

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

**Факультет інженерії
Кафедра дизайну та індустрії моди**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**до випускної кваліфікаційної роботи
освітнього ступеня бакалавр**

Галузь знань 18 Виробництво та технології
(шифр і назва напрямку підготовки)

Спеціальність 182 Технології легкої промисловості
(шифр і назва спеціальності)

Освітня програма Дизайн-технології, конструювання та сучасне
оздоблення виробів легкої промисловості

Проектування конструкції головного убору зі штучної шкіри із
додаванням спеціальних оздоровчих модулів

Виконав: студент групи ТЛП-22д

Філіппова Т.А.

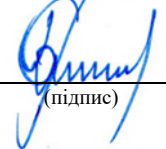
(прізвище, ініціали)



(підпис)

Керівник д.т.н. Березненко С.М.

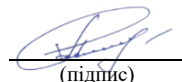
(науковий ступінь, прізвище, ініціали)



(підпис)

Завідувач кафедри к.т.н. Ріпка Галина

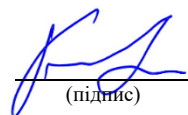
(науковий ступінь, прізвище, та ініціали)



(підпис)

Рецензент к.т.н. Кудрявцев Сергій

(науковий ступінь, прізвище, ініціали)



(підпис)

Київ-2026

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інженерії

Кафедра дизайну та індустрії моди

Освітній ступінь бакалавр

Галузь знань 18 Виробництво та технології

(шифр і назва)

Спеціальність 182 Технології легкої промисловості

(шифр і назва)

Освітня програма Дизайн-технології, конструювання та сучасне оздоблення виробів легкої промисловості

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри дизайну
та індустрії моди

Галина РІПКА

«23» червня 2026 року

ЗАВДАННЯ

ЗДОБУВАЧУ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проєктування конструкції головного убору зі штучної шкіри із
додаванням спеціальних оздоровчих модулів

керівник роботи д.т.н., проф. Березненко С.М.

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

2. Строк подання здобувачем роботи «20» червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи:

Науково-методична література

Нормативно-технічна документація

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): АНАЛІЗ ДОСЯГНЕНЬ У СФЕРІ ВИРОБНИЦТВА ЕКОШКИРИ І ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ В ОДЯГОВОМУ АСОРТИМЕНТІ. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

5. Перелік графічного матеріалу (презентація, креслення, слайди тощо):

Титульний аркуш. Мета роботи. Вихідні дані для проектування

Конструктивно-ергономічні чинники взаємодії в системі

Методика аналізу головного убору зі штучної шкіри із додаванням спеціальних оздоровчих модулів. Динамічні властивості вихідних матеріалів

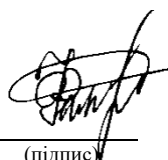
Визначення в'язкопружних властивостей. Розробка конструкції головного убору

Загальні висновки

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1	Вибір теми	18.05.26	
2	Актуальність теми	19.05.26	
3	Розділ 1	23.05. 26	
4	Розділ 2	31.05. 26	
5	Розділ 3	07.06. 26	
6	Загальні висновки	09.06. 26	
7	Подання роботи на перевірку	11.06. 26	
8	Захист дипломної роботи	20.06.26	

Здобувач ВО

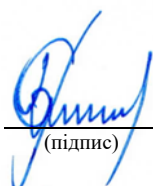


(підпис)

Тетяна ФІЛІППОВА

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи



(підпис)

Сергій БЕРЕЗНЕНКО

(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Автор роботи: Філіппова Тетяна Анатоліївна

Тема випускної кваліфікаційної роботи бакалавра: Проектування конструкції головного убору зі штучної шкіри із додаванням спеціальних оздоровчих модулів

Роботу виконано в Східноукраїнському національному університеті імені Володимира Даля в 2026 році.

Пояснювальна записка має обсяг 77 сторінок, містить 17 рисунків (включаючи полярні діаграми та схеми конструкцій), 11 таблиць, 12 математичних розрахунків і формул та графічну частину з 9 слайдів.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці конструкції інноваційного головного убору (жіночого берета) з елементами «розумного одягу» та обґрунтуванню технології його виготовлення.

У дослідженні детально обґрунтовано вибір раціональних режимів пресування та підібрано пакети сучасних матеріалів на основі імпортової штучної шкіри (Туреччина) та клейових прокладкових матеріалів Hensel (Німеччина), що гарантує високу якість, формостійкість готового виробу та надійність адгезійних швів.

Завдяки проведенню багатофакторного експерименту та математичній обробці результатів у програмі «Star» досягнуто оптимізації параметрів волого-теплової обробки: для штучної шкіри на нетканій основі встановлено температуру $T_{\text{вп}} = 120^{\circ}\text{C}$ при часі $t = 15$ с, для штучної шкіри на тканій основі – $T_{\text{вп}} = 140^{\circ}\text{C}$ при часі $t =$ с. У межах роботи спроектовано раціональну конструкцію жіночого берета 56-го розміру, що складається з денця, двох стінок та околиці. Для забезпечення оптимального тепло- й вологообміну та запобігання мікробного середовища підкапелюшного простору розроблено знімну внутрішню частину із тришарового пакета (трикотаж CnS, поліпропіленове неткане полотно та бязь), шари якого з'єднані нитковим способом із використанням ниток, модифікованих наночастинками срібла Ag з доведеною 98%-ю антибактеріальною дією.

Розраховані вхідні реологічні та пружно-деформаційні показники – зокрема динамічний модуль пружності E_d , жорсткість G та логарифмічний декремент

затухання, визначені на установках УДМ-1 та ПЖУ-12М, підтверджують високу експлуатаційну надійність розробленого пакета матеріалів, що дозволяє утримувати каркас смарт-компонентів (елементів Пельтьє та датчиків біомоніторингу) без ризику точкового тиску чи термічного дискомфорту для користувача.

Крім того, розроблено вичерпний комплекс інженерно-технічних заходів з охорони праці, пожежної безпеки та виробничої ергономіки, спрямований на створення цілком безпечних умов праці на робочому місці та зниження впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів на персонал.

Результати проєктування є науково та економічно обґрунтованими й готові до практичного впровадження на підприємствах легкої промисловості для модернізації асортиментної лінійки смарт-виробів.

У першому розділі виконано комплексний аналітичний огляд сучасних тенденцій розвитку сегмента «розумного одягу», проведено класифікацію асортименту м'яких штучних шкір за структурою, видом полімеру й волокнистої основи, а також з'ясовано біофізичні чинники взаємодії в системі «голова людини — пакети матеріалів — оздоровчі модулі».

У другому розділі розроблено інженерно-технологічну основу аналізу смарт-виробу. Описано будову й принцип роботи лабораторних установок УДМ-1 та ПЖУ-12М для визначення в'язкопружних властивостей неруйнівними методами контролю. Проведено антропометричний аналіз лінійних вимірів голови людини та сформовано програму багатофакторного експерименту типу 2^3 геометричного простору факторів для моделювання терморегуляції.

У третьому розділі виконано технологічні розрахунки, побудовано полярні діаграми анізотропії динамічних характеристик і полів жорсткості вихідних матеріалів та дубльованих пакетів. Проведено математичну обробку матриць планування Бокса (план В-2), підтверджено однорідність дисперсій за критерієм Кохрена та адекватність моделей за критерієм Фішера. Розроблено конструкторські креслення (розгортки) деталей берета й схему його вузлового з'єднання з антимікробним знімним пакетом за допомогою кнопок. Завершує розділ розробка інженерних рішень з охорони праці й пожежної безпеки.

ЗМІСТ

	стор
АНОТАЦІЯ.....	4
ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ ДОСЯГНЕНЬ У СФЕРІ ВИРОБНИЦТВА ЕКОШКІРИ І ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ В ОДЯГОВОМУ АСОРТИМЕНТІ	9
1.1 Аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку об'єкта проектування...	9
1.2 Класифікація та характеристика асортименту матеріалів	12
1.3 Фізико-хімічні, реологічні або конструктивно-ергономічні чинники взаємодії в системі	19
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.....	25
2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	26
2.1 Вибір базових пакетів матеріалів	26
2.2 Розробка методики аналізу головного убору зі штучної шкіри із додаванням спеціальних оздоровчих модулів	27
2.3 Визначення в'язкопружних властивостей	30
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....	39
3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	40
3.1 Визначення динамічних властивостей вихідних матеріалів	40
3.2 Аналіз експлуатаційних характеристик під впливом зовнішніх факторів	44
3.3 Розробка інженерних рекомендацій	49
3.4 Розробка конструкції головного убору.....	62
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3.....	70
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	72

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний етап розвитку індустрії моди та технологій легкої промисловості характеризується стрімким зміщенням акцентів у бік створення високофункціонального та розумного одягу (Smart Clothing). У цьому контексті головні убори посідають особливе місце, оскільки вони перебувають у безпосередньому контакті з антропометричними зонами голови та шиї, які є критично важливими для терморегуляції та загального біофізичного стану організму людини. Інтеграція спеціальних оздоровчих і профілактичних модулів у конструкцію головних уборів дозволяє розширити їхню традиційну захисно-естетичну функцію, перетворюючи виріб на активний елемент підтримки здоров'я, що є надзвичайно актуальним в умовах зростання попиту на персоналізовані засоби екологічного захисту та превентивної моніторингової медицини.

Вибір штучної шкіри як основного матеріалу для зовнішньої оболонки головного убору обумовлений її високими вітро- та вологозахисними властивостями, зносостійкістю, а також відповідністю сучасним етичним та еко-економічним тенденціям виробництва. Разом із тим, специфічні реологічні та гігієнічні характеристики штучної шкіри — зокрема її обмежена паро- та повітропроникність — створюють складні інженерно-дизайнерські виклики. Тривале носіння такого виробу без належного конструктивного опрацювання може призвести до порушення мікроклімату в підкапелюшному просторі. Тому науково обґрунтоване проектування конструкції, яка забезпечує бездоганну ергономічну посадку та оптимальний тепло- і вологообмін при одночасному розміщенні апаратних компонентів, є першочерговим завданням для розробників.

Технологічна складність впровадження оздоровчих модулів, таких як системи активної терморегуляції на базі напівпровідникових елементів Пельтьє, сенсорів мікроклімату або блоків біомоніторингу, вимагає принципово нових підходів до конструювання. Необхідно вирішити просторову задачу раціонального розміщення електронних вузлів, гнучких плат і джерел живлення всередині пакетів матеріалів головного убору так, щоб повністю нівелювати ризики механічного чи термічного

дискомфорту для споживача. Це вимагає розробки диференційованих конструктивно-технологічних рішень, що враховують товщину, жорсткість та теплопровідність кожного шару проєктуємого пакета.

Практична цінність таких досліджень для здобувачів вищої освіти та інженерів-технологів полягає у переході від суто інтуїтивного моделювання до системного проєктування на стику матеріалознавства, ергономіки та мікроелектроніки. Результати розробки дозволять вітчизняним підприємствам легкої промисловості суттєво модернізувати асортиментну лінійку, запропонувавши ринку конкурентоспроможні вироби з високою доданою вартістю, які поєднують у собі сучасний візуальний код, утилітарну стійкість штучної шкіри та інноваційний потенціал технологій оздоровчого спрямування.

1. АНАЛІЗ ДОСЯГНЕНЬ У СФЕРІ ВИРОБНИЦТВА ЕКОШКІРИ І ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ В ОДЯГОВОМУ АСОРТИМЕНТІ

1.1. Аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку об'єкта проєктування

Сучасну людину оточує величезна кількість різноманітних товарів, виробів, матеріалів, отриманих з використанням високомолекулярних з'єднань – речовин з високою молекулярною масою від декількох десятків тисяч до декількох мільйонів, що володіють унікальним комплексом властивостей [1].

Економіка має бути економічною. У цьому полягає суть ефективного виробництва, що відображає в рівній мірі інтереси виробників і споживачів продукції. Цим пояснюється необхідність раціонального використання того або іншого виду сировини або матеріалу, економічність виготовлення виробів і, нарешті, якість останніх як вираження їх споживчої цінності.

Виробництво і використання штучних шкір з полімерів є яскравим прикладом поєднання вказаних положень. Полімерна хімічна сировина дозволяє у відносно короткі проміжки часу отримувати різні матеріали, повною мірою, замінюючи традиційні дефіцитні матеріали, або такі, що перевершують їх по властивостях [3].

Історія розвитку промисловості штучної шкіри починається біля 150 років тому. Найбільш активно її виробництво почало розвиватися у 30-х роках минулого століття, а на сьогоднішній день – це велика, самостійна, високоавтоматизована галузь. В той час були організовані Трест “Кожсуррогат” і перші великі підприємства, що були розміщені в корпусах старих текстильних і шкіряних мануфактур. У 1934 році розпочав свою роботу Кіровський комбінат “Іскож” – один з найбільших у 70-х роках минулого століття. Були також побудовані заводи у Києві, що перетворилися на потужні комбінати. Матеріали, що випускалися в той час називалися сурогатами шкіри [4].

На початку для виробництва штучних шкір використовувалась обмежена кількість високомолекулярних з'єднань, в більшості, натуральний і синтетичний каучуки, нітроцелюлоза і пізніше полівінілхлорид. Після цього у зв'язку з успішними

дослідженнями в області хімії і фізики високомолекулярних з'єднань і організацією промислового випуску нових полімерних матеріалів, пластифікаторів, стабілізаторів, пігментів та інших спеціальних добавок, виробництво штучних шкір отримало значний розвиток. Розробляються і удосконалюються процеси отримання штучних шкір, створюється нове обладнання і механізми для її виготовлення, проводяться роботи по автоматизації і роботизації виробничих процесів, створюються все нові і нові матеріали.

Нині створені штучні шкіри різноманітного цільового призначення, що відповідають різноманітним вимогам експлуатації виробів. Таке різноманіття видів шкіри пояснює її переваги. Основною перевагою штучної шкіри перед натуральною є її зносостійкість, адже хімічні волокна, з яких виготовляється штучна шкіра, дуже міцні.

Не менш важливою перевагою виробів із штучної шкіри є її гігієнічність і комфорт при експлуатації. Штучна шкіра має відмінну здатність пропускати повітря і водяні пари, дозволяючи при цьому одягу «дихати» і регулювати повітрообмін [5].

Високі темпи розвитку виробництва штучних м'яких шкір обумовлені в значній мірі успіхами хімічної науки і промисловості, які забезпечили випуск широкого асортименту нового виду полімерів, різних модифікаторів і добавок до них, а також хімічних волокон (поліуретанових і поліамідних смол, синтетичних каучуків, поліефірних, поліпропіленових і модифікованих віскозних волокон, а також нетканих волокнистих основ), необхідних для виробництва нових по своїй структурі і властивостям штучних шкір вищої якості [6].

Поява нового виду штучних м'яких шкір викликала необхідність розробки нових, прогресивніших методів переробки їх у виріб, наприклад зварка деталей за допомогою струмів високої частоти (СВЧ), тиснення в силіконових матрицях в полі СВЧ, склеювання деталей із застосуванням клеїв-розплавів і ін. [3].

Штучні шкіри безпосередньо контактують з людиною, вони можуть бути джерелами різних видів небезпек при їх переробці і експлуатації виробів з них (хімічна, механічна, біологічна, пожежна). Хімічна безпека штучних шкір характеризується міграцією шкідливих речовин в повітряне і водне середовище.

Біологічна безпека характеризується показниками фізичних і фізико-хімічних властивостей (стійкість забарвлення покриття до сухого і мокрого тертя, водонепроникність, паронепроникність, міграція пластифікатора).

Механічна безпека характеризується показниками фізико-механічних властивостей (стійкість до багатократного згинання, стирання, жорсткості, морозостійкості ін.).

Виникнувши як заміник натуральної шкіри, штучна шкіра спочатку була покликана заповнити дефіцит природного матеріалу і одночасно значно скоротити витрати при виробництві. Проте наука пішла в своїх відкриттях і хімічних досліджах настільки далеко, що сьогодні вже складно визначити, який матеріал є якіснішим і довговічнішим. Штучні шкіри, що відрізняються багатством забарвлень і різноманітністю фактур, часом у багатьох відношеннях дають фору натуральним матеріалам. Також до їх достоїнств можна віднести однорідність як по комплексу фізико-механічних і інших властивостей, так і по зовнішньому вигляду; можливості цілеспрямованого варіювання властивостей в широких межах і надання специфічних властивостей, наприклад жиро-, вогне- або маслостійкості, якими не володіє натуральна шкіра, зменшується залежність якості від властивостей початкової сировини, вирішується питання терміну експлуатації при збереженні зовнішнього вигляду і початкових властивостей, забезпечується відтворюваність властивостей при виробництві штучних шкір від партії до партії та можливість організації виробництва потоковим методом з високим рівнем механізації, автоматизації і роботизації виробництва.

