зростає при зменшенні діаметра наскрізних пор при постійній наскрізній пористості), так і від її місця розташування у пакеті.

На здатність пакету протистояти дії води, в першу чергу, впливають пористість і хімічний склад верхнього шару, який безпосередньо вступає у контакт з водою і унеможливує проникання її в середину пакету. У протилежному випадку, водонепроникність об'єкту досліджень буде визначатись пористістю і гідрофобністю кожного наступного шару.

Гігієнічні властивості пакетів в більшій мірі визначаються відповідними властивостями їхніх складових. До найважливіших гігієнічних властивостей відноситься повітропроникність показники гігроскопічності об'єктів дослідження, оскільки саме вони забезпечують утворення необхідного комфортного мікроклімату під пакетом за рахунок видалення зайвої пароподібної вологи і крапельно-рідинної вологи з поверхні тіла людини, а також створюють повітрообмін у підодяговому просторі.

При визначенні гігроскопічних властивостей текстильних матеріалів виконують дослідження вологості, гігроскопічності, вологовіддачі, вологовбирання і капілярності [11].

Методи визначення показників гігроскопічних властивостей можна поділити на прямі і непрямі. Прямі методи ґрунтуються на відділенні вологи від об'єкту дослідження і від'ємному визначенні їхньої маси. До них відносяться: метод висушування проби до постійної маси (стандартний метод); методи екстрагування вологи із матеріалів, які здатні поглинати воду; дистиляційний метод. Непрямі методи ґрунтуються на вимірюванні такої фізичної величини, яка є функціонально пов'язана з вологістю матеріалу. До таких методів відносять: кондуктометричний метод, який передбачає зміну електроопору датчика у залежності від вологості матеріалу; ємкісний метод, який ґрунтується на вимірюванні діелектричних властивостей об'єктів дослідження в залежності від вмісту вологи.

Аналіз вище розглянутих методів показав, що в багатьох випадках вони є матеріалоемними, багатостадійними і тривалими за часом, а точність отриманих результатів залежить від таких суб'єктивних факторів, як технічний рівень відповідного дослідного обладнання, дотримання умов проведення досліджень і рівня підготовки персоналу, який виконує випробування.

Аналіз методів по визначенню гігроскопічності дає можливість зробити висновок про те, що найбільш методично і технічно забезпеченим є визначення капілярності. Враховуючи це, а також беручи до уваги те, що процес капілярного підняття рідини в текстильних матеріалах пов'язаний із багатьма показниками об'єктудосліджень (вид будови переплетення, сировинний вміст, товщина ниток, наявністьнаправлення основи і утку, товщина матеріалу, поверхнева густина, вид оздоблення тощо).

Визначення капілярності текстильних матеріалів виконується за допомогою спеціальних приладів - капіляриметрів, до найбільш відомих з яких можна віднести капіляриметр Волкової, Каменського, Оркіна, Порхаєва, Дерягіна, Кавказова та ін. [15,18,27], в основу роботи яких покладено принцип взаємодії дослідного матеріалу і стовпа рідини. Зазначений принцип покладено [11], завдяки якому авторами наукових праць [8,10,13,25,27] були встановлені основні фактори, які впливають на капілярність волокнистопористих матеріалів. Проте, на наш погляд, зазначений стандарт має певні недоліки. Наприклад, дослідження капілярності

Детальний аналіз кривих, якими автори вище зазначених наукових праць описують залежність висоти капілярного підняття рідини пробами волокнистих матеріалів від часу випробування, дозволив виявити те, що у криві не закінчуються прямою лінію, яка б дозволила стверджувати про вихід капілярного процесу на стаціонарний режим.

Аналіз існуючих капіляметрів показав, що не зважаючи на різноманітність їхнього конструктивно-технічного рішення, зазначені прилади мають такі загальні суттєві недоліки, як відсутність автоматизованого контролю за зміною висоти капілярного підняття рідини в елементарній пробі волокнистих матеріалів і спроможність проведення випробувань тільки з електропровідними рідинами. Так, наприклад, в роботі [20] викладено матеріал про варіант нового капіляриметру, технічне рішення якого дозволило, на певному рівні, автоматизувати процес спостереження за кінетикою капілярного підняття рідини в пробах текстильних матеріалів.

Таким чином, недоліки стандартної методики і недосконалість існуючого обладнання по визначенню капілярності текстильних матеріалів потребує створення нової методики проведення досліджень і розробки відповідного сучасного обладнання для її реалізації.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

1. Аналіз літературних джерел показав, що на сьогоднішній день проблема створення комфортного підодягового мікроклімату в умовах підвищеної вологості і вітру лишається актуальною. Вирішення зазначеної задачі утруднюється необхідністю збереження гігієнічних властивостей швейних виробів при поліпшенні рівня їх захисних властивостей.

2. Аналіз процесу проникання вологи і повітря через текстильні матеріали дозволив зробити висновок про те, що на інтенсивність їх проходження впливає цілий комплекс факторів, які, в основному, пов'язані з показником проникності волокнистих систем. У відповідності до цього, створення захисту швейних виробів від впливу вологи і вітру, з обов'язковим збереженням певного рівня гігієнічних властивостей, пропонується виконувати за рахунок регулювання величини водо- і повітропроникності пакетів матеріалів, які різняться соєю структурою, вмістом складу сировинних складників і функціональним призначенням.

3. Аналіз методів визначення гігроскопічних властивостей текстильних матеріалів показав, що саме капілярність найбільш тісно пов'язана з хімічною природою і структурними особливостями волокнистих матеріалів. У зв'язку з цим, при виготовленні водо- і вітрозахисних пакетів, пропонується за основний показник гігроскопічних характеристик матеріалів прийняти капілярність, яка найбільш адекватно характеризує об'єкти дослідження.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВОДО- І ВІТРОЗАХИСТУ ПАКЕТІВ МАТЕРІАЛІВ

2.1. Обґрунтування оптимального складу і структури водо- і вітрозахисних пакетів

Мінімальною кількістю шарів любого пакету є два, наприклад, матеріал верху (основний матеріал) і підкладка. Саме така комбінація складових пакету матеріалів вже є спроможною захистити, на певному рівні, людину від шкідливих погодних або виробничих умов [2,14,16]. Оскільки проникність пакетів матеріалів, в основному, залежать від їх пористості, то надати їм необхідний захист від води і вітру можна за рахунок залучення до складу пакету додаткового шару, який дозволить регулювати величину проникання води і повітря у підодяговий простір.

Враховуючи те, що ефективність видалення вологи поверхнею тіла людини зменшується по мірі зниження повітропроникності і вологопровідності, що у свою чергу призводить до зменшення втрат тепла випаровуванням, а значить і до підвищення теплового навантаження на організм користувача, до складу пакету необхідно ввести ще один додатковий шар - сорбційний, який завдяки своїм високим гігроскопічним властивостям буде вбирати зайву вологу з поверхні тіла людини.

У випадку, коли водозахисний пакет передбачається використовувати в помірно низьких температурах, до його складу необхідно додати шар з утеплювального матеріалу, наприклад з синтапону.