Якщо на зорі початку виробництва штучних матеріалів вони по багатьом показникам поступалися своїм натуральним конкурентам, то, опираючись на науково-технічні досягнення і постійно удосконалюючись, на сьогоднішній день штучні шкіри вже складно назвати звичайними заміниками натуральних. Швидше, можна говорити про самостійний матеріал, що володіє гідними якісними характеристиками і багатьма специфічними властивостями.

1.2. Класифікація та характеристика асортименту матеріалів

В основу класифікації штучних шкір покладені їх експлуатаційні та споживчі властивості [7]. За головну ознаку класифікації доцільно вважати призначення матеріалу, тоді всі види штучних шкір можна розділити на декілька груп: галантерейні, взуттєві, одягові, оббивні і технічного призначення.

По будові і структурі штучні шкіри можуть бути пористими, монолітними і пористо-монолітними, одно- і багатошаровими, безосновними і на волокнистій основі, армованими і тому подібне. За умовами експлуатації штучні шкіри поділяють на звичайні, морозо-, тропіко-, вогне-, луго-, водо-, жиро-, маслобензостійкі, антистатичні. Також застосовується класифікація по виду вживаного для виготовлення штучної шкіри полімеру, розрізняють матеріали на основі поліуретану (ПУ), полівінілхлориду (ПВХ), нітроцелюлози (НЦ), термоеластопластів (ТЕП), каучуків або їх сумішей.

М'які штучні шкіри – це композиційні полімерні матеріали, що отримуються обробкою волокнистих основ різними полімерними композиціями: розплавами, розчинами, дисперсіями, пластезолями (полімерні пасти, що є дисперсіями полімерів в пластифікаторах) і тому подібне. Випускають такі матеріали самого різного призначення у вигляді рулонів і листів.

Технології виготовлення м'яких штучних шкір досить різноманітні, але можна виділити три основні етапи: підготовка волокнистої основи, нанесення полімерних покриттів, заключна обробка.

Волокниста основа – важливий елемент конструкції, що в значній мірі визначає властивості м'яких штучних шкір. У цій якості використовують різноманітні тканини, трикотаж, папір і різні неткані матеріали, отримані з різних по хімічній природі як натуральних, так і штучних і синтетичних волокон [8].

У виробництві штучних шкір використовують тканини полотняного (або гарнітурного), саржевого (або кіперного) і атласного (або сатинового) переплетення, а також інших складніших переплетень. Тканини досить дорогі, можуть мати різні вади, а також різну здібність до розтягування по основі і утку (анізотропія

властивостей). Все це позначається на формувальних властивостях отримуваних з їх використанням.

Якість і основні властивості штучних шкір на тканий основі визначаються головним чином властивостями використаних тканин. У виробництві штучних шкір найчастіше використовуються тканини простих і складних переплетень. Розрізняють наступні види простих переплетень: полотняне, саржеве і атласне (сатинове).

Ворсові тканини відрізняються тим, що в їх структуру вводять додаткові нитки основи або нитки утку, які розрізають з лицьового боку, утворюючи ворс [3].

Основою штучних шкір до останнього часу служили переважно бавовняні тканини, оскільки вони забезпечують високу адгезію покриття до основи, хорошу сумарну міцність, зносостійкість і малу усадку матеріалу на такій основі. Поряд з тканинами, що виробляються з однієї бавовни, все більшого поширення набувають тканини з бавовни з додаванням віскозних, поліефірних волокон, а також з бавовняної пряжі у поєднанні з віскозними і капроновими нитками.

Тканини повинні володіти високою міцністю, достатнім подовженням при розтягуванні, необхідною щільністю і відносно малим коефіцієнтом стирання для забезпечення нормальної поведінки матеріалу в процесі виробництва штучної шкіри, виготовлення і експлуатації виробів.

Трикотаж – це в'язане полотно, яке створюється однією системою ниток шляхом утворення петель на трикотажній або в'язальній машинах[3]. Трикотаж відрізняється більшою, ніж тканини, розтяжністю і еластичністю. Цей «м'який» матеріал легко формується і володіє високою поглинаючою здатністю. Трикотаж є перспективним матеріалом для виготовлення одягових штучних шкір які використовуються при виготовленні шкіргалантерейних виробів.

Штучна шкіра на трикотажній основі добре розтягується, вона м'яка і краще драпірується в порівнянні з штучними шкірами на тканий основі. Трикотаж, на відміну від тканин, складається з петель, що переплітаються між собою в подовжньому і поперечних напрямках, і виробляється на поперечно-в'язальних і основов'язальних машинах.

Вид переплетення є одним з основних чинників, що визначає властивості трикотажу: міцність і подовження, товщина – поверхневу густину, пружність і ін. Поряд з вказаним великий вплив на властивості трикотажу має щільність, яка в поперечному напрямку визначається числом стовпчиків на мм ширини, а в поздовжньому – числом петельних рядів на мм довжини. Щільність трикотажу залежно від структури змінюється в межах 35 -175 петель. Збільшення щільності приводить до підвищення міцності, стійкості до багатократних розтягувань, зменшення стирання і поліпшення теплозахисних властивостей трикотажу [3].

Властивості м'яких штучних шкір в значній мірі визначаються цим важливим елементом конструкції: від матеріалу основи залежить така якість готових шкір, як міцність, розтяг в різних напрямках, здатність драпіруватися. Для додання більшій міцності і щільності волокнисті основи часто просочують полімерними композиціями [9].

Принципи нанесення полімерних покриттів з різних композицій полягають в їх рівномірному розподілі і фіксації на поверхні волокнистої основи.

При отриманні м'яких штучних шкір покриття наносять з розплавів, розчинів і дисперсій полімерів. При цьому використовують різні технологічні методи і різноманітне устаткування. Проникнення полімеру в покриття може бути як наскрізним, так і поверхневим. Часто використовують поєднання наскрізного просочення волокнистої основи з подальшим нанесенням лицьового полімерного покриття [10, 11].

Для отримання пористої структури полімерного покриття використовують різні способи утворення пор: механічне спінювання, хімічне спінювання шляхом розкладання пороутворювача, вимивання водорозчинних солей, фазове розділення розчинів полімерів, плавлення порошкоподібних полімерів, перфорування і ін. Залежно від вибраного способу пороутворення може бути отримана різна структура пор: замкнута (комірчаста із закритою системою пор), губчата (з відкритими порами) і поєднуючи в собі закриті і відкриті пори різних форм і розмірів. Поверхнева густина (маса одного квадратного метра матеріалу) м'яких штучних шкір залежить від їх типу

і призначення і може змінюватись в широких межах – від декількох десятків грамів до кг/м².

Для отримання покриттів м'яких штучних шкір використовують полімерні композиції на основі різних полімерів, таких, як еластomers (каучуки), полівінілхлориди, поліаміди, нітроцелюлоза, поліуретани, і відповідно в їх назві фігурують приставки еласто-, вініл-, амідо-, нітро-, уретан.

Важливе місце серед м'яких штучних шкір займає велика група матеріалів на основі поліуретанів, створення, виробництво використання яких постійно розвивається і удосконалюється. В Японії і країнах Південно-східної Азії тільки до такого роду матеріалів відносять сам термін "штучна шкіра". А серед таких штучних шкір, у свою чергу, особливе місце займають мікропористі штучні матеріали, що нагадують натуральну шкіру, які наближаються до неї по комплексу фізико-механічних показників та гігієнічних властивостей і що забезпечують найбільший комфорт при використанні в якості матеріалів для виробництва одягу і взуття. Такі шкіри часто називають поромірними або пороміриками, а в Росії - синтетичними шкірами. Вперше такі матеріали були створені в 1963 році фірмою "DuPont" (США) і в 1964 році фірмою "Kuraray" (Японія) під торгівельними марками Corfam і Clarino відповідно [3]. В даний час такі матеріали з лицьовим покриттям і у вигляді замші випускають в різних країнах, місце, що лідирує, серед яких займає Японія (матеріали з торгівельними назвами Кларіно F, Астріно, Амара, Айкас і ін.). Такі матеріали отримують за рахунок покриття розчинами поліефіруретанів використовуючи неткану основу.

Всі м'які штучні і синтетичні шкіри з лицьовим покриттям піддаються заключній обробці шляхом нанесення лакового, або такого, що матує полімерного шару, з використанням операцій тиснення, нанесення друкарського малюнку.

Для м'яких штучних шкір встановлені скорочені назви [12]. Замість повної назви «штучна шкіра» прийнято скорочення – «шчучшкіра». Вказуються призначення шкіри (одягова, галантерейна, оббивна і т. п.) і скорочена назва полімеру, з якого виробляється штучна шкіра (полі вінілхлоридне – вініл, каучукове – еласто, поліамідне – амід, нітроцелюлоза – нітро, поліефіруретанове – уретан і т. п.).

В кінці назви буквами позначається вид основи (Т – тканина, ТР – трикотаж, НТ – неткане полотно).

Вінілштучшкіра виробляється з пористим, монолітним або пористомонолітним покриттям на тканинній або трикотажній основі одним з методів, що розглядалися. Як основа використовуються тканини або трикотажні полотна, що характеризуються м'якістю, еластичністю, високою рухливістю структури. Для покриття застосовують полівінілхлорид (ПВХ), який наноситься безпосередньо на основу. Товщина полімерного шару може бути від 0,1 до 2 мм. На рисунку 1.1 представлена структура багат шарової вінілштучшкіри.

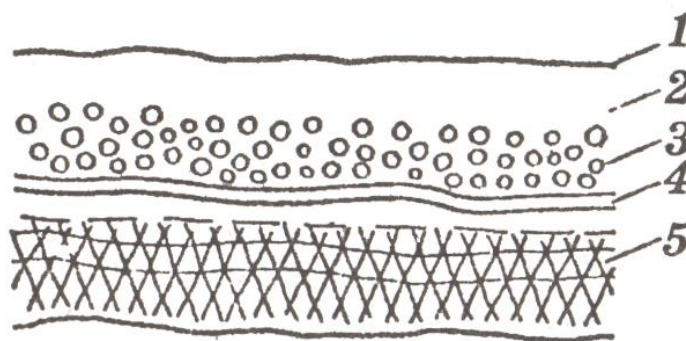


Рисунок 1.1 – Структурна схема вінілштучшкіри: 1-шар обробного лаку; 2-непористий шар полімеру; 3-пористий шар; 4- єднальний шар; 5-основа.

Вінілштучшкіра має красивий зовнішній вигляд, володіє м'якістю пружністю, хорошою драпіруємістю, зниженою теплопровідністю, хорошою вітростійкістю, стійкістю до багатократних деформацій і стирання водонепроникністю і морозостійкістю (до -20°C).

До недоліків вінілштучшкіри відносяться низька паро- і повітропроникність, прорубаємість, які необхідно враховувати при створенні моделей, розробки конструкції і виготовлення одягу.

Застосовується вінілштучшкіру для виробів весняно-осіннього сезону (пальто, півпальта, курток, головних уборів).

Переносним методом виготовляється замшева вінілштучшкіра на тканинній основі. Процес її виготовлення включає наступні етапи [13]:

- 1) нанесення полівінілхлориду на підкладку і термічна обробка без спінювання;
- 2) повторне нанесення полівінілхлориду і одночасне дублювання трикотажним полотном з подальшим спінюванням і желатинуванням покриття при термічній обробці;
- 3) шліфування з боку покриття для отримання замшеподібної поверхні.

Вінілуретанштучшкіра, на відміну від вінілштучшкіри, має полівінілуретанове покриття і виробляється на трикотажній напівшерстяній основі.

Пориста уретанштучшкіра (штучшкіра з пористим поліефіруретановим покриттям) виробляється на трикотажній (з начісуванням) основі, або на ворсованій тканині (зазвичай на вельветоні). В процесі виробництва на металеву, покриту поліетиленовою плівкою, плиту наноситься полімерна маса і потім ворсованою стороною накладається основа (тканина або трикотаж). При подальшому пресуванні під великим тиском і при підвищеній температурі відбувається затвердіння покриття поліефіруретана безпосередньо на основі. В процесі обробки на лицьову поверхню наносяться лаки. Пориста уретан штучна шкіра характеризується легкістю, м'якістю, пружністю і має досить високі гігієнічні властивості близькі до властивостей натуральної шкіри. Вона володіє паропроникністю, водонепроникністю, морозостійкістю (до -40°C), але недостатньою зносостійкістю покриття; поверхнева щільність $370\text{-}400\text{г/м}^2$ [14]. Застосовується пориста уретан штучна шкіра для виготовлення пальто, курток, півпальто, спідниць, жилетів, сарафанів, головних уборів. Вона добре поєднується у виробках з тканинами, трикотажем і нетканими матеріалами.

Вістрам – штучна шкіра з поліуретановим покриттям, отримана тришаровим прямим нанесенням на ворсову поверхню тканини поліуретану. Два нижніх шари не мають фарбника, третій (поверхневий) шар містить пігментну пасту.

Еластоштучшкіри отримують шляхом нанесення каучукового покриття на ткану основу. Еластоштучшкіра – виробляється на основі бавовняного репсу з пористим покриттям двох видів: попередньо – покриттям карбоксилатним каучуком,

а заключно – рпокриттям на основі поєднаних каучуків. Поверхнева густина цієї штучшкіри 540 г/м², призначена вона для спецодягу, який експлуатується при температурах не нижче -40°C.

Еластоштучшкіра - Т маслобензостійка виробляється на основі -бавовняній діагоналі з однобічним латексним покриттям поверхнева щільність штучшкіри 450 г/м².

Для матеріалу одяжного з каучуковим або латексним покриттям в якості основи використовується міцна тканина. Випускається такий матеріал двох видів:

I – з покриттям зі вспіненого латексу;

II – з пористим каучуковим покриттям.

Матеріал пелакс є різновидом штучної шкіри з латексним покриттям. Отримують його шляхом нанесення шару вспіненого латексу на виворітну сторону основи. В якості основи застосовують бавовняні, або шовкові тканини (діагональ, вельвет і ін.).

Пориста амідштучшкіра виробляється шляхом двошарового нанесення на гладку, або ворсовану віскозну тканину розчину поліаміду. Після вимивання в процесі обробки розчинників на лицьову поверхню висушеної шкіри наноситься спиртний розчин поліаміду. Штучна шкіра подібна на натуральну, володіє м'якістю, пружністю, досить високими гігієнічними властивостями.

Штучну замшу отримують шляхом нанесення волокон на поверхню основи електростатичним методом. Особливість технологічного процесу полягає в тому, що волокна малої лінійної щільності (для одягової замші застосовують капронові волокна лінійною щільністю 0,55-0,33 текс, довжиною 0,5-1 мм), отримавши заряд певного знаку, орієнтуються в полі високої напруги у потрібному напрямі і строго вертикально наносяться на поверхню основи покриту клейовим складом і що має заряд протилежного знаку. У результаті досягається досить міцне з'єднання волокон ворсу з клейовою основою і утворюється замшеподібна поверхня. В якості основи використовують тканини, трикотажні, неткані полотна і інші матеріали; для закріплення ворсу застосовують клей на основі поліуретанових, полі-вінілхлоридних епоксидних смол, клеїв-розплавів.

При виготовленні нових зразків штучної шкіри враховується низка вимог. Штучна шкіра для одягу повинна володіти пластичністю, м'якістю, міцністю, подовженням, морозостійкістю і теплостійкістю, високою гігроскопічністю, достатньою паропроникністю.

Зсідання після намокання і висушування в поздовжньому і поперечному напрямках не повинна перевищувати 2%. Поверхнева густина таких матеріалів знаходиться в межах – 200-450 г/м², товщина – 0,5 – 1,5мм [15].