До складу захисного пакету як додаткові, а саме, водо-вітрозахисного і сорбційного. у відповідності до існуючих результатів експериментальних досліджень [1,10,14], тепловий опір пакету і його спроможність протистояти проникненню через нього вологи і вітру є максимальним тоді, коли захисний шар знаходиться безпосередньо під матеріалом верху. що до місця розташування у пакеті сорбційного шару, то, беручи до уваги його функціональне призначення, зазначену складову необхідно розташувати безпосередньо перед підкладкою

захисного пакету. Таким чином сорбційний шар є передостаннім. в структурі пакету.

Оскільки основною задачею зазначеного шару є вбирання зайвої вологи з поверхні тіла людини і утримування її в собі, то показники гігроскопічності такого матеріалу повинні бути найвищими по відношенню до інших складових пакету. В протилежному випадку волога буде вбиратися матеріалами інших шарів, що призведе до порушення термобалансу і створенню дискомфорту у підодяговому просторі. Сорбційний шар повинен мати високу повітропроникність і мінімальну товщину, оскільки величина останнього суттєво впливає на товщину, жорсткість і вагу пакету в цілому.

Фізико-гігієнічні властивості основних груп матеріалів, які, а наш погляд, можуть розглядатися як сорбційний шар захисних пакетів приведено у табл.2.1 [1].

Таблиця 2.1

Фізико-гігієнічні властивості матеріалів для сорбційного шару захисних пакетів

| Волокнистий склад | Повітро-проникність дм ³ / (м ² -с) | Гігро-скопичність, ність, | Волого-провідність, ність, | Паропроникність, г/(м ² .год) | Водопоглинання, % |
|-------------------|--|------------------------------|-------------------------------|---|----------------------|
| Бавовняна | 300- | 9- | 98- | 56 | 58-120 |
| з натурального | 180- | 10- | 90- | 56 | 65-75 |
| Ацетатна | 150- | 5-7 | 80- | 56 | 42-54 |
| Триацетатна | 150- | 5-7 | 80- | 56 | 42-54 |
| Лляна | 120- | 11- | 105- | 56 | 68-106 |
| Напіввовняна | 120- | 5- | 66- | 56±2 | 62-75 |
| Поліамідна | 110- | 3-4 | 56 | 56 | 15-22 |
| Вовняна | 100- | 11- | 90- | 56+4 | 70-94 |
| Віскозна | 90- | 14- | 100- | 56 | 68-82 |

Аналіз гігроскопічних властивостей матеріалів (табл.2.1) дозволив зробити висновок про те, що у відповідності до сформульованих вище вимог, як сорбційний шар для водо- і вітрозахисних пакетів пропонується використовувати матеріали ацетатної та триацетатної груп, які, на відміну від інших, мають високу повітро-, волого- і паропроникність, значне водопоглинання і гігроскопічність [1, 24].

При виборі матеріалів для водо- і вітрозахисного шару необхідно враховувати їх відповідність наступним вимогам: незначні товщина і жорсткість; структура будови шару повинна забезпечувати проникність тільки за допомогою наскрізних пор. Як захисні засоби від впливу води і хімічно активних речовин, використовують три основні групи полімерних плівок: поліамідні, поліетиленові і полівінілхлоридні, які різняться між собою способом виготовлення і фізико-механічними властивостями [21]. в таблиці 2.2 наведено розгорнуту характеристику основних фізико-механічних властивостей деяких полімерних плівок вітчизняного виробництва [21].

Таблиця 2.2

Основні фізико-механічні властивості полімерних плівок

До переваг плівок поліамідної групи треба віднести їхні фізико-механічні показники, серед яких треба відзначити високу зносостійкість, значну гнучкість і

| Показник | Назва групи полімерних плівок | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|----------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| | Поліамідна | | Поліетиленова | | Полівінілхлоридна | |
| | Поліамід 6 | Поліамід 12 | Поліетилен низької щільності | Поліетилен високої щільності | Тверда | Пласти- фікована плівка |
| Щільність, г/см ² | 1,13 | 1,04 | 0,919- 0,929 | 0,94- 0,96 | 1,37- 1,45 | 1,2-1,6 |
| Відносне подовження, | 250- 500 | 250- 400 | 300- 600 | 200- 800 | 30- 50 | 150- 300 |
| Температура плавлення, Ос | 93-213 | 180 | 108-112 | 125-135 | 75-110 | 90-130 |
| Вологопоглинання (за 24 год.), % | 9,5 | 0,8-1,2 | 0,01 | < 0,01 | 0,1-0,5 | — |
| Діелектрична проникність | — | — | 2,2-2,3 | 2,0-2,3 | 3,2-4,0 | 4,2-4,5 |
| * Морозостій - Примітка: * - | до - 73 ні умови. | - 45 | - 70 | - 70 | — | — |

опірність зламу, стійкість до впливу лугів і органічних розчинників. Крім того, полімерні плівки на основі модифікованих поліамідів мають виняткову

водостійкість. Основним недоліком плівок зазначеної групи є сприятливість до впливу кислот.

Перевагами плівок поліетиленової групи є їхня стійкість до низьких температур, висока міцність, хімічна стійкість (особливо до мінеральних кислот і лугів). Крім того, зазначені плівки практично волого- і паронепроникні і є діелектриками в широкому інтервалі частот і температур. Недоліками полімерних плівок є низька термостійкість, недостатня стійкість до впливу олій на поліетиленову плівку, яка має незначну щільність, низьке вологопоглинання високу морозостійкість (табл.2.2).

При цьому у складі матеріалів поліетиленової плівки відбуваються зміни її суцільної структури на пористу.

2.2. Аналіз існуючих методів отримання пористих плівкових матеріалів та теоретичне обґрунтування можливостей їх структурної зміни

Існуючим методам отримання полімерних матеріалів з пористою структурою притаманні суттєві недоліки як: багатостадійний та енергоємний технологічний процес їх отримання, оскільки пороутворення здійснюється безпосередньо на етапі виготовлення полімерних плівок, що потребує наявності відповідного промислового устаткування, значних витрат енергоресурсів та часу, що, безперечно, впливає на собівартість їх отримання; використання для пороутворення хімічних речовин, частина з яких залишається у товщині полімеру навіть після ретельного їх вимивання, що звужує практичне використання такої пористої плівки за призначенням, і може завдавати шкоди навколишньому середовищу.

Перелічені недоліки відомих методів з отримання пористих плівок вказують на необхідність створення нових, більш досконаlih, а саме таких, які передбачають використання екологічно чистих та енерго- і ресурсозберігаючих технологій.

На рис.2.1. зображена термокінетична крива високомолекулярного тіла, в даному випадку полімеру, на якій є три ділянки, які відповідають трьом температурним інтервалам-проміжкам [21].

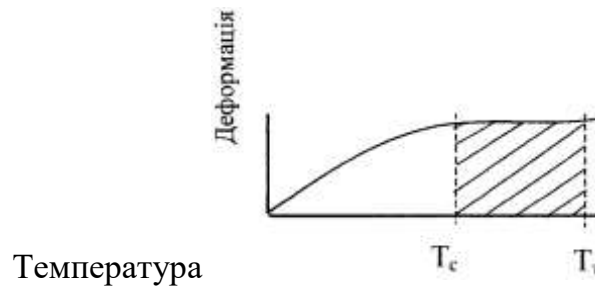


Рис. 2.1. Термокінетична крива високомолекулярного тіла

Перший з них характеризує склоподібний стан полімеру до температури склоутворення. Наступна ділянка відповідає високоеластичному стану полімеру і посідає інтервал між температурою текучості T_t (на рис.2.1. є заштрихованим). Цей стан характеризується значною зміною ступеня деформування полімеру, тобто у різкій зміні модуля пружності. Таким чином, перехід термопластичного матеріалу з одного стану до іншого відбувається поступово, тому поняття "температура склоутворення" і "температура текучості" відповідають не чітко фіксованим точкам, а певним температурним інтервалам [21]. Відповідно до цього можна зазначити, що процес пороутворення в готових плівках треба виконувати на тій технологічній стадії, коли полімер знаходиться у в'язкотекучому стані, після чого, завдяки зниженню температури, він має можливість повернутися до свого первинного склоподібного стану.

В останній час інтенсивно використовуються наукові дослідження, які передбачають залучення електрофізичних методів з метою скорочення тривалості теплової обробки будь-яких матеріалів. При цьому необхідно визначити, що одним з найефективніших і перспективних шляхів рішення проблем цього напрямку є використання енергії електромагнітного поля надвисокочастотного (НВЧ) діапазону.

При взаємодії змінного електромагнітного поля з об'єктами, які являють собою діелектрики, відбувається перетворення енергії поля у тепло. Оскільки напруженість поля обмежена електричною міцністю діелектрика, то для прискорення нагріву. Підвищують частоту електромагнітних коливань до 2450 МГц, що дозволяє отримувати високу швидкість нагріву за необхідних розмірів матеріалів, які обробляють.

Виходячи з того, що хімічні реагенти, які використовуються для отримання пористих плівок, є дорогими, а їхнє використання є екологічно-небезпечним, то виконання часткового механічного руйнування полімеру пропонується виконувати за рахунок вакуумного розрідження, до беззаперечних переваг використання якого можна віднести наступне: простота способу і екологічна чистота технології отримання розрідження; можливість регулювання величини розрідження.

2.3. Основи вивчення капілярності текстильних матеріалів та пороутворення в полімерних плівках

Беручи до уваги те, що капілярність є складовою комплексу показників, які дозволяють описати процес взаємодії води з текстильними матеріалами, виникає необхідність у більш поглибленому дослідженні капілярності.

Частіше за все, процес капілярного підняття рідини в пористих системах (особливо, в текстильних матеріалах) розглядається як її потік, що проходить безпосередньо в капілярах і, згідно закону Пуазейля, рушійною силою при цьому вважається різниця між капілярним та гідростатичним тиском.

Якщо це прийняти за основу, то максимальне капілярне підняття ($h_{\text{мак}}$) рідини у волокнисто-пористій системі можливе тільки при умові, коли капілярний та гідростатичний тиск рівні між собою.

Вказані умови зберігають свою сутність при горизонтальному розміщенні проби, а в разі вертикальної чи іншої її орієнтації, з допомогою згаданих формул можна описати тільки початковий період капілярного процесу. Кінетика переміщення рідини в даному випадку має характер асимптотичної квадратичної

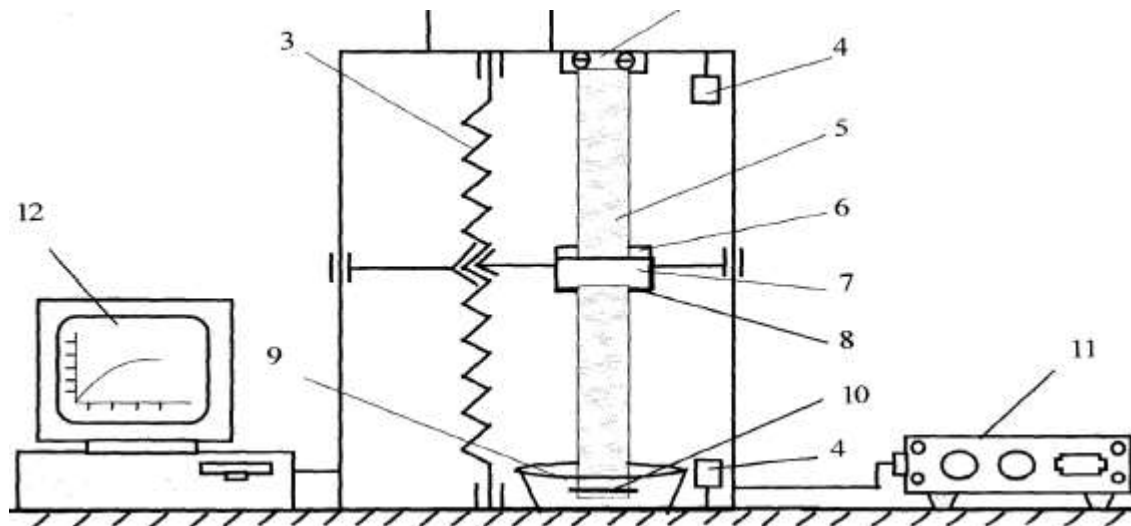
залежності. Окрім того, оскільки величину еквівалентного радіуса капіляр через неправильну форму міжволоконних пор теоретично розрахувати неможливо, а величина крайового кута змочування не має постійного значення і залежить від швидкості підняття рідини.

Якщо проаналізувати результати, отримані з використанням дистильованої води, тканини (виготовлена з 100% бавовняних волокон) і скляних капіляр, то слід зазначити, що раніше сформульована прямолінійна залежність між вказаними величинами спостерігається тільки для останніх. При цьому необхідно відзначити, що швидкість підняття води в скляному капілярі, в порівнянні з іншими зразками, проходить миттєво і за 1,7 ... 3,2 с (в залежності від його діаметра) висота підйому не тільки набуває максимального значення (27,0 .. 42,0 мм) але і незмінною в часі.

Як можна бачити процес капілярного підняття рідини в пробі матеріалу не закінчився через 60 хв ($h = 161,0$ мм), а тривав на протязі ще 15 хв. Тобто, у випадку припинення випробування у момент закінчення часу, що регламентований ГОСТ 3816-81, результати дослідження відрізнялися б від остаточних на 7,0 мм. Така розбіжність результатів є суттєвою і неприпустимою, оскільки згідно до зазначеного стандарту визначення висоти капілярного підняття рідини пробами текстильних матеріалів виконують з точністю до 1 мм. Тому, на нашу думку, є доцільним переглянути стандартний час проведення випробувань (60 хв) і збільшити його, наприклад, до 90 хв, що дозволить визначати дійсну капілярність текстильних матеріалів.

З метою підвищення точності вимірювання основних показників капілярного процесу, розроблено капіляриметр ВКВ- ТМ (рис.2.2). Вирішення задачі підвищення точності результатів вимірювання, на зазначеному приладі, вирішена за рахунок здійснення постійного автоматизованого контролю за висотою капілярного підняття рідини пробами текстильних матеріалів [28].