Потрібно звернути увагу, що в Україні відсутнє виробництво штучної шкіри одягового асортименту. На ринку в основному реалізуються штучна шкіра китайського та турецького походження з мінімальними інформаційними даними. Властивості таких штучних шкір практично відсутні про що свідчить відсутність наукових публікацій. Тому виникає необхідність комплексного дослідження ШШ імпортного виробництва.

1.3. Фізико-хімічні, реологічні або конструктивно-ергономічні чинники взаємодії в системі

В швейній промисловості штучна шкіра використовуються для виготовлення верхнього одягу (пальто, куртки, жакети, брюки, жилети та ін.), спортивного одягу, спецодягу, для декоративного оздоблення швейних текстильних виробів, а також для виготовлення верху взуття, устілок і підшов. Крім того, завдяки водонепроникності і формостійкості деякі штучні шкіри використовуються у виробництві головних уборів. Якісні штучні шкіри володіють відповідними гігієнічними властивостями і малою поверхневою щільністю[16, 17].

Асортимент виробів з штучної шкіри дуже широкий. Приклади виробів представлені на рис. 1.2.

Завдяки водонепроникності верхній одяг з штучних шкір призначений для експлуатації в весняно-осінній період в умовах прохолодної, дощової та вітряної погоди при великих фізичних навантаженнях.



Рисунок 1.2 – Вироби із штучної шкіри

Штучну шкіру у швейних виробах часто комбінують з тканинами, трикотажем, штучним хутром, застосовують для оздоблення і окантовки краю деталі [18].

Різноманітність виробів та збільшення обсягів виробництва штучних шкір спонукають до широких досліджень в сфері виготовлення виробів з них. На даний час більшість робіт направлені на вирішення технологічних задач при створенні взуття та галантерейних виробів, в той час як невирішеним лишається завдання створення якісного одягу із нових штучних шкір

Асортимент головних уборів широкий і різноманітний, включає в себе: капелюхи, шапки, берети, кепі, кашкети, шоломи, тюбетейки та ін. [19-21]. Головні убори дуже різноманітні: по формі, силуету, кольоровому рішенню, обробці та розмірах. Ця різноманітність визначається по статево-віковій призначеності головних уборів.

Згідно ДСТУ 2023–91 визначено такі деталі головних уборів: головка, криси, козирок, навушник, тощо (рис.1.3).

Головка – деталь або вузол головного убору, що складається з клинців, денця та стінок або є суцільною. Цю деталь ще називають тулія.

Криси – горизонтально або похило розташована деталь головного убору, що оформлює нижній край головки.

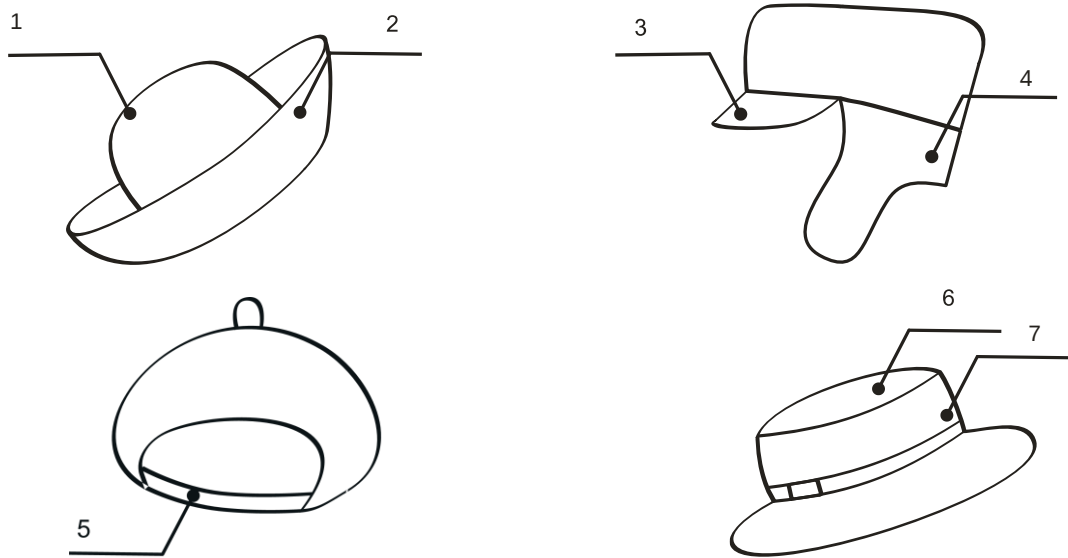


Рисунок 1.3 – Деталі головного убору: 1-головка, 2-криси, 3- козирок, 4- навушник, 5- начільник, 6- денце, 7- стінка.

Козирок – деталь або вузол головного убору для оформлення передньої частини голови. Він може складатися з горішньої та нижньої деталей.

Навушник – деталь головного убору, що закриває вуха й потилицю.

Начільник – деталь головного убору для оформлення виробу з вивороту по внутрішній окружності.

Денце – деталь головки суцільна або з частин, що вкриває маківку голови.

Стінка – деталь головки, суцільна або з частин, що вкриває бокову частину голови.

Бортик – деталь головного убору, суцільна або з частин, що оформлює нижній край головки та прилягає до неї.

Важливою характеристикою форми, стилю і образу є посадка головного убору, показником якої є лінія присаду.

Присад – це лінія, яка проходить у місці членування (або переходу) головки у криси, при відсутності останніх присад відповідає нижньому краю головки головного убору.

Кепі – м'який головний убір з козирком та вузькою околицею.

Основні деталі: головка, козирок, начільник або напів-начільник. Для надання та збереження форми між верхом і підкладкою прокладають бортовку, щільну тканину або клейовий прокладковий матеріал. В середину козирка ставлять жорстку пружну прокладку. Головка кепі може бути різних кроїв – з клинців, суцільновикроєна, реглан. Кепі, також, виготовляють на утеплюючій підкладці з навушниками та напотиличником.

Кепі-берет – головний убір круглої або овальної форми з козирком.

Кашкет (фуражка) – головний убір з козирком і твердою околицею.

Деталі фуражки: денце, стінки верху, околиця, козирок, ремінець, петлі та гудзика, які пришиваються на ремінець. В якості підкладки використовують лляну тканину. Козирок виготовляють лакованим або з основного матеріалу.

Капелюх – головний убір з головками різноманітної форми і розмірів, окремих деталей або суцільна, з крисами чи без них (замість крис козирок). Основні деталі капелюха – головка, криси, підкладка, начільник, деталі внутрішньої підкладки та оздоблення.

Берет – м'який головний убір без козирка і крис круглої або овальної форми, з околицею або без неї.

Капітанка виготовляється з козирком лаковим або із основного матеріалу, з ремінцем лаковим або з витого шовкового шнура, з твердою стійкою спереду або напуском, з простроченим кантом по околиці.

Жіночі головні убори, так як і верхній одяг, постійно змінюються в залежності від сезону і моди. Різнманітність виробів залежить від виду матеріалів, фурнітури, оздоблення.

Штучна шкіра для виготовлення одягу повинна мати властивості, що дозволяють забезпечувати високі експлуатаційні, ергономічні, естетичні та економічні показники якості одягу. Ці показники залежать від структури основи і природи полімеру, застосованого для отримання лицьового шару штучної шкіри, і визначаються функціональним призначенням виробу [9].

До основних фізико-механічних властивостей штучних шкір відносяться еластичність, м'якість, драпірувальність, міцність зчеплення полімерного покриття з волокнистою основою, подовження, опір ниткових швів і т.д. Наприклад, штучні шкіри на трикотажній основі володіють більшою розтяжністю, м'якістю і кращою драпірувальністю в порівнянні з штучними шкірами на тканинній основі. В якості волокнистої основи штучних шкір для одягу використовують трикотажні полотна різних переплетень, виготовлені з бавовняної пряжі, віскозних і синтетичних ниток. Використовуючи різні за своєю природою нитки та види переплетень, можна створювати широкий асортимент трикотажних полотен з необхідними властивостями для основи штучних шкір.

Властивості штучної шкіри можуть поділятися на наступні групи [16]:

- розмірні – довжина, ширина та товщина і маса;
- механічні – міцність і видовження при розриванні, стійкість до багаторазового згинання, стирання, жорсткість та ін.;
- фізичні – гігроскопічні властивості (вологість, гігроскопічність, вологовіддача, намокаємість та ін.), повітро-, паро- і водопроникність;
- теплові – теплопровідність, температуропровідність, теплоємність, тепло- і термостійкість, морозостійкість.

При підборі матеріалів для виготовлення одягу особливу увагу слід звертати на якість штучної шкіри та відсутність дефектів, які можна поділити за [22]:

- можливістю виявлення (явний, прихований);
- значимістю (критичний, значимий, малозначимий);
- формою (по площині, лінійний);
- походженням (сировинний, виробничий, від неправильного зберігання та упаковки);

- причиною виникнення (виконавець, обладнання, технологія, якість праці);
- можливістю виправлення (виправний, невиправний).

Показники технологічності характеризують властивості штучної шкіри, які забезпечують виготовлення з них різноманітних виробів по найбільш ефективній технології. В дану групу входять наступні показники: ширина, м; опір вириванню шпильки, Н/м; усадка, %; міцність зв'язку покриття з тканиною, Н/м.

При визначенні призначення штучної шкіри розглядають показники їх якості, специфічні (розривальне зусилля, Н; видовження під час розриву, %; стійкість багатократним згинам, цикли; стираємість, мг/Дж) і спеціальні (термостійкість, °С; стійкість до дії концентрованих кислот та лугів; вогнестійкість; прогриваємість, °С; стійкість до дії нафтопродуктів, розчинників, масел та ін.)

Естетичні показники характеризують властивості штучної шкіри, які відображають зовнішній вигляд: характер рисунку тиснення чи друку; шкіроподібність; відповідність сучасному напрямку моди і т.ін.

Показники надійності характеризують здатність штучної шкіри виконувати свої функції протягом встановленого часу при зберіганні певних значень показників. До цієї групи показників відносять: термін зберігання матеріалів, стійкість пофарбовання покриття і друку до тертя, стійкість до дії світла.

Ергономічні показники характеризують продукцію з точки зору найкращої відповідності її особливостям людського організму.

Гігієнічні показники забезпечують умови життєдіяльності і працездатності людини при взаємодії із штучною шкірою (повітропроникність $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$; паропроникність, $\text{мг}/(\text{см}^2 \cdot \text{год})$; намокаємість, %; гігроскопічність, %; вологовіддача, %; теплопровідність, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ та ін.

До фізіологічних та психофізіологічних показників відносять: зручність чистки, нешкідливість та ін.

Техніко-економічні показники: собівартість, оптова ціна, трудомісткість визначають доцільність виробництва [23].

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

1. Встановлено високу перспективність розвитку сегмента розумного одягу (Smart Clothing), зокрема інтеграції спеціальних оздоровчих модулів (активної терморегуляції та біомоніторингу) у конструкцію головних уборів. Доведено, що це дозволяє розширити їхню традиційну захисно-естетичну функцію, перетворюючи виріб на активний елемент підтримання життєдіяльності та здоров'я людини.

2. Обґрунтовано вибір штучної шкіри як основного матеріалу зовнішньої оболонки проєктуемого виробу завдяки її високим вітро- та вологозахисним властивостям, зносостійкості та еко-орієнтованості. Разом із тим, виявлено її чітке обмеження – низьку паро- та повітропроникність, що створює інженерний виклик і потребує розробки особливих конструктивних рішень для вентиляції підкапелюшного простору.

3. З'ясовано біофізичні чинники взаємодії елементів у системі «голова людини — пакети матеріалів — оздоровчі модулі». Визначено, що функціонування апаратних компонентів (зокрема напівпровідникових елементів Пельтьє) вимагає суворого розрахунку теплового балансу між зонами теплопоглинання та тепловіддачі для унеможливлення термічного чи механічного дискомфорту споживача.

4. Доведено необхідність застосування розширеного ергономічного підходу при розробці конструкції головного убору. Просторова задача раціонального розміщення електронних вузлів, гнучких плат та джерел живлення всередині внутрішніх шарів виробу має вирішуватися з урахуванням антропометричних особливостей голови та динамічних деформацій головного убору під час носіння.

5. Виявлено відсутність типізованих інженерних алгоритмів та виробничих рекомендацій для проєктування смарт-виробів головних уборів зі штучної шкіри. Це підтверджує актуальність нашого дослідження та вказує на безпосередню необхідність проведення у другому розділі математичного планування експерименту для обґрунтування оптимальних конструктивних параметрів та шарів проєктуемого пакета.

2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1. Вибір базових пакетів матеріалів

Аналіз сучасного стану швейного виробництва України свідчить, що більшість підприємств галузі працює на давальницькій сировині. Це, з однієї сторони створює певні складнощі в визначенні режимів роботи обладнання в зв'язку з відсутністю інформації, а з другої – дозволяє зберегти виробничий персонал підприємства.

Обґрунтований вибір матеріалів у значній мірі впливає на якість виробу, його зовнішній вигляд, формостійкість, зручність при експлуатації, а також на можливість застосування сучасної технології та обладнання для його виготовлення.

Останнім часом з'являється все більше нових видів штучних шкір із новими малодослідженими властивостями. Це спонукає до необхідності більш глибокого різностороннього вивчення їх властивостей. В зв'язку з цим нами були більш детально досліджені в'язкопружні властивості штучних шкір і пакетів на їх основі, з урахуванням яких вирішувались питання забезпечення формостабільності за рахунок дублювання клейовими прикладними матеріалами.

Виходячи з цього в якості предметів дослідження були взяті штучні шкіри виготовлення Туреччини: штучна шкіра на тканій основі, штучна шкіра на нетканій основі та клейові прокладкові матеріали фірми Hensel артикулів 5195/2BS4 та 4771/4BS6. Характеристика матеріалів приведена в таблиці 2.1 та таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 – Характеристика штучних шкір

Умовне позначення	ШШ на тканій основі	ШШ на нетканій основі
Основа	ткана	неткна
Волокнистий склад, %	100 бавовна	100 ПЕ
Тип покриття	ПУ	ПУ

Товщина,мм	1,1	0,9
Колір	Чорний	Чорний
Виробник	Туреччина	Туреччина

Таблиця 2.2 – Характеристика клейових прокладкових матеріалів

Умовне позначення (артикул)	5195/2BS4	4771/4BS6
Основа	неткана	ткана
Волокнистий склад,%	100 ПЕ	100 ПЕ
Вид клею	Поліамід	поліамід
Товщина,мм	0,2	0,6
Щільність нанесення клейового покриття, точок/см ²	52	52
Температура плавлення точок, °С	від 120	від 120
Виробник	Німеччина	Німеччина

Вивчення матеріалів проводиться шляхом різноманітних досліджень, які втілюються експериментальними методами і узагальнюються теоріями руйнування та деформації [29].

2.2. Розробка методики аналізу головного убору зі штучної шкіри із додаванням спеціальних оздоровчих модулів

При проектуванні головних уборів з штучної шкіри суттєвою проблемою є забезпечення формостабільності пакету. Ця проблема може бути вирішена за умов об'єктивної інформації про в'язкопружні властивості як штучної шкіри, так і матеріалів, що входять до складу пакету виробу.

У зв'язку з цим виникає необхідність більш детального визначення первинних властивостей матеріалів та забезпечення необхідної формостійкості деталям одягу за

рахунок застосування клейових прокладкових матеріалів.

Для операцій формування та формозакріплення деталей одягу, які реалізуються за рахунок використання процесів ВТО та дублювання клейовими прокладковими матеріалами, найважливішими є показники жорсткості, розшарувальне зусилля клейового з'єднання.

При оцінці вихідних властивостей матеріалів значно ефективнішим є застосування неруйнівних методів контролю таких показників, як динамічний модуль пружності E_d та декремент затухання δ . Динамічний модуль пружності являється найважливішим показником деформаційних властивостей матеріалів. Він є мірою стійкості матеріалу до деформувань під дією зовнішнього навантаження. Логарифмічний декремент затухання є мірою здатності досліджуваного матеріалу до поглинання енергії. Чим вищий показник декременту затухання, тим здатність до поглинання енергії більша.

Використання динамічних методів навантаження матеріалів у межах лінійної в'язкопружності дозволяє, не руйнуючи матеріал, за амплітудно-частотними характеристиками при різних видах деформації визначити величину сили тертя, коефіцієнт жорсткості та інші деформаційні показники [42, 43].