Дія приладу, на відміну від існуючих капіляриметрів, побудована на здатності інфрачервоного (ІЧ) випромінювання змінювати свої оптичні властивостей при проходженні крізь сухі і зволожені текстильні матеріали.



1- електропривод з лічильним пристроєм; 2- зажим-фіксатор; 3- ходовий гвинт; 4-електромагнітна система блокування; 5- проба текстильного матеріалу; 6- пересувна каретка; 7-світлодіоди ІЧ-випромінення; 8- фотодіоди; 9- судина рідиною; 10- грузик; 11- блок керування;12- ПЕОМ.

Рис. 2.2. Схема приладу ВКВ- ТМ для визначення капілярності волокнистих матеріалів

Для визначення адекватності роботи кашляриметра ВКВ- ТМ, використано метод порівняння. Для цього за стандартною методикою (у відповідності до та на приладі ВКВ-ТМ визначено висоту капілярного підняття рідини у пробах 6-ти видів матеріалів костюмної групи. Результати випробувань занесено у табл.2.3

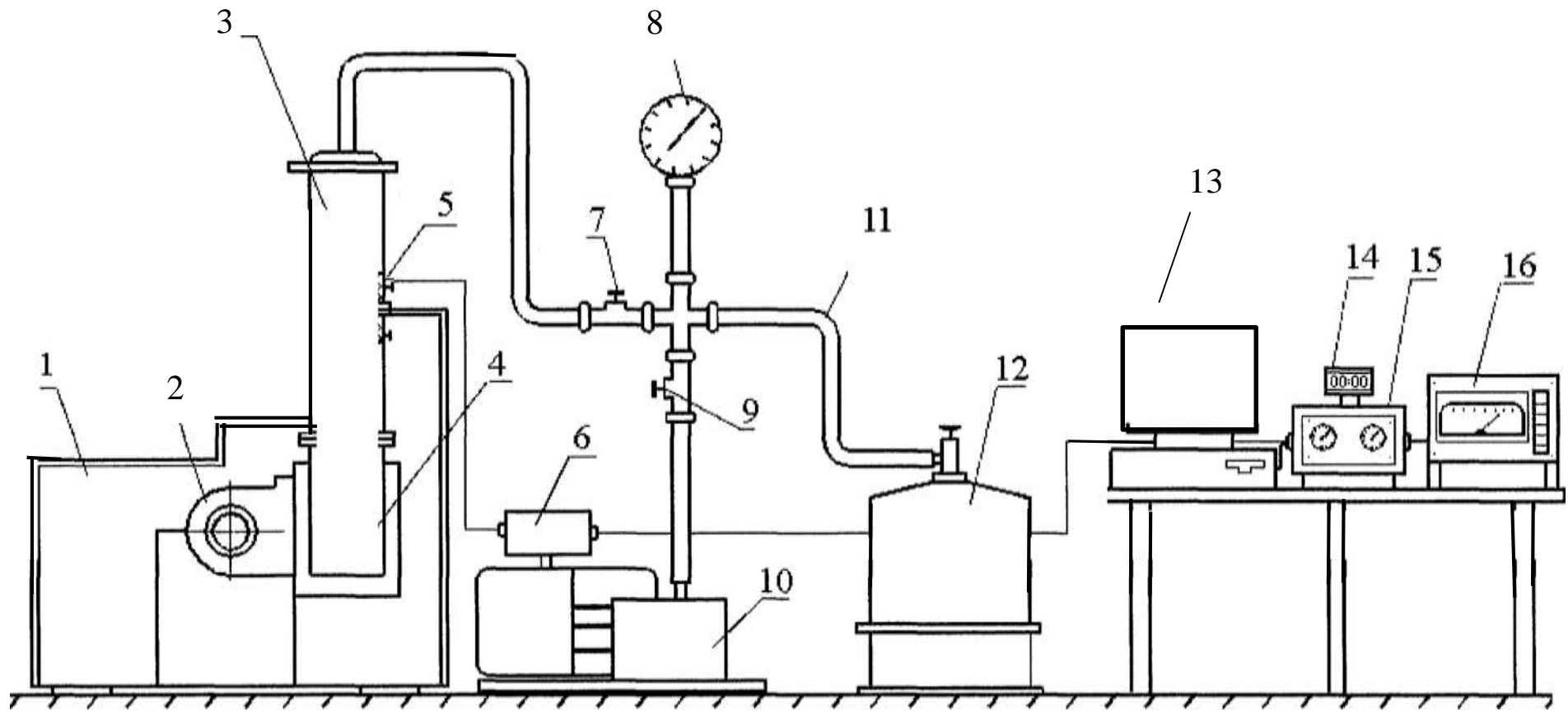
Таблиця 2.3

Результати визначення капілярності матеріалів на стандартній установці та капіляриметрі ВКВ- ТМ

| № | Вміст складників сировинного складу | Товщина матеріалу, м | Структура, вид переплетення матеріалу | Капілярність h, | | Різниця результатів, % |
|----|-------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|-----------------|-------------------------|------------------------|
| | | | | За стандартом | На капіляриметрі ВКВ-ТМ | |
| 1. | НПа | 0,58 | Атласне | 80,0 | 81,3 | 1,3 |
| 2. | НПе | 0,58 | Саржеве | 40,0 | 38,9 | 1,1 |
| 3. | НАц | 0,92 | Атласне | 49,0 | 50,0 | 2,0 |
| 4. | НАц | 0,81 | Піке | 83,0 | 84,8 | 1,8 |
| 5. | НБіс | 1,40 | Трикотажне | 131,0 | 128,5 | 2,6 |
| 6. | ПрПан | 1,43 | Неткане | 17,0 | 19,0 | 2,0 |

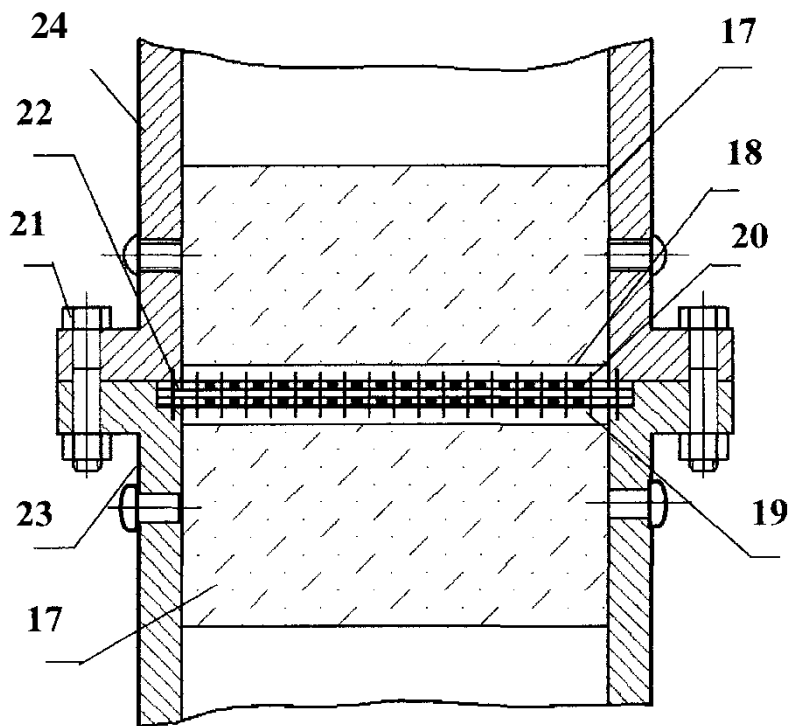
Як було зазначено у попередньому розділі (п.2.2), захист пакетів матеріалів від впливу води і вітру передбачається здійснювати за рахунок регулювання їхньої водо-і повітропроникності. Зазначене регулювання запропоновано виконувати за допомогою введення до складу пакету шару з пористої полімерної плівки.

Блок для НВЧ-нагріву містить металевий корпус, вентилятор, магнетрон, робочу камеру. Вакуумна установка призначена для здійснення механічного впливу на розігріту пробу і складається з вакуумметра, вакуумного насоса, вакуумного балону. Блок керування здійснює електронний контроль затехнологічним процесом і поєднує ПЕОМ, таймер, електронний контролюючий пристрій, міст термісторний, пульт керування у одну систему. На рис. 2.3 і рис.2.4 зображено схему установки для отримання пористої структури в полімерних термопластичних плівках.



- | | | | |
|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|
| 1. Корпус установки | 5. Датчики температури | 9. Вентиль | 13. ПЕОМ |
| 2. Вентилятор | 6. Електронний блок | 10. Вакуумний насос | 14. Таймер |
| 3. Робоча камера | 7. Вентиль | 11. Повітропровід | 15. Блок керування |
| 4. Магнетрон | 8. Вакуумметр | 12. Балон | 16. Міст термі стерний |

Рис.2.3.Схема установки для отримання пористої структури в полімерних термопластичних плівках



- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 17. Узгоджене навантаження | 21. Фіксатор хвилеводів |
| 18. Матриця верхня. | 22. Направляючий шплінт |
| 19. Матриця нижня | 23. Хвилевод нижній |
| 20. Проба плівки | 24. Хвилевод верхній |

Рис. 2.4. Схема робочої камери дослідної установки для отримання пористої структури в полімерних плівках:

Формоутворення пор у пробі виконують за допомогою двох (верхньої і нижньої) роз'ємних матриць, горизонтальне розташування яких у середині робочої камери здійснюють за допомогою направляючого шплінта. Матриці виготовлено з НВЧ-прозорого матеріалу товщиною 1,0 мм; вони мають однакову кількість отворів і є ідентичними за топографію розташування останніх.

Методика виконання пороутворення в полімерних плівках за допомогою розробленої установки передбачає два етапи: підготовчий і основний.

На першому, підготовчому етапі, виконується підготовка зразків дослідних матеріалів до проведення досліджень. Перед проведенням

випробувань плівку витримують в нормальних умовах оточуючого середовища (відносна вологість повітря $65 \pm 5\%$, температура повітря $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$) на протязі 24-х годин. Після чого з сувою полімерної плівки, за шаблоном круглої форми (діаметр 100 мм), вирізають пробу. Розмір проби обумовлений формою і розміром перетину робочої камери 3 установки.

Другий етап - основний, передбачає безпосереднє виконання процесу пороутворення. Для цього, підготовлену точкову пробу полімерної плівки розташовують між двома роз'ємними матрицями, які знаходяться в середині робочої камери. Потім здійснюють нагрівання проби плівки до температури її термотекучості, після чого за допомогою вакуумної установки здійснюють "вакуумний удар", що приводить до виникнення в плівці наскрізних пор за розмірами і формою, які відповідають отворах в роз'ємних матрицях установки (рис. 2.5), [18].



Рис. 2.5. Фрагмент термопластичної плівки з порами діаметром 1 мм (зображення збільшено у 20 разів), що отримано за допомогою розробленої установки

2.4. Розробка методики отримання плівок необхідної пористості

Методика полягала у визначенні основних технологічних режимів і їх параметрів для виконання пороутворення в полімерних термопластих плівках різної товщини.

Для проведення досліджень було обрано поліетиленові плівки всього діапазону товщини (40, 60, 80, 100 і 120 мкм), які виробляються вітчизняною хімічною промисловістю. Вибір типу плівки обумовлений її низькою температурою плавлення і величиною діелектричної проникності (табл. 2.1), які визначають термопластичні властивості зазначеного полімеру. За основні технологічні параметри пороутворення обрано тривалість, с термічної обробки проби плівки і величина зусилля вакуумування, мм РТ.ст.

У відповідності до зазначеної методики, для проб плівки товщиною 40,60,80,100 і 120 мкм величина зусилля вакуумування, які є достатніми для отримання пористості.

Беручи до уваги недоліки (багатостадійність і необхідність у наявності складного обладнання) існуючих методів визначення пористості [5,20,27], а також враховуючи те, що в нашому випадку розмір пор матриць заздалегідь відомі, пропонується наступна методика визначення зазначеного показника.

З початку розраховують площу однієї пори 80 , мм², з урахуванням її діаметра d , мм [89]:

$$8 = l_2 - d^2 \quad (2.1)$$

де $l_2 - \text{const} = 3,14$; d - діаметр, мм.

Потім, визначають кількість пор на 1 см² площі плівки з наступним розрахунком загальної площі $8_{\text{сум.}}$, мм², всіх пор проби за формулою:

$$8 = 8'ne\mu Mo, \quad (2.2)$$

де n - кількість пор на 1 см² площі проби, останнім етапом є визначення сумарної пористості Π , 0/0, проби за формулою:

$$\Pi = \frac{s - 100}{S_{\text{проби}}} \quad (2.3)$$

де S проби - загальна площа проби плівкового матеріалу, мм^2

Оцінку якості отриманих пористих плівок запропоновано виконувати у два етапи. Перший етап полягає у візуальному визначенні співпадання кількості і форми пор, що отримано у пробі полімерної плівки по відношенню до форми і кількості отворів роз'ємних матриць. На другому етапу виконують визначення повітропроникності отриманих пористих проб з наступним порівнянням цього показника з повітропроникністю роз'ємних матриць установки.

Основні технологічні режими виконання пористості в полімерних термопластичних поліетиленових плівках приведено у табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Технологічні режими виконання пористості в полімерних термопластичних поліетиленових плівках

| NQ <i>nin</i> | Товщина проби, мкм | Температура робочої камери, ОС | Час нагрівання зразка,С | Зусилля вакуумування, мм рт.ст. |
|------------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| 1. | 40 | 110 | 5 | 22,3 |
| 2. | 60 | 110 | 10 | 42,4 |
| 3. | 80 | 110 | 15 | 63,3 |
| 4. | 100 | 110 | 20 | 84,8 |
| 5. | 120 | 110 | 25 | 101,2 |

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Запропоновано оптимальну структуру пакету для захисту від води і вітру. До складу зазначеного пакету, окрім верхнього і підкладкового шарів, пропонується додати ще два: захисний і сорбційний.
2. З урахуванням функціонального призначення захисного і сорбційного шарів, розроблено вимоги щодо вибору матеріалів, з яких рекомендується виготовляти зазначені складові пакету. У відповідності з цим водо- і вітрозахисний шар пропонується виготовляти з пористих полімерних плівок поліетиленової хімічної групи. Як сорбційний шар пропонується використовувати тканини ацетатної і триацетатної групи.
3. Аналіз існуючих методів отримання пористих полімерних плівок показав, що вони є складними, багатостадійними і не дозволяють отримувати об'єкт з чітко визначеною пористістю. У зв'язку з цим виникла необхідність у створенні нового більш ефективного способу, який передбачає отримання плівкового матеріалу з запроєктованою величиною пористості.