Приступаючи до конструювання головних уборів, необхідно мати точно зняті виміри з голови людини і попередньо створеної форми[50].

Основні лінійні виміри голови представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Основні виміри голови

Основні виміри голови	Величини об'ємів по віковим групам, см		
	чоловіки	жінки	діти
Горизонтальний обхват голови	58,0	56,0	54,0
Вертикальний обхват голови	68,0	65,0	62,0
Поздовжній діаметр	19,2	18,3	17,6
Поперечний діаметр	15,5	15,0	14,6
Фізіологічно-мімічна висота обличчя	18,4	17,8	17,3

Горизонтальний обхват голови P вимірюють навколо голови через найбільш виступаючі точки лобової і потиличної кісток (рис.2.7). Вертикальний обхват голови визначають вертикально (вздовж голови): зверху – через найвищу точку склепіння черепа по сагітальній лінії, знизу – через найбільш виступаючу точку нижнього краю

нижньої щелепи 1. Потім визначають найбільший діаметр 2, передньозадній (поздовжній) діаметр 3, фізіологічно-мімічну висоту обличчя 4. Для вимірювання голови використовуються сантиметрові стрічки (обхвати), штангель циркулі з подовженими ніжками (висоти), і малі товстотні циркулі (ширини).

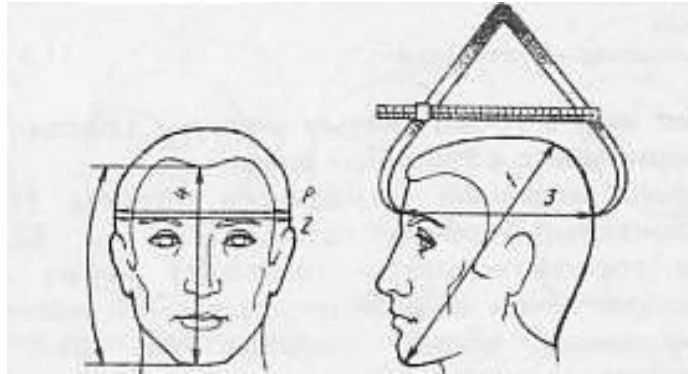


Рисунок 2.7 – Основні лінійні виміри голови

При конструюванні головних уборів потрібно розрізняти зовнішні та внутрішні розміри. Внутрішні розміри визначаються розміром і висотою голови. В конструюванні головних уборів основною початковою лінією є лінія ободка, яка дорівнює окружності голови або розміру головного убору.

Зовнішні розміри визначають по поверхні головного убору сантиметровою стрічкою (чи рулеткою), при цьому стрічка повинна щільно прилягати до головного убору.

При конструюванні головних уборів необхідно знати, з яких деталей складається виріб, методи його обробки, виміри головного убору або форми.

Технологія виготовлення. В промисловому виробництві існують різноманітні способи з'єднання деталей: нитковий, клейовий і заклепувальний [51].

Нитковий спосіб – це з'єднання двох або більше шарів матеріалу скріплюючи ми стібками.

Клейовий спосіб здійснюється за допомогою термопластичного клею. Цей спосіб з'єднання переважно використовується для фронтального дублювання, що дозволяє створити та зберегти стійку форму деталей та головного убору в цілому.

Заклепкове з'єднання. У виробництві головних уборів металеву та пластикову фурнітуру (гудзики, кнопки, блочки) закріплюють за допомогою заклепкових з'єднань на спеціальних пресах для установки фурнітури.

В залежності від моделі головні убори виготовляються на підкладці або на підкладці з утеплювачем.

У виробках зі штучної шкіри для повітрообміну на деталях роблять отвори (блочки). Блочки, також, можуть бути декоративним оформленням виробу.

При виготовленні виробів з штучної шкіри необхідно враховувати властивості, притаманні їй при пошитті.

При розкрії деталі фіксуються клейкою стрічкою, або розмічаються кульковою ручкою або олівцем.

Машинні голки для зшивання деталей одягу рекомендується використовувати № 80-100, залежно від товщини і якості матеріалу. Можна використовувати спеціальні голки для шкіри (вони мають кінчик, який скошений з двох сторін).

При обробці виробів зі штучної шкіри шви розстрочуються або настрочуються, так як ці головні убори не піддаються волого-тепловій обробці. Ширина шва зшивання $0,5 \div 0,6$ см. якщо по моделі заплановане «навалювання» шва, то ширина шва $0,8 \div 0,9$ см при навалюванні $0,4 \div 0,5$ см; $0,5 \div 0,6$ см – при «навалюванні» $0,2 \div 0,3$ см.

Обробка швів відбувається на безпосадочній машині. Для зменшення тертя рейки машини з матеріалом штучну шкіру змазують машинним маслом.

2.3. Визначення в'язкопружних властивостей

Установка ПЖУ-12М (рис. 2.1) призначена для визначення жорсткості та пружності штучних та синтетичних шкір, плівкових і клейових матеріалів, пакетів одягу [44] .

Основу установки складають технічні ваги з коромислом 12, ліва чаша 8 яких має натискну ділянку 7 для передачі навантаження на зразок, закріплений у вигляді кільця на знімній ділянці 6. Столик 5 піднімається і опускається за допомогою ручки 2 зубчато-рейкового маховика. Шкала 4, закріплена на осі маховика, служить для вимірювання висоти підйому столика з зразком. Затискач 3 призначений для фіксації столика 5 в заданому положенні.

З бункера 11 на ліву чашу 8 ваг за допомогою електродвигуна 13 і перемикача 10 ручного управління через трубку-штуцер 9 подаються металеві кульки діаметром

$3,96 \pm 0,02$ або $4,00 \pm 0,02$ мм, $5,95 \pm 0,02$ або $6,00 \pm 0,02$ мм відповідно масою $0,26 \pm 0,01$ або $0,88 \pm 0,02$ г. Кульки з бункера в чашу ваг падають з висоти 26 ± 1 мм; частота падіння кульок масою $0,26$ г – 40 ± 2 мин⁻¹, масою $0,88$ г – 28 ± 1 мин⁻¹. Сигнальні лампи 19 та 20 загораються відповідно при ввімкненні установки електромережу за допомогою тумблера 17 та пуску електродвигуна.

Для визначення жорсткості готуються зразки: вирізають смужки в поздовжньому та поперечному напрямку шириною 20 ± 1 мм та довжиною (в залежності від ступеня жорсткості матеріалу) 70 ± 1 , 95 ± 1 , 160 ± 1 .

Перед випробуванням зразок кондиціонують при нормальних умовах. Потім його згинають у вигляді кільця лицьовою стороною наверх і закріплюють за допомогою пластини шириною $10 \pm 0,2$ мм на знімній ділянці 6. При цьому перевіряють діаметр кільця у вертикальному положенні: він повинен бути 22, 30, 51мм відповідно.

Рухомий контакт 15 встановлюють в положення, відповідне заданому прогину зразка (при прогині на $\frac{1}{3}$ діаметра кільця заданий прогин повинен бути 7, 10, 17мм відповідно).

Перед початком випробування на ліву чашу установки кладуть вантаж масою 100мг, необхідний для дотику натискної ділянки з кільцем, і піднімають коромисло ваг. Потім переміщують столик зі зразком плавно вверху, доводять вільце до дотику з натискною ділянкою і виводять стрілку ваг в нульове положення.

Кнопкою 18 вмикають електродвигун подачі кульок і навантажують чашу ваг кульками до моменту автоматичного вимкнення електродвигуна при дотику стрілки 14 з рухомим контактом 15. Коромисло ваг опускається та по електромагнітному лічильнику 1 визначають кількість кульок в чаші, підраховують їх загальну масу

Жорсткість з похибкою не більше $0,1$ сН розраховують множенням кількості кульок на масу однієї кульки. За показник жорсткості приймають середнє арифметичне результатів випробування трьох зразків.

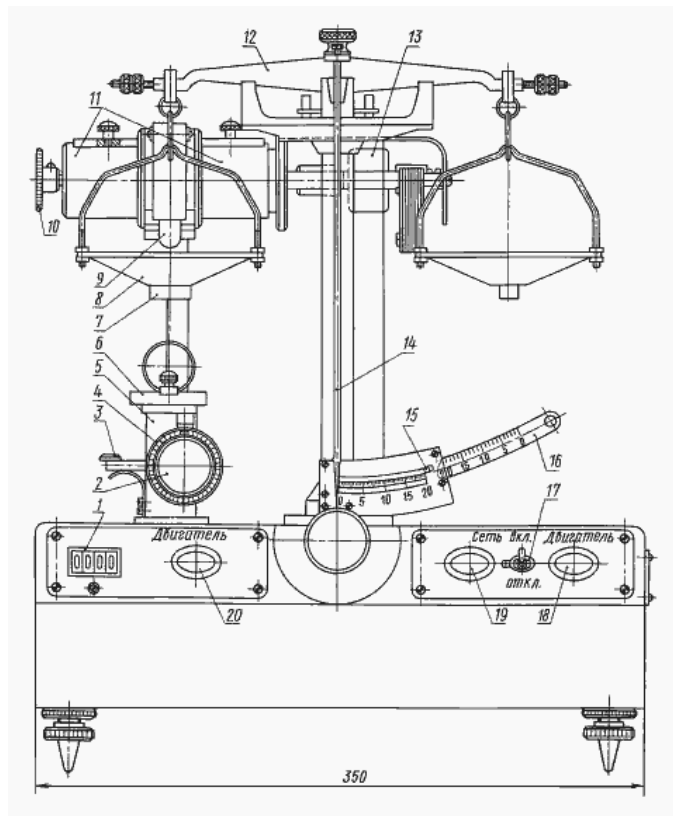


Рисунок 2.1 – Схема установки ПЖУ-12М

Установка УДМ-1 призначена для визначення динамічного модуля пружності та декременту затухання клейових, текстильних матеріалів і пакетів на їх основі [45].

Технічні дані:

Вид коливань по типу деформації зразка.....	повздовжні
Діапазон частот синусоїдальних коливань, Гц.....	0,1-2000
Допустима похибка реєстрації моменту резонансу, с.....	10-5
Відстань між затискачами, мм.....	10-20
Найбільша товщина(діаметр) зразків, мм.....	2
Номінальне значення маси змінних вантажів, кг.....	0,005-0,25
Допустима похибка вимірів періоду коливань, %.....	0,25
Габаритні розміри дослідної установки, мм.....	1150×600×1350
Маса установки, кг.....	70

Будова та принцип роботи.

Загальний вигляд установки УДМ-1 представлений на рисунку 2.2.

Установка складається із:

- механічної частини – 1;
- системи збудження і реєстрації коливань – 2;

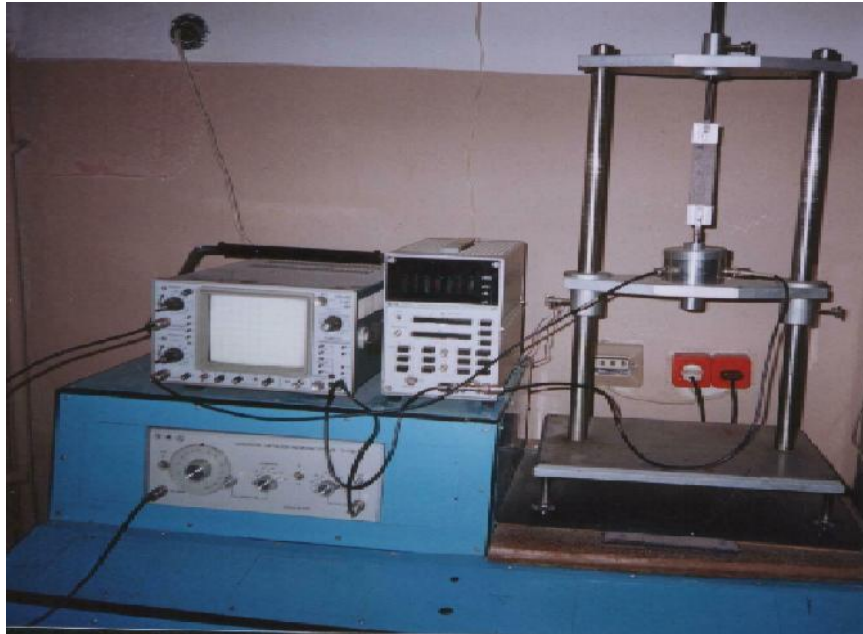


Рисунок 2.2 – Загальний вид установки УДМ-1

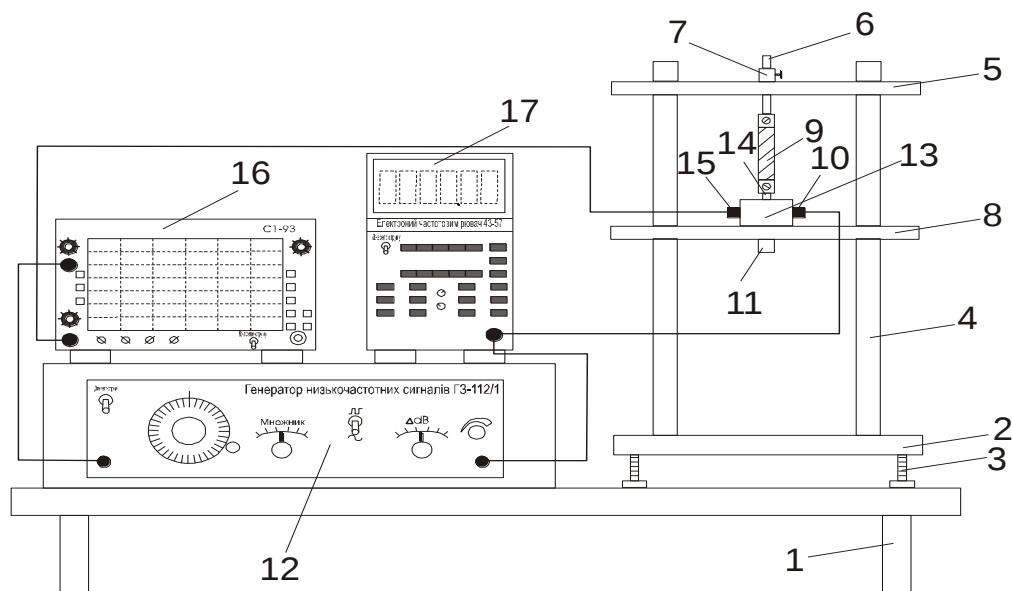


Рисунок 2.3 – Структурна схема установки УДМ-1

Механічна частина установки (рис. 2.3) складається із корпусу 1, на який встановлена силова рама. Основою силової рами являється плита 2 з регулювальними

гвинтами 3, на якій кріпляться дві направляючих колони 4, з'єднаних верхньою нерухомою траверсою 5. До останньої кріпиться верхній захват 6, який може переміщуватись по втулці 7, змінюючи при цьому робочу довжину зразка 9. Між плитою 2 і верхньою траверсою по направляючим колонам 4 переміщується рухома траверса 8, на якій кріпиться система збудження коливань.

Стержень-вантаж 14 представляє собою постійний феритовий магніт, поміщений в тонку латунну трубку, яка являється екраном. Верхній кінець стержня 14 має пластинчатий затискач з накладною губкою. Накладна губка має направляючі бортики, які забезпечують центрування осі зразка 9 вздовж осі стержня-вантажа 14. Маса стержня-вантажа 14 рівна 0,0407 кг.

Система збудження коливань вібраційної системи складається із збуджуючої котушки 10 і задаючого генератора низької частоти 12.

Система реєстрації коливань складається із реєструючої котушки 15, яка встановлена в верхній частині 13 екрана-утримувача 11, підсилювача, двухкоординатного осцилографа 16 і електронного частотовимірювача 17.

Принцип роботи установки.

Випробовування проводять при температурі приміщення $20 \pm 3^\circ\text{C}$. При даній температурі зразки повинні знаходитись в приміщенні перед випробуванням не менше однієї години.

Ввімкнути в мережу звуковий генератор, осцилограф, електронно-обчислювальний частотовимірювач і залишити їх на годину. Після цього виконується балансування звукового генератора. Для цього «регулятор виходу» ставлять в середнє положення, лімби «частота» і «регулювання» ставлять в нульове положення і повертаючи лімб «виставлення нуля», досягають тонкої, змінної протягом часу, темної полоси на екрані індикатора. Після балансування звукового генератора «регулятор виходу» переводять в положення «10», що відповідає напрузі збуджуючого соленоїда 0,1В.

Балансування осцилографа проводять в наступному порядку: спочатку балансують канал вертикального підсилення, потім канал горизонтального підсилення.

Електронно-обчислювальний частотовимірювач – хронометр встановлюють в режим вимірювання періоду. Для цього необхідно виконати наступне:

- а) встановити перемикач «рід роботи» в положення «Т»;
- б) встановити перемикач «множник періодів» в положення, яке відповідає кількості вимірюваних періодів ($X_1, X_{10}, \dots, X_{104}$) на розсуд оператора, в залежності від точності і швидкості вимірювання;
- в) встановити тумблер в положення «Ручн. зовн.»;
- г) встановити перемикач «позначки часу» в одне з п'яти можливих положень в залежності від точності вимірювань, яка вимагається;
- д) встановити перемикач полярності, відповідно положенню;
- е) подати на «вхід 1» сигнал вимірюваного періоду.

Зразки закріплюються у затискачах установки вертикально так, щоб повздовжня вісь зразка співпадала з лінією дії навантаження.

Ввімкнути тумблер звукового генератора «вихід» і подати напругу 0,1В на соленоїд збудження. Плавню змінюючи частоту генератора, ручкою «частота» на екрані осцилографа реєструємо момент резонансу, що відповідає максимальній розгортці прямої лінії. Ручкою осцилографа «вертикальне підсилення» встановлюють розмір прямої лінії таким чином, щоб вона вписувалась у чотири розмірні квадрати по екрану осцилографа.

Натисканням на частотовимірювачу кнопки «вимірювання» вимірюють період T_p резонансних коливань. Значення T_p заносять в графу таблиці 1. Ручку на генераторі «рег. Виходу» переводять в положення «0», що відповідає напрузі 0,3 В на соленоїді збудження.

Плавню змінюючи частоту генератора вище і нижче моменту резонансу, знаходять такі значення періоду T_1 і T_2 , при яких амплітуда коливань рівна її резонансному значенню, тобто розгорнута лінія є вписаною в чотири розмірні квадрати.

Виготовлення експериментальних зразків:

Перед випробовуванням обчислюють площу поперечного перерізу зразка з точністю до 10^{-9} м^2 ($0,001 \text{ мм}^2$).

1. Зразки для випробувань матеріалів виготовляються шляхом вирізання з полотна стрічок з довжиною робочої частини $100 \pm 0,5 \text{ мм}$ та шириною $30 \pm 0,5 \text{ мм}$, при цьому товщина зразка дорівнює фактичній товщині досліджуваного полотна.
2. Паралельності ниток необхідно дотримуватись по всій довжині зразка з точністю $0,01 \text{ мм}$.
3. Перед випробуванням перевірка товщини зразка по всій довжині з точністю до $0,1 \text{ мм}$. Для визначення товщини полотна використовується товщиномір типу ТВЗО-128; товщина зразка визначається з інтервалом 10 мм . За результат приймається середнє арифметичне з усіх значень (не менше трьох).
4. При всіх вимірюваннях і підрахунках частки меншої половини вказаної точності при розрахунках не враховується, а частки, рівні і більші половини, приймаються за цілу одиницю.
5. Кількість зразків, взятих для випробовування при одному рівні навантаження повинна бути не менша трьох.
6. Відібрані зразки зберігаються в спеціальних камерах із забезпеченням нормальної температури та вологості: температура $20 \pm 1^\circ \text{C}$; відносна вологість $65 \pm 5\%$.

Обробка результатів експерименту:

Обчислення модуля пружності (1-го роду) в Н/м^2 виконують за формулою:

$$E_1 = \frac{4\pi^2 l_0 M_{\text{гг}}}{F T p^2}, \quad (2.1)$$

де $\pi = 3,14$;

l_0 - робоча довжина зразка (м);

$M_{\text{гг}}$ - маса стержня вантажу (кг);

F - площа поперечного перерізу зразка (м^2);

T_p - значення періоду коливань, відповідно моменту резонансу (с);

E_1 -модуль пружності (Н/м²).

Обчислення логарифмічного декременту затухання виконується за формулою:

$$\delta = \frac{\pi(T_1 - T_2)T_p}{T_1 T_2 \sqrt{N^2 - 1}}, \quad (2.2)$$

де T_1 і T_2 - значення періоду коливань, при яких амплітуда коливань рівна її резонансному значенню (причому T_1 більше T_2) (с);

T_p - значення періоду коливань, відповідне моменту резонансу (с);

N - коефіцієнт збільшення збуджуючої сили.

Обчислення модуля пружності виконують з точністю до 10 Н/м². За результат випробування приймають середнє арифметичне значення $\bar{E}_1$ Н/м², і середнє квадратичне відхилення результатів модуля пружності $\bar{S}_{E_1}$, які обчислюються по формулам:

$$\bar{E}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n E_n}{n}, \quad (2.3)$$

$$\bar{S}_{E_1} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (E_1 - E_2)^2}}{n(n-1)}, \quad (2.4)$$

де n - кількість зразків.

Індивідуальні величини модуля пружності, які не вміщуються в інтервалі $\bar{E}_1 \pm 2\bar{S}_{E_1}$, відкидають. Виконують підрахунок нового середнього арифметичного модуля пружності для всіх інших значень нового середнього квадратичного відхилення. При цьому кількість зразків, для яких підраховують нові величини, не повинна перевищувати трьох.

Обчислення логарифмічного декременту затухання виконують з точністю до 10⁴. За результат дослідження приймають середнє арифметичне значення логарифмічного декременту затухання, δ , із усіх визначених значень і середнє

квадратичне відхилення результатів логарифмічного декременту, $\dot{S}_\delta$, які обчислюють по формулам:

$$\bar{\delta} = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_i}{n} \quad (2.5)$$

$$\bar{S}_\delta = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{(\delta_i - \bar{\delta})^2}}{n(n-1)} \quad (2.6)$$

де n - кількість зразків.

Індивідуальні величини логарифмічного декременту затухання, які не входять в інтервал $\bar{\delta} \pm 2S_\delta$ відкидають. Виконують підрахунок нового середнього арифметичного значення логарифмічного декременту затухання для всіх інших значень і нового середнього квадратичного відхилення. При цьому кількість зразків, для яких підраховують нові величини, не повинна перевищувати трьох.

Результати обчислень модуля пружності та декременту затухання представляють в графічному вигляді, використовуючи полярні діаграми.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Сформовано та охарактеризовано експериментальний пакет матеріалів головного убору, який поєднує зовнішній шар зі штучної шкіри, внутрішню гігієнічну підкладку та інтегровані елементи спеціальних оздоровчих модулів (напівпровідникові елементи Пельтьє, мікроконтролерні плати та датчики моніторингу).

2. Визначено раціональні топографічні зони розміщення апаратних компонентів у конструкції головного убору. На основі антропометричного аналізу форми голови обрано ділянки, які є найбільш ефективними для активної терморегуляції та водночас зазнають найменшого механічного тиску, що гарантує ергономічний комфорт під час носіння.

3. Розроблено комплексну лабораторну методику випробувань для оцінювання показників мікроклімату підкапелюшного простору. Методика дозволяє в реальному часі фіксувати динаміку зміни температури та відносної вологості, а також контролювати пружно-деформаційні властивості штучної шкіри під впливом локального нагріву й охолодження.

4. Розроблено програму багатофакторного експерименту для математичного моделювання процесу терморегуляції. Для оптимізації конструктивно-технологічних параметрів було обрано план повного факторного експерименту типу 2^3 де вхідними незалежними факторами визначено: силу струму живлення смарт-модуля (X1), площу вентиляційних каналів (X2) та товщину теплоізоляційного прошарку пакета матеріалів (X3).

5. Побудовано геометричну модель факторного простору у вигляді куба, вісім вершин якого відповідають унікальним комбінаціям рівнів варіювання параметрів. Це забезпечує повне охоплення області проєктування, необхідне для отримання адекватного рівняння регресії та точного пошуку оптимального режиму функціонування смарт-виробу в третьому розділі.

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Визначення динамічних властивостей вихідних матеріалів

Методика визначення динамічних властивостей матеріалів проводилася на установці УДМ-1. В кожному з варіантів досліджень застосовувалось по п'ять елементарних проб, що дало можливість отримати більш точні значення показників (табл.3.1, рис.3.1 та рис.3.2)

Дослідження виявили повздовжньо виражений характер модуля пружності E_0 штучної шкіри на тканий основі та клейових матеріалів і діагонально виражений характер штучної шкіри на нетканій основі.

В той же час дикремент затухання δ ШШ на нетканій основі і арт. 5195/2BS4 мають ортотропний характер, а ШШ на тканий основі і арт. 4771/4BS6 – діагональний.

Проектування сучасних головних уборів із підвищеною функціональністю вимагає детального вивчення поведінки пакетів матеріалів в умовах, максимально наближених до реальної експлуатації. На відміну від статичних навантажень, динамічні впливи (багаторазове розтягування, згинання, стиснення), що виникають під час одягання, носіння та взаємодії виробу з антропометричною поверхнею голови, зумовлюють складні реологічні процеси в структурі штучної шкіри. Нами, як здобувачами вищої освіти, було проведено комплексне дослідження динамічних характеристик вихідних матеріалів для забезпечення довговічності конструкції та надійної фіксації інтегрованих оздоровчих модулів.

Основними показниками, що характеризують динамічні властивості штучної шкіри на тканинній або трикотажній основі, є втомостійкість при багаторазовому згинанні, швидкість релаксації напружень та коефіцієнт динамічної пружності. Для експериментального визначення цих параметрів використовувалися спеціалізовані лабораторні установки, які дозволяють моделювати циклічні деформації з заданою частотою та амплітудою. Зразки штучної шкіри піддавалися випробуванням у стандартних кліматичних умовах після попередньої витримки протягом 24 годин. Особливу увагу було приділено вивченню змін механічних властивостей матеріалу в

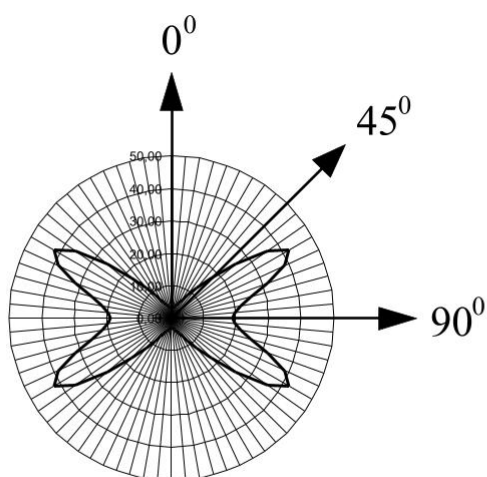
зонах локального термічного впливу від елементів Пельтьє, оскільки температурні коливання можуть суттєво впливати на рухливість макромолекул полімерного покриття.

Таблиця 3.1

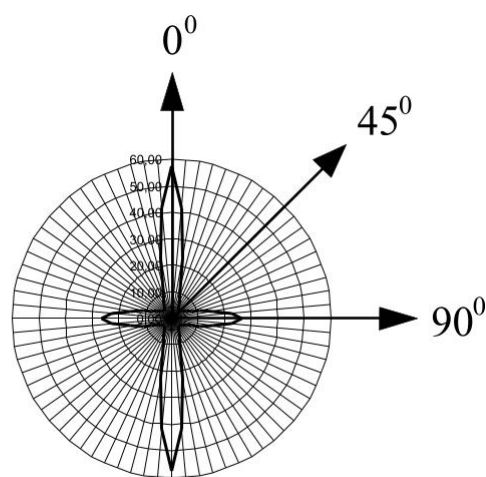
Показники динамічних властивостей експериментальних зразків штучної шкіри

Найменування показника динамічних властивостей	Напрямок розкрою зразка	Значення показника для вихідного матеріалу	Значення показника після термічного впливу (45°C)	Метод лабораторного випробування / Обладнання
Втомостійкість до багаторазового згинання, кілоциклів	Подовжній	120 ± 5	105 ± 4	Метод згинання на флексометрі / Прилад ФЗ-2
	Поперечний	95 ± 4	82 ± 6	
Коефіцієнт динамічної пружності, %	Подовжній	84,2	79,5	Циклічне розтягування (частота 1 Гц) / Динамометр
	Поперечний	76,8	71,2	
Залишкова деформація після 1000 циклів, %	Подовжній	3,2	4,8	Релаксаційний аналіз деформацій /

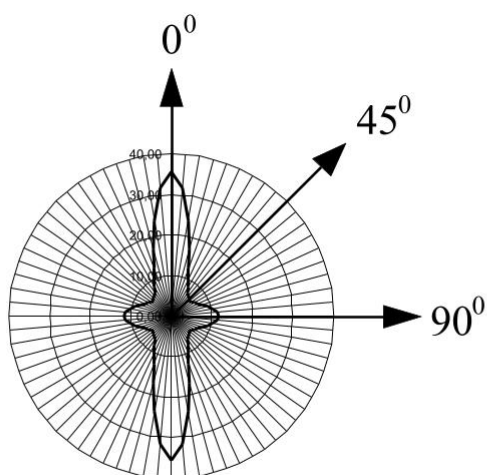
Найменування показника динамічних властивостей	Напрямок розкрою зразка	Значення показника для вихідного матеріалу	Значення показника після термічного впливу (45°C)	Метод лабораторного випробування / Обладнання
				Лабораторна установка
	Поперечний	5,4	7,1	



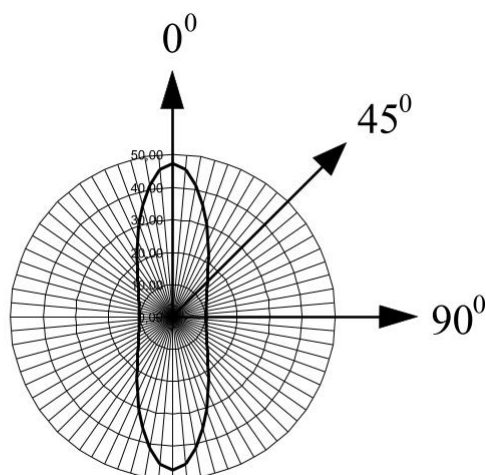
ШШ на нетканій основі



ШШ на тканий основі

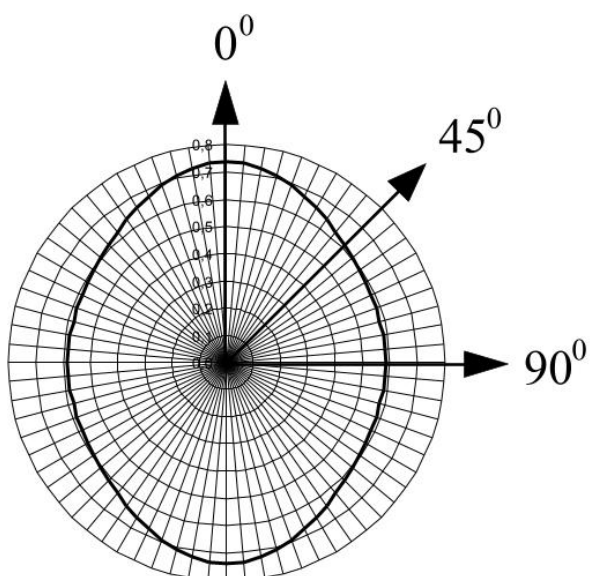


арт. 4771/4BS6

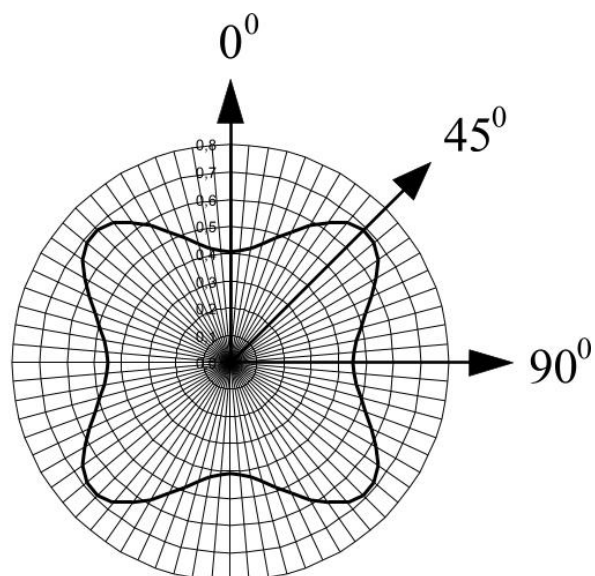


арт. 5195/2BS4

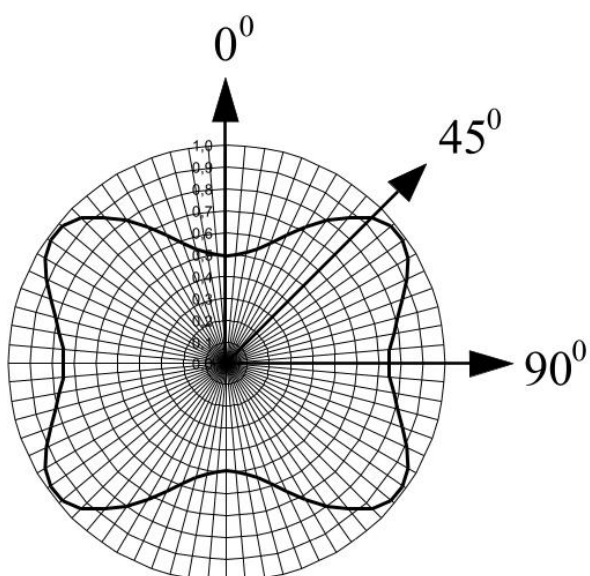
Рисунок 3.1 – Діаграми показників модуля пружності E_d , МПа вихідних матеріалів