РОЗДІЛ 3 ВИВЧЕННЯ ВОДО- І ВІТРОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПАКЕТІВ

3.1. Вибір матеріалів та структури для водо- і вітрозахисних пакетів

Створення водо- і вітрозахисту за рахунок використання пакетів матеріалів, безпосередньо пов'язаний із таким показником їхніх фізичних властивостей як проникність. Слід зазначити, що у особливе місце серед показників проникності посідає водо- і повітропроникність. Оскільки саме вони впливають на інтенсивність процесу проходження повітря і води, як через окремо взяті текстильні матеріали, так і через їхню сукупність у вигляді пакету.

Як було зазначено у попередніх розділах, регулювання проникності пакетів можна здійснювати не шляхом підбору матеріалів з низькими значеннями повітро- або водопроникності, а за рахунок залучення до складу пакету додаткового шару з певною пористістю, величина якої є заздалегідь відома.

Основна функція матеріалів верху є захист швейного виробу від впливу шкідливих факторів оточуючого середовища, а саме від погодних умов, механічних пошкоджень, створення теплозахисту тощо. Вимоги до зазначених матеріалів є диференційованими у залежності від виду виробу і сезону його використання [1]. Для створення комфортних умов повітропроникність матеріалів верху повинна бути тим більшою, чим є меншою вентиляційна виробу і спроможність матеріалу виводити вологу шляхом сорбції-десорбції, а також чим є більшим сумарний тепловий опір і чим меншою є швидкість повітря, вище вологість і температура атмосферного повітря тощо [25]. При цьому слід враховувати, що для забезпечення необхідної теплоізоляції повітропроникність матеріалів верху не повинна перевищувати $40 \text{ дм}^3/(\text{м}^2/\text{с})$ при швидкості повітря менш за $2,5 \text{ м/с}$ і $7,0 - 10,0 \text{ дм}^3/(\text{м}^2/\text{с})$ при швидкості повітря більш ніж $2,5 \text{ м/с}$ [15]. У відповідності до перелічених вимог для проведення подальших досліджень обрано вісім текстильних матеріалів верху, які найчастіше використовують для виготовлення сучасного верхнього плечового одягу і які різняться видом

переплетення, вмістом складників сировинного складу, товщиною, експлуатаційними та гігієнічними властивостями. Основні характеристики матеріалів верху наведено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1.

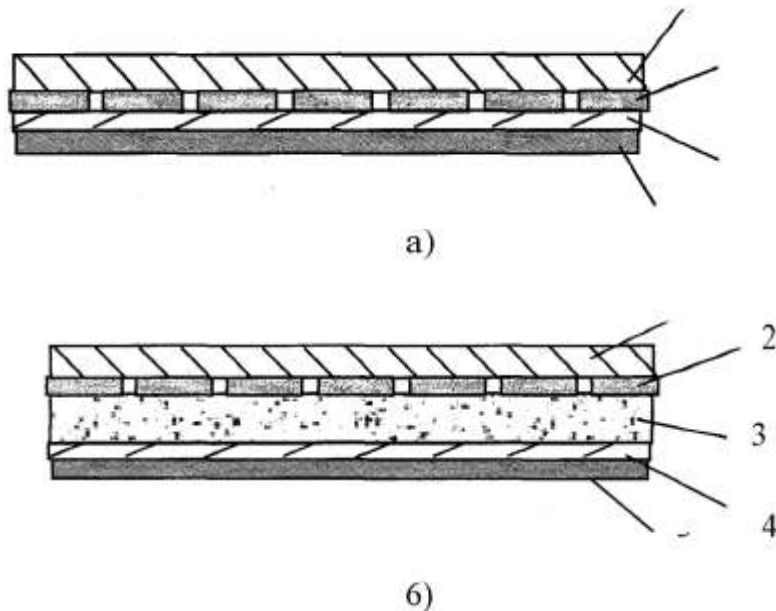
Основні характеристики матеріалів верху

| N п/н | Назва мате- ріалу | Вміст склад- ників сировин- ного складу, % | Тов- щи- на мм | Повер- хнева гус- ти- на, г/м ² | Розривальне | | Відносне | | Капіляр- ність, мм |
|----------|-------------------------|--|-------------------------|---|----------------------------------|------|--|-------------|--------------------------|
| | | | | | наванта- ження дан осн. | ут. | видовження на момент розірвання % | осн. ут. | |
| 1. | ВоЬем | НК 100% з лайкрою | 0,69 | 387,7 | 20,5 | 14,5 | 66,0 | 33,0 | 185,0 |
| 2. | Luren | ВПан 100% | 0,82 | 270,0 | 13,6 | 11,0 | 61,0 | 35,0 | 46,0 |
| 3. | Siatl | НК 100% | 0,82 | 396,0 | 17,5 | 11,3 | 120 | 73,0 | 9,0 |
| 4. | Toxik | НАц 50% ВЛс 50% | 0,91 | 318,3 | 14,9 | 10,6 | 81,0 | 62,0 | 49,0 |
| 5. | Vendi | НК 30% НАц 70% | 0,71 | 253,0 | 14,5 | 11,2 | 69,0 | 44,0 | 5,0 |
| 6. | March | НВіс 100% | 0,75 | 247,0 | 19,0 | 12,8 | 64,0 | 67,0 | 68,0 |
| 7. | Svim | ВПан | 1,4 | 259,1 | 9,20 | 7,50 | 141 | 136 | 15,0 |
| 8. | Bluzz | НВіс 100% | 0,51 | 224,5 | 2,60 | 1,85 | 180 | 200 | 28,0 |

Забезпечити теплозахисні властивості пакетів в умовах помірно низьких температур є можливим за рахунок введення до їх складу теплоізоляційного шару, з допомогою якого по всій товщині пакету створюється нерухомий (або малорухомий) об'єм повітря. В останній час отримали широке застосування такі голкопробивні об'ємні полотна як синтапони, які виробляють з волокон нітрону, лавсану, сумішей нітронів і віскозних волокон, лавсанових і віскозних волокон [15,25]. Незаперечними перевагами такого утеплювача перед іншими є мала вага, широкий діапазон поверхневих густин полотен, що в свою чергу дозволяє надавати

пакету необхідний об'єм і стійку форму. У відповідності до цього, як утеплювальний шар для водо- і вітрозахисних пакетів обрано саме синтапон.