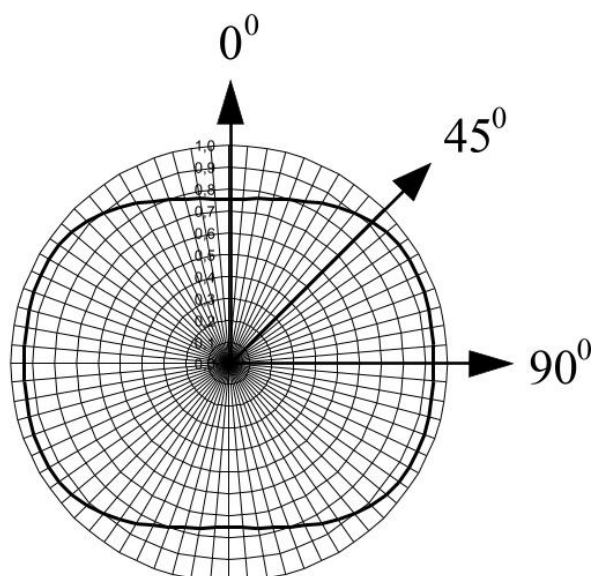
ШШ на нетканій основі



ШШ на тканій основі



арт. 4771/4BS6



арт. 5195/2BS4

Рисунок 3.2 – Діаграми показників декременту затухання δ вихідних матеріалів

Таблиця 3.2 – Результати досліджень динамічного модуля пружності та декременту затухання вихідних матеріалів

Предмет досліджень	Взаємне розташування	Динамічні характеристики	
		$E\delta$, МПа	δ
ШШ на нетканій основі	0°	3,18	0,74
	45°	17,37	0,61
	90°	18,70	0,58

ШШ на тканий основі	0°	57,46	0,41
	45°	4,07	0,69
	90°	26,47	0,45
Клейовий матеріал арт. 4771/4BS6	0°	35,67	0,49
	45°	6,07	0,94
	90°	11,63	0,75
Клейовий матеріал арт. 5195/2BS4	0°	47,36	0,75
	45°	14,98	0,92
	90°	10,31	0,94

Аналіз отриманих експериментальних даних свідчить про наявність вираженої анізотропії динамічних властивостей штучної шкіри в напрямках основи та піткання. Встановлено, що за умов циклічного навантаження матеріал виявляє схильність до накопичення залишкових деформацій, яка помітно зростає під впливом локального підвищення температури до 45°C. Це може призвести до поступової втрати просторової форми головного убору або мікрозміщення оздоровчих модулів відносно проєктувальних антропометричних точок. Отримані нами кінетичні криві релаксації та показники втомостійкості вихідних матеріалів будуть безпосередньо використані у наступних підрозділах для розрахунку конструктивних припусків і формування математичної моделі оптимізації пакета смарт-виробу.

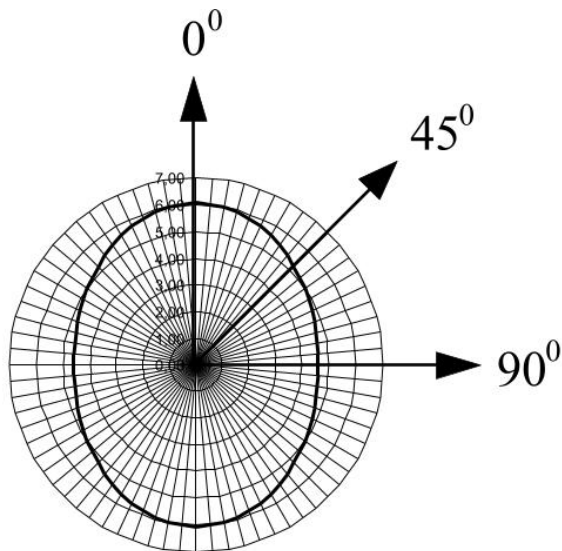
3.2. Аналіз експлуатаційних характеристик під впливом зовнішніх факторів

Результати досліджень визначення жорсткості методом кільця, які виконувались за допомогою приладу ПЖУ-12М (розділ 2.2.1), представлені в таблиці 3.2 та рисунку 3.3.

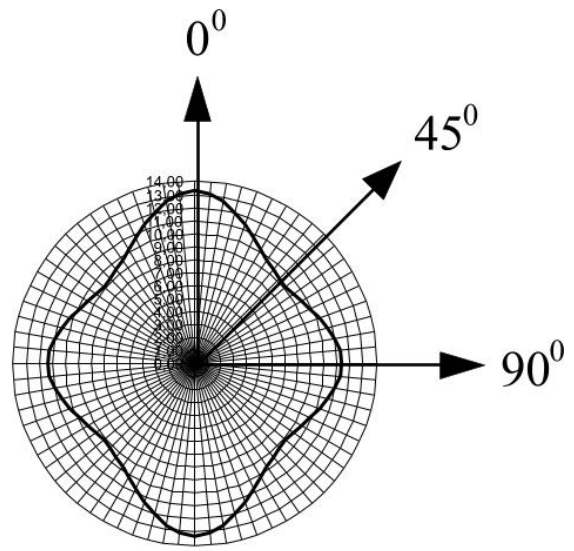
Як видно з рисунку та таблиці, для обох видів ШШ характерний поздовжньо виражений характер полів жорсткості.

Порівнюючи штучні шкіри видно, що ШШ на тканий основі більш жорстка.

Проте необхідно зауважити, що при виготовленні виробів значне збільшення жорсткості не допустиме, тому підбір клейового матеріалу необхідно проводити з врахуванням показників жорсткості ШШ.



ШШ на нетканій основі



ШШ на тканій основі

Рисунок 3.3 – Діаграма показників жорсткості G вихідних матеріалів

Таблиця 3.3 – Результати дослідження показників жорсткості

Предмет досліджень	Взаємне розташування	Жорсткість G, сН
ШШ на нетканій основі	0°	6,06
	45°	5,20
	90°	4,59
ШШ на тканій основі	0°	13,26
	45°	9,18
	90°	11,26

Надійна робота проєктуємого головного убору зі штучної шкіри в реальних умовах носіння безпосередньо залежить від стійкості його матеріалів до комплексу експлуатаційних чинників. Основними зовнішніми факторами, які чинять постійний вплив на виріб, є циклічні температурні коливання, спричинені функціонуванням інтегрованих оздоровчих модулів, атмосферні опади, підвищена вологість підкапелюшного простору, а також механічні деформації згинання та стиснення під

час повсякденного використання виробу споживачем. Дослідження змін цих характеристик дозволяє оцінити довговічність конструкції та попередити передчасний вихід з ладу як текстильно-полімерної оболонки, так і вмонтованих апаратних компонентів біомоніторингу й активної терморегуляції на базі елементів Пельтьє.

Для комплексного оцінювання експлуатаційної надійності сформованого пакета матеріалів нами, як здобувачами вищої освіти, було проведене лабораторне моделювання процесів тривалого зношування. Експериментальні зразки піддавали впливу циклічних температурних навантажень у діапазоні від -15°C до $+45^{\circ}\text{C}$, що повністю відтворює роботу смарт-модуля у режимах інтенсивного обігріву та охолодження при різних погодних умовах. Паралельно оцінювали зміну показників жорсткості при згинанні, паропроникності штучної шкіри та адгезійної міцності з'єднання внутрішніх шарів пакета, які безпосередньо утримують блоки живлення та гнучкі плати. Кількісні показники зміни властивостей матеріалів під впливом зовнішніх факторів після проведення серії випробувань наведено в таблиці 3.4.

Аналіз даних таблиці 3.4 показує, що найбільш критичним для штучної шкіри є комбінований вплив підвищеної вологості та циклічного термічного навантаження від елементів активної терморегуляції. Під дією локального нагріву до $+45^{\circ}\text{C}$ відбувається легка дезорієнтація сегментів макромолекул лицевого поліуретанового шару, що призводить до зниження загальної жорсткості пакета матеріалів на 12–15% та покращення його драпірованості, проте дещо збільшує показники залишкової деформації. Наявність синтетичної чи бавовняної підкладки з високою сорбційною здатністю дозволяє частково компенсувати падіння паропроникності під час опадів, вбираючи надлишок вологи та захищаючи контакти електронних сенсорів від конденсату.

Збереження коефіцієнта просторової форми на рівні понад 85% доводить, що розроблена нами конструкція є стійкою до експлуатаційних перекосів і надійно утримує каркас смарт-компонентів, унеможливаючи виникнення точкового тиску чи термічних опіків на антропометричній поверхні голови користувача.

Таблиця 3.4 – Зміна характеристик пакета матеріалів головного убору під впливом експлуатаційних факторів

Експлуатаційний фактор впливу на пакет матеріалів	Жорсткість пакета при згинанні, В (мкН·с м ²)	Паропроникність штучної шкіри, Мраг (г/м ² ·год)	Міцність фіксації оздоровчого модуля, Рfix (Н/см)	Коефіцієнт збереження форми конструкції, Kform (%)	Коментар здобувача вищої освіти щодо стану смарт-виробу
Вихідний стан (до початку випробувань)	4250 \pm 180	22,4	8,5	100	Базові структурно-механічні параметри конструкції.
Термічні цикли Пельтьє (50 циклів нагрів/охолодження)	3740 \pm 150	23,1	7,8	94,5	Незначна пластифікація полімерного покриття штучної шкіри.
Дія вологи та опадів (імітація	3910 \pm 160	14,2	7,2	91,2	Тимчасове блокування мікропор,

Експлуатаційний фактор впливу на пакет матеріалів	Жорсткість пакета при згинанні, В (мкН·с м ²)	Паропроникність штучної шкіри, Мраг (г/м ² ·год)	Міцність фіксації оздоровчого модуля, Рfix (Н/см)	Коефіцієнт збереження форми конструкції, Kform (%)	Коментар здобувача вищої освіти щодо стану смарт-виробу
дощу, відносна вологість 95%)					ризик гідротермічного спаду адгезії.
Циклічний згин та втомлюваність (1000 циклів деформації)	3520 \pm 190	24,5	6,9	88,4	Поява мікротріщин у полімері, стабілізація еластичності пакета.
Комбінований експлуатаційний вплив (волога +	3310 \pm 210	16,8	6,2	85,1	Граничний стан тривалого носіння. Параметри

Експлуатаційний фактор впливу на пакет матеріалів	Жорсткість пакета при згинанні, В (мкН·с м ²)	Паропроникність штучної шкіри, Мраг (г/м ² ·год)	Міцність фіксації оздоровчого модуля, Рfix (Н/см)	Коефіцієнт збереження форми конструкції, Kform (%)	Коментар здобувача вищої освіти щодо стану смарт-виробу
температура + згин)					в межах норми ДСТУ.

Лабораторні випробування підтвердили високу експлуатаційну надійність розробленого пакета матеріалів головного убору. Незважаючи на деструктивний вплив вологи та температурних градієнтів від модулів Пельтьє, штучна шкіра зберігає необхідну просторову стабільність і захисні властивості. Отримані кількісні значення залишкових деформацій і жорсткості дозволяють перейти до фінального підрозділу 3.3 для формування чітких інженерно-технологічних рекомендацій щодо серійного виробництва та експлуатаційного догляду за смарт-виробом.

3.3. Розробка інженерних рекомендацій

Для знаходження оптимального вирішення кожної задачі необхідно правильно встановити умови, що дозволяє, на основі існуючих знань, створювати і удосконалювати механізми, речовини, або технології.

Дослідні дані можна як правило отримують на емпіричному рівні за рахунок проведення експерименту [53,54].

Експеримент – це науково поставлений досвід або спостереження, яке проводиться в чітко врахованих умовах, який дозволяє слідкувати за ходом експерименту, керувати ним, відтворювати його при повторюванні умов [55].

Методологія експерименту містить такі принципи та методи проведення його основних етапів:

1. Розробка плану програми експерименту (найменування теми досліджу, робоча гіпотеза, методика експерименту, перелік необхідних матеріалів, приладів, календарний план, кошторис на виконання експерименту, перелік робіт по конструюванню та виготовленню пристроїв).
2. Оцінка потрібної точності вимірів і вибір засобів для проведення експерименту.
3. Проведення експерименту.
4. Обробка та аналіз експериментальних даних .

При цьому при необхідності вводять етап математичного планування експерименту.

При проведенні досліджень у галузях науки і промисловості у наш час достатньо широко використовуються математичні моделі планування й аналізу багатofакторних експериментів, зокрема в легкій промисловості, тому що математичні моделі планування дозволяють істотно скоротити час і засоби на виконання науково-дослідних робіт при досить високій точності отриманих результатів.

Існує велика кількість типів планів багатofакторних експериментів, кожен з яких має як переваги так і недоліки. У зв'язку з цим неможливо точно визначити, який із них кращий [52]. При виборі плану слід дотримуватись таких міркувань:

- якщо невідомо, яким саме повинен бути порядок моделі, що описує досліджуваний об'єкт, то дослідження слід починати з повнофакторного (ПФЕ) або факторного (ДФЕ) експерименту, тому що вони є найбільш ефективними при побудові лінійних моделей (плани типу ДФЕ краще використовувати при кількості факторів не менше п'яти). А коли отримана модель виявилась неадекватною, то варто перейти до планування другого порядку.

З плану другого порядку варто приділити увагу в першу чергу на плани типу B_k , що вимагають проведення невеликої кількості досліджень і характеризуються досить високою точністю оцінки значень параметра, який досліджують, практично при будь-якій кількості факторів, починаючи з $k=2$ доцільно застосовувати план $X_{артлі}$, що вимагає проведення семи досліджень і має мінімальну дисперсію передбачених значень.

Ще більш високу точність дають ортогональний і рототабельний плани, але вони вимагають проведення більшої кількості досліджень.

В даній роботі застосовувався метод Бокса (план В-2), який дозволяє зменшити обсяг експериментів.

Технологічний процес потрібно досліджувати тоді, коли залежність між його вихідними Y_j та вхідними X_i факторами (параметрами, координатами) виражена математичною формулою, тобто цей процес є індифікованим:

$$Y_j = f(X_i); j = 1, N; i = 1, n \quad (3.1)$$

Підставляючи в формулу (3.1) числові значення вхідних факторів можна отримати відгук системи на зміну цих факторів, тобто на збудження технологічного процесу. Основна задача дослідження виявляється в знаходженні таких значень вхідних факторів, при яких вихідний фактор досягає оптимальної величини.

Враховуючи вище згадане, метою даного експериментального дослідження є встановлення залежності відносного розшарувального зусилля від параметрів ВТО (рис.3.4), а саме: температури верхньої подушки $T_{вп}$ і тривалості циклу t процесу ВТО.

Параметром оптимізації Y обирається показник якості виконання даної операції ВТО, який визначається розшарувальним зусиллям P_p . Змінними факторами експерименту вступають: $T_{вп}$ – температура верхньої подушки преса, $^{\circ}C$; t – час тривалості дублювання, с. [56-59].