Підкладкові матеріали поліпшують експлуатаційні властивості пакетів матеріалів і є необхідними для їх оформлення з виворітної сторони. До зазначених матеріалів існують чіткі гігієнічні і експлуатаційні вимоги [15]. У процесі експлуатації підкладка піддається інтенсивному тертю, у зв'язку з чим вона повинна мати малий коефіцієнт тангенціального опору, високу стійкість до тертя тощо. Легкість матеріалу дозволяє суттєво не впливати на вагу пакету або виробу в цілому. Крім того, підкладковий матеріал повинен бути термопластичним, що дозволяє використовувати його для отримання пористих полімерних плівок.



1 - верхній шар; 2 - вітро- водозахисний шар; 3 - утеплювальний шар;
4 - сорбційний шар; 5 - підкладковий шар

Рис. 3.1. Структура вітро- і водозахисного пакету для використання при нормальних температурних умовах (а) і в умовах холоду (б)

Між собою, запропоновані пакети відрізняються тим, що для підсилення теплозахисту пакету (рис.3.1, а) до його складу додано утеплювальний шар із синтапону (рис. 3.1, б,3).

3.2. Методика оцінки водо- і вітрозахисних властивостей пакетів матеріалі

У відповідності до методики проведення досліджень було виконано

визначення спроможності протистояти проникненню води окремо взятих матеріалів верху і тих складових пакетів, які розглянуто у попередньому розділі. Результати випробувань наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Повітропроникність матеріалів верху, утеплюючого матеріалу, сорбційного шару і підкладки

| Вид | Матеріали верху | | | | | | | | синтапон | Сорбційний шар | Підкладка |
|--|-----------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------------|-----------|
| | NQ 1 | NQ2 | NQ3 | NQ4 | NQ 5 | N26 | N27 | I28 | | | |
| Коефіцієнт повітропроникності, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ | 22,2 | 37,6 | 55,0 | 139,0 | 163,0 | 216,0 | 318,0 | 538,0 | 1675 | 400,0 | 83,5 |

Аналіз отриманих результатів дозволив зробити висновок про наявність різниці між величиною водотривкості V_t дослідних матеріалів, що обумовлено, в основному, різницею вмісту складників сировинного складу та структурними особливостями (товщина проб, вид переплетення тощо) останніх.

3.3. Аналіз результатів досліджень водотривкості та повітропроникності захисних пакетів

Дослідження впливу на водотривкість пакетів матеріалів кількості шарів, які є різними за призначенням, було проведено у два етапи.

Аналіз отриманих результатів продемонстрував вплив водозахисного шару на водотривкість пакетів матеріалів. При цьому встановлено, що залежність між водотривкістю пакетів і величиною пористості захисної плівки носить зворотний характер, а саме: при збільшенні пористості водозахисного шару відбувається зменшення водотривкості. Це пояснюється тим, що збільшення величини пористості (діаметра і кількості пор) водозахисного шару спричиняє зростання проникності води скрізь пакет.

Таким чином, змінюючи величину пористості водозахисного шару можна регулювати величину водотривкості пакетів в межах 10-70% з матеріалів, які самі по собі є водонепроникними і тим самим створити необхідний захист від води зі збереженням, на певному рівні, гігієнічних властивостей.

При проектуванні багатошарових захисних пакетів необхідною є інформація не тільки про повітропроникність окремо взятих шарів, а і знання про їхню сумарну спроможність пропускати повітря, що викликає певні труднощі.

З метою виявлення залежності повітропроникності пакетів матеріалів від збільшення кількості шарів, а також від комплектування таких пакетів матеріалами, які є різними за своїм призначенням, вмістом складників сировинного вмісту і структурою, було проведено ряд експериментів за спеціально розробленою методикою.

3.4. Практичне впровадження результатів дослідження

В підсумку теоретичних і практичних результатів досліджень визначено оптимальну структуру пакетів. Для захисту від впливу води і вітру в умовах помірно низьких температур. Захисний ефект зазначених пакетів досягнуто за рахунок залучення до їх складу водо- і вітрозахисного шару з пористої плівки, що дозволило виконувати регулювання загальної проникності пакетів в певному діапазоні величин.

Для отримання водо- і вітрозахисного захисного шару розроблено новий спосіб виготовлення пористих плівкових матеріалів. В результаті зазначено, що спосіб можна використовувати для отримання пористих плівкових матеріалів, необхідних для розробки засобів індивідуального захисту (спецодяг, ізолювальні костюми, рукавиці тощо) від впливу агресивних реагентів різної природи (мінеральні кислоти, луги, хлор, аміаку тощо).

Для визначення капілярності текстильних матеріалів розроблено прилад ВКВ- ТМ і відповідне програмне забезпечення

В результаті встановлено, що: прилад ВКВ- ТМ У поєднанні з ПЕОМ

дозволяє у автоматичному режимі визначати висоту капілярного підняття рідини пробами волокнистих матеріалів, які різняться товщиною, структурними особливостями, видом обробки поверхні, вмістом складників сировинного складу; програма обробки експериментальних даних дозволяє отримати показники характеристик для практичної оцінки капілярності матеріалів; використання приладу ВКВ- ТМ є можливим і для проведення досліджень, які пов'язані з визначенням капілярності волокнистих матеріалів з використанням речовин різного хімічного походження;

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Сформовано структуру волого- і вітрозахисних пакетів, а також виконано конфікціонування матеріалів для них. Основною особливістю зазначених пакетів є наявність в їхньому складі водо- і вітрозахисного і сорбційного шарів.

2. Розроблено методику оцінки водо- і вітрозахисних властивостей пакетів матеріалів з використанням стандартного приладу ВПТМ-2М у відповідності до якої матеріали верху за величиною проникності поділено на групи, що було використано у подальшому.

3. Дослідження водо- і повітропроникності пакетів матеріалів дозволили встановити, що при зміні у складі пакету одного з шарів або загальної кількості складових відбувається зміна водотривкості і повітропроникності об'єкту дослідження.

4. Зазначені результати дозволили обрати пористу плівку як водо- і вітрозахисний шар, використання якого надало можливість підвищити рівень захисту пакетів матеріалів. Використання захисного шару в структурі пакетів зробило можливим регулювати (зменшувати) коефіцієнт повітропроникності останніх від 5 % до 100%, а водотривкість - збільшувати від 10 до 70%.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Створення захисту сучасних швейних виробів побутового і спеціального призначення від впливу вологи і вітру при умові збереження необхідного рівня гігієнічних властивостей, є можливим лише за рахунок використання пакетів з водо- і вітрозахисними властивостями. При цьому встановлено, що визначальними показниками захисту від води і вітру є водотривкість і повітропроникність матеріалів і пакетів з них.

2. Експериментально доведено, що залучення пористої плівки до складу пакетів водо- і повітропроникність матеріалів дозволяє регулювати величину їх проникності. Встановлено, що змінюючи величину пористості зазначеної плівки, можна зменшувати водо- і повітропроникність всього пакету до необхідних величин, тим самим підвищуючи рівень захисту останнього від впливу таких зовнішніх шкідливих умов, як вода і вітер.