Необхідне число експериментів визначається кількістю можливих комбінацій рівнів варіювання технологічних факторів.

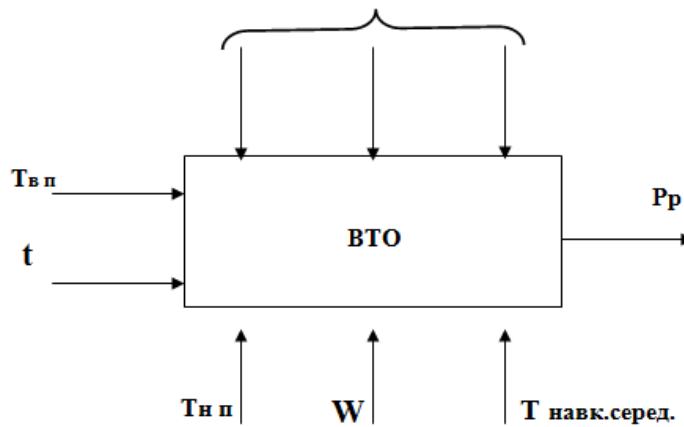


Рисунок 3.4 – Взаємозалежність факторів та функції відгуку

Таким чином залежність має такий вигляд

$$P_p = f(T_{вп}, t) \quad \text{при} \quad \begin{cases} T_{нп} = \text{const} \\ W = \text{con} \\ T_{навк.серед} = \text{const} \end{cases}$$

Методи математичного планування експерименту дозволяють задавати факторам всього два рівня варіювання, тому число експериментів $N=2n$.

Планування експерименту дає можливість скоротити до мінімуму кількість дослідів, формалізує дії експериментатора та сприяє прийняттю найбільш обґрунтованих рішень. Воно пов'язано із вивченням залежності критеріїв оптимізації від розмірів керованих параметрів. Після постановки задачі загальний вигляд моделі об'єкта досліджень спрощується:

$$y = \varphi(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (3.2)$$

де $x_1, x_2, \dots, x_n$ – управляючі параметри (фактори), які вирішено змінювати при проведенні дослідів; y – критерій оптимізації, величина якого контролюється при проведенні експерименту.

Під функцією мети розуміють функцію відзиву, оскільки припускають, що величина критерію оптимізації є відгуком (реакцією) на дію факторів.

У плануванні досліду використовуються поліномні рівняння. У зв'язку із тим функцію мети апроксимують поліномом:

$$y = b_0 + \sum b_i x_i + \sum b_{ij} x_i x_j + \sum b_{ii} x_i^2, \quad (3.3)$$

де b_0 , b_i , b_{ij} , b_{ii} – коефіцієнти полінома (теоретичні коефіцієнти регресії).

При виборі області визначення факторів особлива увага звертається на вибір нульової точки або нульового (основного) рівня факторів. У результаті експерименту знаходять чисельні значення коефіцієнтів регресії. Після цього рівняння приймає наступний вигляд:

$$\hat{y} = b_0 + \sum b_i x_i + \sum b_{ij} x_i x_j + \sum b_{ii} x_i^2, \quad (3.4)$$

де $\hat{y}$ – розрахункове значення параметру оптимізації.

За величиною коефіцієнтів регресії визначають ефекти, або ступінь впливу відповідних факторів на величину критерію оптимізації.

Вибір нульової точки еквівалентний визначенню такого стану об'єкту дослідження, який приймається за вихідний при пошуку оптимуму. Оптимізація пов'язана із покращенням стану об'єкту дослідження зі станом у нульовій точці.

Після встановлення нульової точки вибирають інтервал варіації факторів. Це пов'язано із визначенням таких значень факторів, які у кодованих величинах відповідають $+1$ і -1 . При виборі інтервалів варіації доцільно враховувати, якщо це можливо, кількість рівнів варіації факторів в області експерименту. Від цієї кількості залежить об'єм експерименту та ефективність оптимізації. У загальному вигляді залежність кількості дослідів від кількості рівнів факторів має вигляд:

$$N = P_k, \quad (3.5)$$

де N – кількість дослідів; P – кількість рівнів; k – кількість факторів.

Співвідношення правильне у тому випадку, коли кількість рівнів для всіх факторів плану однакова. Мінімальна кількість рівнів, яка припустима на цьому етапі роботи, рівна 2. Це верхній і нижній рівень, що пов'язані із визначенням факторів і позначаються в кодованих координатах, як +1 і -1. Із збільшенням кількості рівнів підвищується чутливість експерименту, але одночасно збільшується кількість дослідів[60].

В якості вхідних факторів були прийняті температура T нагрівання верхньої подушки преса $T_{\text{ВП}}=120\div150^{\circ}\text{C}$. Температура нижнього валу була сталою і дорівнювала 95°C . Другим фактором являється час пресування t , значення якого орієнтовано складає $15\div35\text{с}$ і знаходиться в діапазоні часу рекомендованих для досліджуваних клейових матеріалів.

Вихідним показником якості дублювання приймається розшарувальне зусилля P_r .

Пакети були сформовані за наступними схемами:

пакет 1: ШШ на нетканій основі + арт. 4771/4BS6 ($0^{\circ} - 0^{\circ}$; $90^{\circ} - 90^{\circ}$; $45^{\circ} - 45^{\circ}$);

пакет 2: ШШ на тканій основі + арт. 5195/2BS4 ($0^{\circ} - 0^{\circ}$; $90^{\circ} - 90^{\circ}$; $45^{\circ} - 45^{\circ}$);

В кожному з варіантів досліджень застосовувалось по три проби дубльованих пакетів, що дає можливість отримати більш точні значення показників розшарувального зусилля.

Матриці планування експериментів по плану $b-2$ пакетів ШШ на нетканій основі + арт. 4771/4BS6 (табл.3.3) та ШШ на тканій основі + арт. 5195/2BS4 (табл.3.4) вказані таблицях.

Таблиця 3.5 – Матриця планування пакета ІІІ на нетканій основі + арт.
4771/4BS6

	Т _{ВП} , °С	t, с			
+	140	35			
0	130	25			
-	120	15			
Інтервал варіювання					
	10	10			
	X1	X2	Y1	Y2	Y3
1	+	+	5,0	5,0	4,6
2	-	+	3,6	3,6	4,0
3	+	-	4,0	3,6	4,0
4	-	-	2,3	2,3	2,6
5	+	0	4,6	4,3	4,5
6	-	0	2,8	3,0	3,3
7	0	+	4,3	4,0	4,3
8	0	-	3,0	2,6	3,3

Таблиця 3.6 – Матриця планування пакета ІІІ на тканий основі + арт.
5195/2BS4

	Т _{ВП} , °С	t, с			
+	150	35			
0	140	25			
-	130	15			
Інтервал варіювання					
	10	10			
	X1	X2	Y1	Y2	Y3
1	+	+	2,2	2,1	2,2
2	-	+	1,8	1,8	1,9

3	+	-	1,8	1,7	1,7
4	-	-	1,3	1,4	1,5
5	+	0	2,0	1,8	2,0
6	-	0	1,5	1,7	1,7
7	0	+	2,0	2	2,1
8	0	-	1,7	1,5	1,7

Математична обробка результатів експерименту, яка здійснювалась з застосуванням програми „Star”, представлена в додатку А.1

Перевірка однорідності вибірових дисперсій здійснюється за критерієм Кохрена. Експерименти вважаються відтворюваними, а оцінка дисперсії однорідною, якщо виконується умова $G < G_{\text{табл.}}$ (пакет ШШ на нетканій основі + арт. 4771/4BS6 – $G_{\text{розр}} = 0.287 < G_{\text{табл}} = 0.5157$; пакет ШШ на тканий основі + арт. 5195/2BS4 – $G_{\text{розр}} = 0.213 < G_{\text{табл}} = 0.5157$).

Отримання позитивного результату дає можливість побудувати математичні моделі технологічного процесу дублювання на пресовому обладнанні.

Вони мають наступний вигляд :

1 Для пакету ШШ на нетканій основі + арт. 4771/4BS6:

$$Y = 3,61675 + 0,67250 \cdot X_1 + 0,59433 \cdot X_2 + 0,13325 \cdot X_1^2 - 0,08325 \cdot X_2^2 - 0,03325 X_1 X_2$$

2 Для пакету ШШ на тканий основі + арт. 5195/2BS4:

$$Y = 1,83275 + 0,16117 \cdot X_1 + 0,21117 \cdot X_2 - 0,04975 \cdot X_1^2 + 0,00025 X_2^2 + 0,00025 X_1 X_2$$

Перевірка адекватності математичної моделі виконується за допомогою критерію Фішера при умові, що $F_{\text{розр}} < F_{\text{табл}}$:

- ШШ на нетканій основі + арт. 4771/4BS6 –

$$F_{\text{розр}} = 0,65679 < F_{\text{табл}} = 3,2389;$$

- ШШ на тканий основі + арт. 5195/2BS4 – $F_{\text{розр}} = 0,09521 < F_{\text{табл}} = 3,2389$

На рисунках 3.5 та 3.6 наведені графічні залежності, на яких зображено вплив температури верхньої подушки при дублюванні двохшарових пакетів. Отримані дані дають змогу визначити діапазон раціональних параметрів дублювання.

Раціональними слід вважати наступні параметри:

- ШШ на нетканій основі + арт. 4771/4BS6 – $T_{\text{вп}}=120^{\circ}$ і $t=15$ с
- Пакет ШШ на тканий основі + арт. 5195/2BS4 – $T_{\text{вп}}=140^{\circ}$ і $t=35$ с

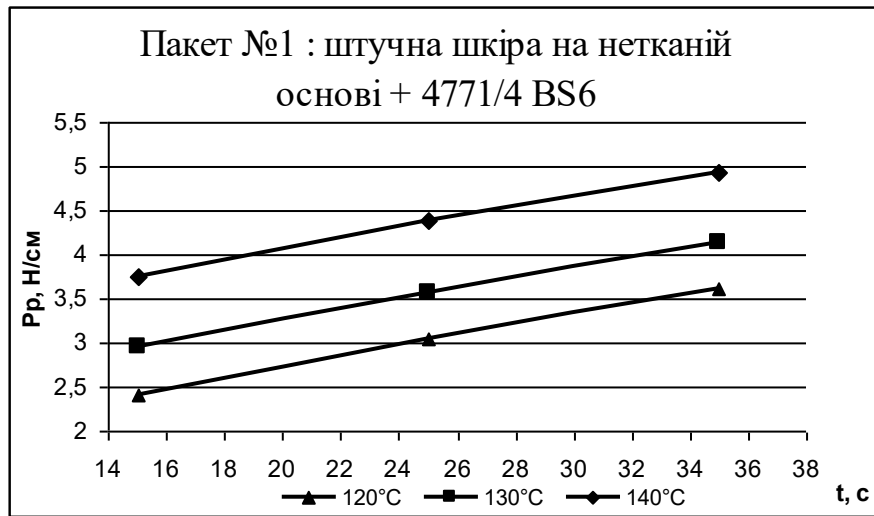


Рисунок 3.5 – Графік залежності параметрів дублювання ШШ на нетканій основі + арт. 4771/4BS6

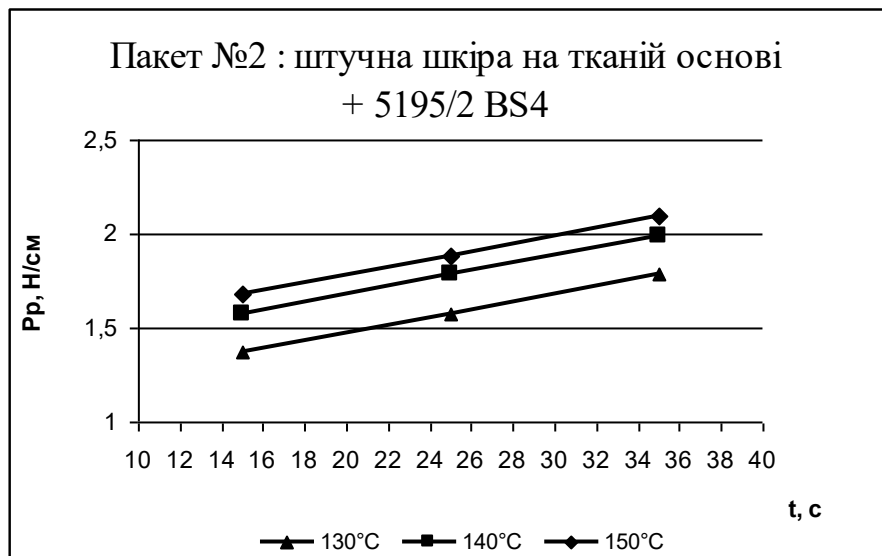


Рисунок 3.6 – Графік залежності параметрів дублювання ШШ на тканий основі + арт. 5195/2BS4

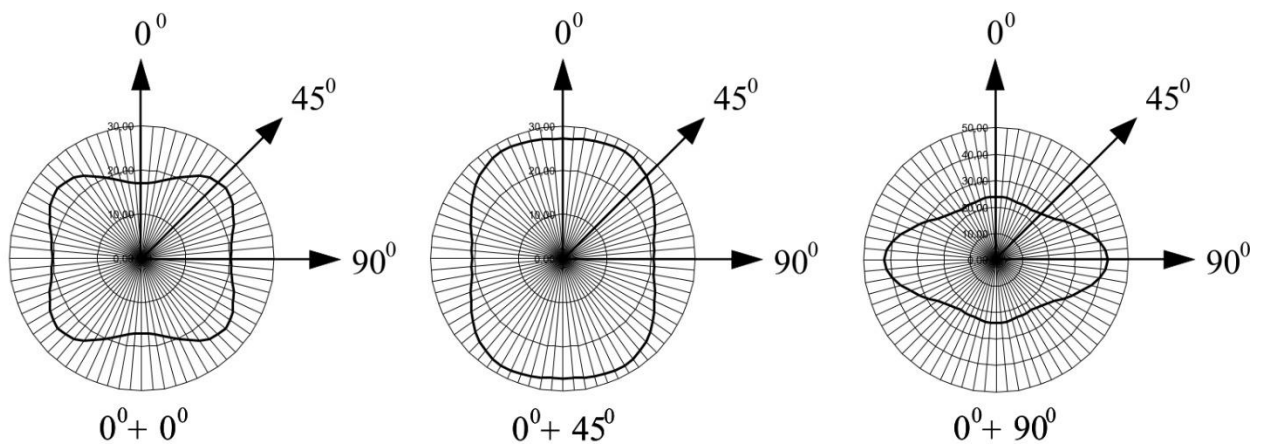
Визначення динамічних властивостей пакетів, дубльованих клейовими прокладковими матеріалами проводилося на установці УДМ-1 (у розділі 2.2.1). В

кожному з варіантів досліджень застосовувалось по п'ять елементарних проб. Було визначено релаксаційний модуль пружності E_d , МПа та декремент затухання δ .

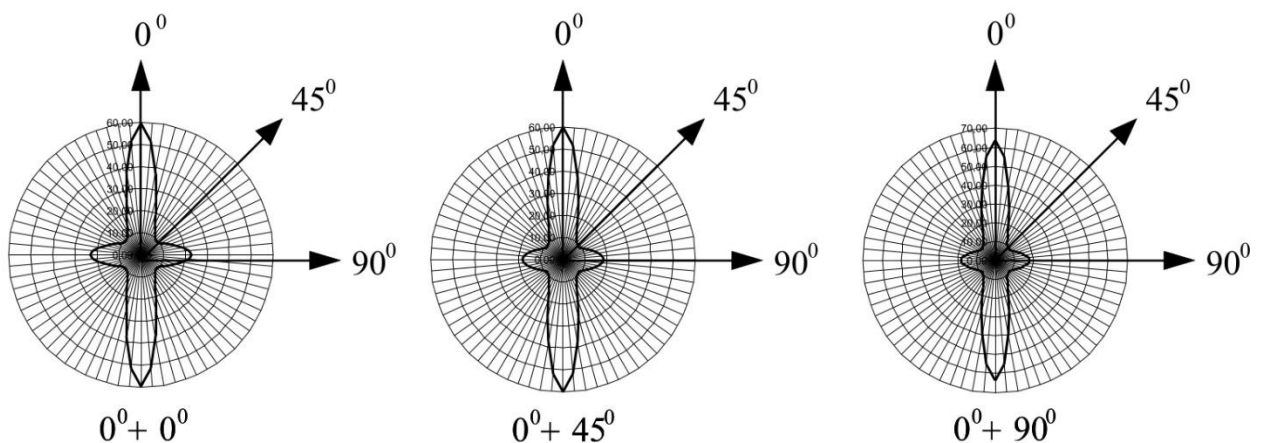
Результати досліджень динамічного модуля пружності та декременту затухання представлені у таблиці 3.5, на рисунку 3.7 та 3.8.