3. Розроблено новий спосіб отримання пористих плівкових матеріалів, який передбачає виконання пороутворення в готових термопластичних полімерних плівках в умовах електромагнітного поля НВЧ-частоти. Зазначений спосіб є екологічно чистим, малостадійним, ресурсозберігаючим і дозволяє за короткий час, з існуючих повітро- і водонепроникних термопластичних полімерних плівок отримувати матеріали необхідної пористості.

4. Встановлено, що наявність суттєвої різниці між розрахунковими і експериментально отриманими значеннями повітропроникності пакетів матеріалів унеможлиблює виконання проектування водо- і вітрозахисних пакетів лише теоретично-розрахунковим методом. У зв'язку з цим розроблено методику оцінки і вибору матеріалів для водо- і вітрозахисних пакетів швейних виробів. В основу розробленої методики покладено поетапне виконання робіт, пов'язаних з конфекціонуванням матеріалів для зазначених пакетів експериментальним визначенням їх основних захисних гігроскопічних властивостей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шевченко А.М. Гігієна праці/ 2 видання: К: «Інфотекс», 2000, с. 404.
2. Супрун Н.П. Наукові основи визначення властивостей пакетів бар'єрного одягу з урахуванням особливостей експлуатації : Автореф. дис... д-ра техн. наук /; Київ. нац. ун-т технологій та дизайну. - К., 2006. – с. 40.
3. Супрун Н. П., Колосніченко М. В, Л. В. Орленко Л.В., М. В. Історія текстилю : Навч. посіб. /; Київ. нац. ун-т технологій та дизайну. - К., 2006. - 116 с. - Бібліогр.: с. 116. - укр.
- 4 Казакевич М.Л. та ін. Нове покоління матеріалів для капілярної дефектоскопії і методи оцінки їх якості. Методи та прилади контролю якості, 2003, № 10, с. 36-40
- 5 Лазур К.Р., Олійник Т.М. Швейне виробництво та матеріалознавство [Текст] : словник / К. Р. Лазур, Т. М. Олійник. – Львів : Новий Світ – 2000, с.2012. – 246 [2].
6. Супрун Н. П., Колосніченко М. В, Л. В. Орленко Л.В., М. В. Історія текстилю : Навч. посіб. /; Київ. нац. ун-т технологій та дизайну. - К., 2006. - 116 с. - Бібліогр.: с. 116. - укр.
7. ДСТУ 3998-2000 Матеріали та вироби текстильні, трикотажні, швейні та шкіряні. –К Держстандарт України, 2001 – 89 с.
8. Перепелкин К.Е. Минуле, теперішній час і майбутнє хімічних волокон. – М.: МГТУ им. А.Н.Косигина, 2004. – с. 208
9. . Сафонов В.В. Хімічна технологія обробного виробництва. – М.: РІО МГТУ, 2002. – с. 280.
10. Привала В.О., Мичко А.А. Проблеми дослідження капілярності текстильних матеріалів.// Вісник ТУП.- 2001. с.91-94.
11. Супрун Н.П., Шустов Ю.С. Основи текстильного матеріалознавства : підручник; Київ. нац. ун-т технологій та дизайну. - К., 2009. – с.292.
12. Савостицкий Н.А., Амирова Э.К. Матеріалознавство швейного виробництва. – М.: Видавничий цент «Академія», 2000.- с. 240.

13. Супрун Н.П. Матеріалознавство швейних виробів : підруч. Ч. 1. Волокна та нитки / Київ. нац. ун-т технологій та дизайну. - К., 2007. – с.142 - Библиогр.: с. 139.

14. ДСТУ ISO 5403-1:2020 Шкіра. Методи визначення водонепроникності м'якої шкіри. Частина 1. Метод багаторазового лінійного стиснення (пенетрометр) (ISO 5403-1:2011, IDT). Чинний від 01.05.2020 р.

15. Привала В.О., Мичко А.А. Класифікація методів забезпечення захисту одягу від води Вісник ТУП.- 2003. с.134-136.

16. Савостицкий Н.А., Амирова Э.К. Матеріалознавство швейного виробництва. – М.: Видавничий цент «Академія», 2000.- с.240.

17. Жихарев А.П., Петропавловский Д.Г., Кузин С.К., Мишаков В.Ю. Матеріалознавства у виробництві виробів легкої промисловості. – М.: Видавничий центр «Академія», 2004. – с.448.

18. Привала В.О., Мичко А.А., Сарана О.М. Патент 4561] А України, G 01N 33/36. Прилад для визначення ккапілярності текстильних матеріалів / - N2 2001042623; Заявлено 18.04.2001; Опубл. 15.04.2002, Бюл.

19. Привала В.О., Мичко А.А., Михайлова Н.В. Новий прилад по визначенню повітропроникнення матеріалів для одягу.//Вісник туп. 2003. - N2 5. - Ч. 1 - с.63 - 65.

20. Патляшенко О.А. Матеріалознавство швейного виробництва/ Навч.пос.. – 2-ге видання – К.: Арістей. 2007.с. 288.

21. Шидловський М.С. Нові матеріали: частина 1 - Структура і механічні властивості конструкційних полімерів та пластмас. [Текст]: Навчальний посібник для студентів спеціальності «Прикладна механіка» спеціалізації «Динаміка і міцність машин» – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – с.192.

22. Патент 59809 А України~ G 01N 33/36. Прилад для визначення капілярності волокнистих матеріалів. - NQ 20021110340; Заявлено 20.12.2002; Опубл. 10.09.2003.

23. Мичко А.А., Привала В.О., Савков В.І., Савков І.В. Патент 48446 А України; В29С59/10, В26F1/26. Спосіб отримання пористих плівкових матеріалів. - N2 2001085565; Заявлено 06.08.2001; Опубл. 15.08.2002, Бюл. NQ 8.

24. Привала В.О. Варіант фізичної моделі капілярності волокнистих матеріалів.// Вісник ТУП.- 2001., NQ 3, - с.178 -181.

25. Мазуренко С.Г. М 13 Текстильне матеріалознавство: навчально-методичний комплекс для студентів індустріально-педагогічного факультету спеціальності 7.01.01.03 „Трудове навчання (обслуговуюча праця) та основи інформатики”. – Чернігів: Чернігівський державний педагогічний університет імені Т.Г.Шевченка, – 2006. – с.86.

26. Патент 48446 А України; В29С59/10, В26F1/26. Спосіб отримання пористих плівкових матеріалів. - N2 2001085565; Заявлено 06.08.2001; Опубл. 15.08.2002, Бюл. NQ 8. // Мичко А.А., Привала В.О., Савков В.І., Савков І.В.

27. Патент 59809 А України~ G 01N 33/36. Прилад для визначення капілярності волокнистих матеріалів. - NQ 20021110340; Заявлено 20.12.2002; Опубл. 10.09.2003, Бюл. NQ 9. // Привала В.О., Мичко А.А., Сарана О.М., Засорнов О.С.

28. Привала В.О., Мичко А.А. Пристрій для отримання пористої структури полімерних матеріалах./ Вісник ТУП.- 2001.- NQ 5, С.162-164.