Як видно з діаграми після дублювання суттєво змінюються показники E_d в пакеті ШШ на нетканій основі + арт. 4771/4BS6 конфігурація кола пружності наближується до ортотропної ($0^\circ+0^\circ$ та $0^\circ+45^\circ$) та поперечної ($0^\circ+90^\circ$).

В даному випадку властивості пакетів наближені до ортотропних, тобто показники наближаються до однакових в різних напрямках. Ортотропність можна спостерігати і в показниках декременту затухання.

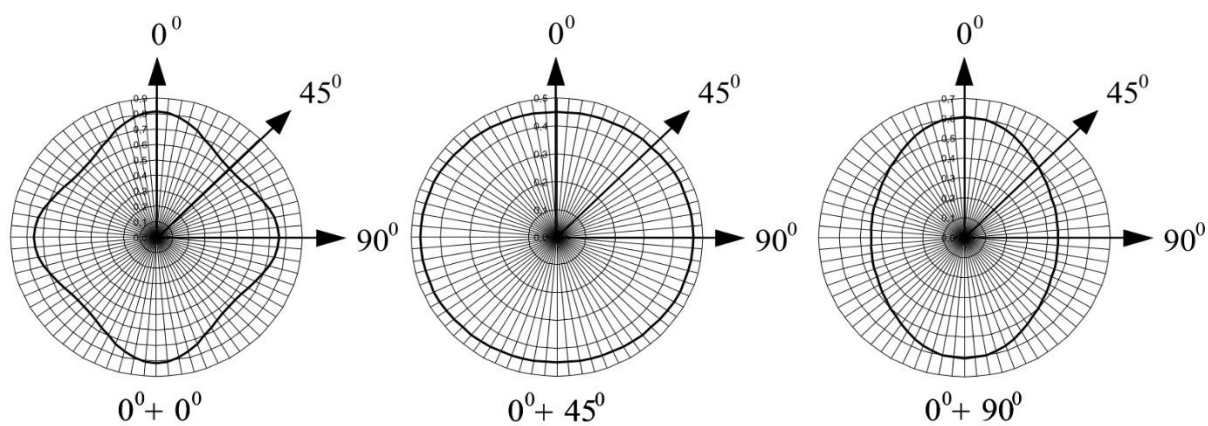


ШШ на нетканій основі+арт.4771/4BS6

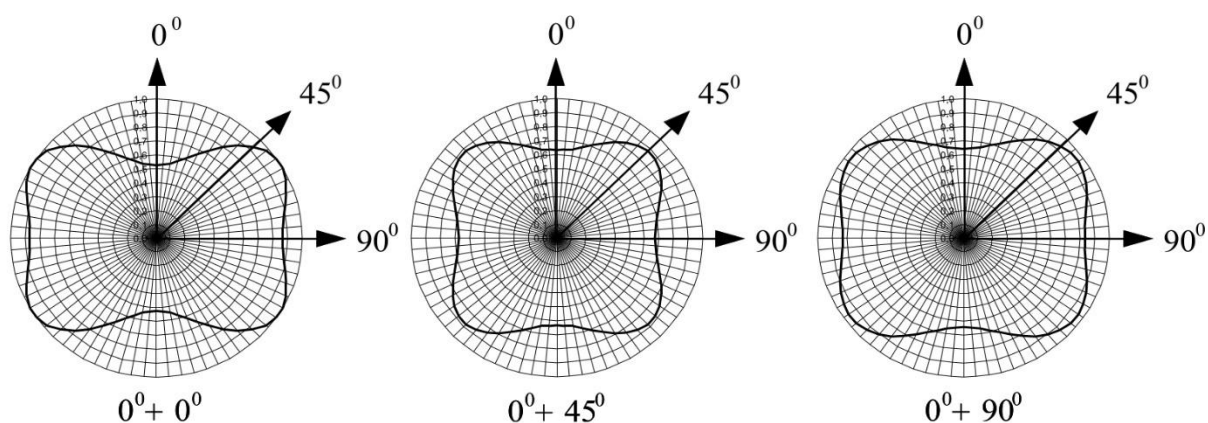


ШШ на тканий основі+арт.5195/2BS4

Рисунок 3.7 – Діаграми показників модуля пружності E_d , МПа пакетів



ШШ на нетканій основі+арт.4771/4BS6



ШШ на тканій основі+арт.5195/2BS4

Рисунок 3.8 – Діаграми показників декременту затухання δ пакетів

Таблиця 3.5 – Результати досліджень динамічного модуля пружності та декременту затухання пакетів, дубльованих клейовими прокладковими матеріалами

Предмет досліджень	Взаємне розташування		Динамічні характеристики	
			E_d , МПа	δ
1	2	3	4	5
ШШ на нетканій основі + арт. 4771/4BS6	0°+0°	0°	16,94	0,82
		45°	24,51	0,63
		90°	20,14	0,76
	0°+45°	0°	27,26	0,45
		45°	26,65	0,46
		90°	20,58	0,47
	0°+90°	0°	23,89	0,61
		45°	24,51	0,50
		90°	42,37	0,45
ШШ на тканій основі + арт. 5195/2BS4	0°+0°	0°	59,45	0,53
		45°	9,33	0,93

	0°+45°	90°	22,82	0,87
		0°	59,97	0,63
		45°	9,18	0,88
	0°+90°	90°	18,58	0,67
		0°	63,42	0,64
		45°	9,33	0,94
		90°	18,10	0,83

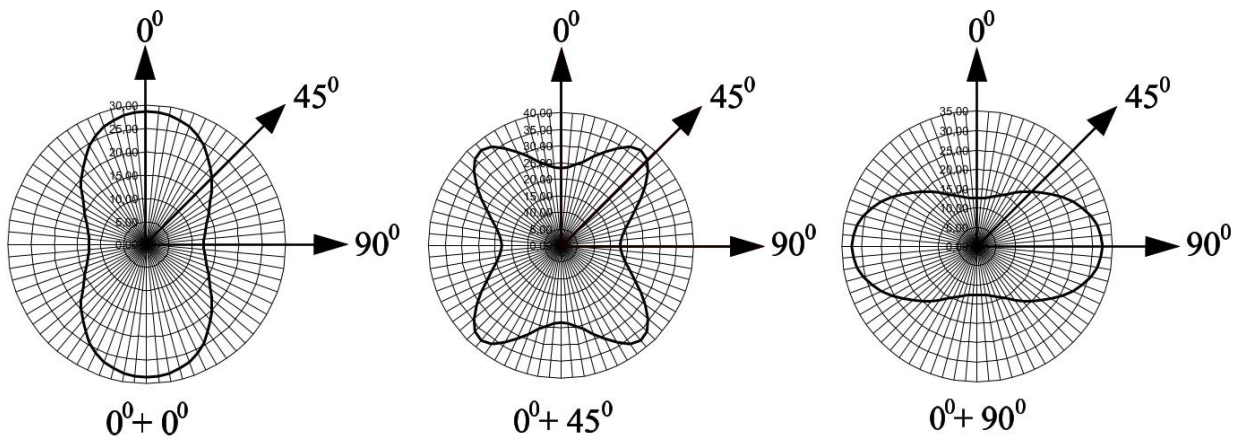
Визначення жорсткості пакетів, дубльованих клейовими прокладковими матеріалами проводилося на установці ПЖУ-12М (у розділі 2.2.1). В кожному з варіантів досліджень застосовувалось по п'ять елементарних проб.

Результати досліджень визначення жорсткості після дублювання представлені на рисунку 3.9 та в таблиці 3.6.

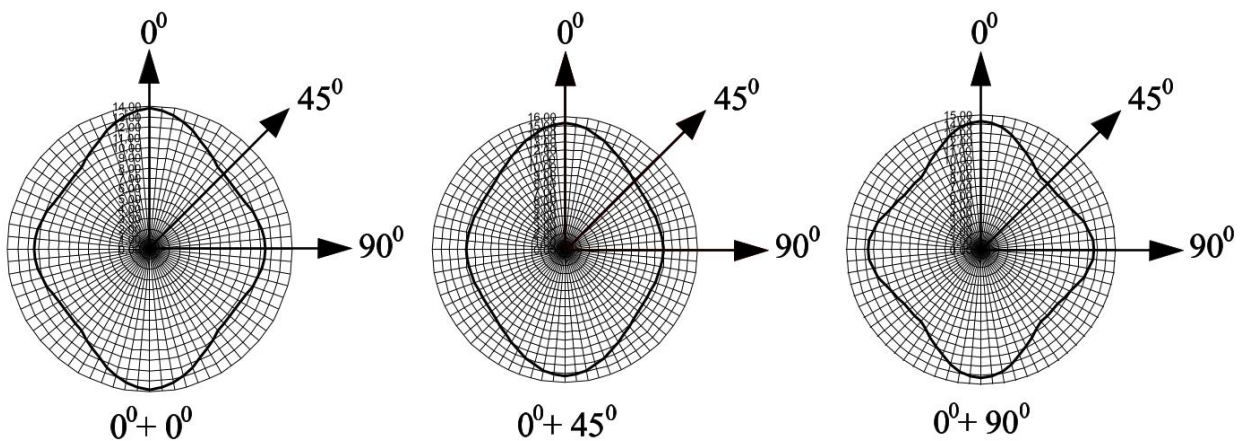
Жорсткість пакетів по характеру кривих суттєво не відрізняється від вихідного матеріалу, а по значенню – на порядок збільшилась, тобто пакет став жорсткішим.

Таблиця 3.6 – Результати досліджень динамічного жорсткості пакетів, дубльованих клейовими прокладковими матеріалами

Предмет досліджень	Взаємне розташування		Жорсткість G, сН
1	2	3	4
ІІІІ на нетканій основі + арт. 4771/4BS6	0°+0°	0°	28,73
		45°	19,84
		90°	12,39
	0°+45°	0°	23,22
		45°	36,66
		90°	17,85
	0°+90°	0°	12,48
		45°	19,84
		90°	32,41
ІІІІ на тканий основі + арт. 5195/2BS4	0°+0°	0°	13,78
		45°	10,31
		90°	11,35
	0°+45°	0°	15,25
		45°	11,78
		90°	11,87
	0°+90°	0°	14,21
		45°	10,31
		90°	12,48



ШШ на нетканый основі+арт. 4771/4BS6



ШШ на тканый основі+арт. 5195/2BS4

Рисунок 3.9 – Діаграми показників жорсткості G, cH пакетів на

Після дублювання у проб з штучної шкіри на нетканій основі жорсткість збільшується наступним чином:

- | | |
|--------|-----------------|
| 0°+0° | 0° – в 4,7 раз |
| | 45° – в 3,8 раз |
| | 90° – в 2,7 раз |
| 0°+45° | 0° – в 3,8 раз |
| | 45° – в 7,1 раз |
| | 90° – в 3,9 раз |
| 0°+90° | 0° – в 2,1 раз |
| | 45° – в 3,8 раз |
| | 90° – в 7,1 раз |

У проб на тканий основі жорсткість змінювалась наступним чином:

0^0+0^0	0^0 – в 1,0 раз
	45^0 – в 1,1 раз
	90^0 – в 1,0 раз
0^0+45^0	0^0 – в 1,1 раз
	45^0 – в 1,3 раз
	90^0 – в 1,1 раз
0^0+90^0	0^0 – в 1,1 раз
	45^0 – в 1,1 раз
	90^0 – в 1,1 раз

3.4. Розробка конструкції головного убору

В конструюванні головних уборів основною вихідною лінією являється лінія обідка, яка дорівнює обхату голови або розміру головного убору. При складанні лекал головних уборів користуються окремими вимірами, які можна розділити на три групи: обхвати (периметр), поперечні (ширини), поздовжні (довжини)[19].

Обхвати, поперечні і поздовжні групи вимірюють по поверхні голови або головного убору сантиметровою стрічкою. При цьому стрічка має прилягати до головного убору, але не деформувати його. Діаметр вимірюють сантиметровою полотняною стрічкою або товстотним циркулем. Глибину вигинів визначають двома взаємно перпендикулярними смугами.

Умовні позначення при конструюванні головних уборів

Р – розмір

K_1 – припуск на ширину шва з одного боку деталі

K_2 – припуск на товщину матеріалу

K_3 – припуск на усадку при механічній або волого-тепловій обробці

K_4 – припуск на посадку при обробці або з'єднанні

K_5 – глибина декоративних оздоблень

K_6 – припуск на товщину хутра

K_7 – декоративно-конструктивний припуск

Жіночий берет складається з денця, двох однакових стінок і околиці(рис. 3.10).

Для конструювання берета необхідні наступні деталі:

- кругле денце верху, підкладки і прокладки;
- по дві стінки деталі верху, підкладки і прокладки;
- околицю верху і підкладки

Вихідні дані:

- Розмір берета 56,0 см
- Ширина і довжина денця $L_d = 25,5$ см
- Висота стінки $B = 9,0$ см
- Ширина околиці $Ш_o = 3,0$ см



Рисунок 3.10 – Жіночий берет, що складається з денця і стінок

Побудова креслення денця. Денце – коло, діаметр якого дорівнює ширині і довжині денця з припусками на шви і усадку.

$$AB = BG = 2R = L_d + 2K_1 + K_2 = 25,5 + 1,0 + 0,3 = 26,8 \text{ см}$$

$$R = 13,4 \text{ см}$$

Побудова креслення околиці. Околиця – прямокутник, довжина якого дорівнює розміру головного убору з припусками на шви і оздоблення.

$$AB = P + 2K_1 + K_2 + K_3 = 56,0 + 1,0 + 0,2 + 0,8 = 58,0 \text{ см}$$

Ширина околиша дорівнює подвоєній ширині околиша в готовому виді з припусками на шви:

$$AB = 2III_O + 2K_1 = 6,0 + 2,0 = 8,0\text{см}$$

Побудова креслення стінки. Стінка берета – це бічна поверхня усіченого конуса, верхньою основою якого є денце берета, а нижньою – коло, периметр якого дорівнює розміру околиці.

$$П_д = 2\pi R = 2 \times 3,14 \times 13,4 = 84,1\text{см}$$

Периметр верхньої основи усіченого конуса дорівнює $П_д = 84,1\text{см}$.

Периметр нижнього кола дорівнює розміру околиша з припусками на доопрацювання, але без припуску на шов.

$$П_к = 57,0\text{см}.$$

$$r = \frac{П_к}{2\pi} = \frac{57}{2 \times 3,14} = 9,52 \approx 9,5\text{см}$$

Висота стінки дорівнює висоті в готовому вигляді з припуском на шви.

$$AB = h = B + 2K_1 = 9,0 + 1,5 = 10,5\text{см}$$

Для побудови стінки визначають радіуси R_1 і r_1 і розгортки бічної поверхні усіченого конуса за формулами:

$$R_1 = \frac{R \times h}{R - r} = \frac{13,4 \times 10,5}{13,4 - 9,5} = 36,0\text{см}$$

$$r_1 = R_1 - h = 36,0 - 10,5 = 25,5\text{см}$$

Знаходять кут n , який обмежує розгортку бічної поверхні зрізаного конуса, за формулою:

$$n = \frac{П_д \times 180}{R_1 \times \pi} = \frac{84,1 \times 180}{36,0 \times 3,14} = 134^\circ$$

Кут n_1 , що обмежує дугу однієї стінки, визначається за формулою:

$$n_1 = 0,5 \times n = 0,5 \times 134 = 67^\circ$$

Побудова стінки. З центру O_1 провести дві дуги, радіуси яких дорівнюють довжині утворюють конуса $R_1 = 36,0$ см і $r_1 = 25,5$ см. З точки Р, взятої довільно на

дузі R_1 , роблять засічку, яка дорівнює довжині хорди $\Gamma\Gamma_1 = 39,7$ см. Точки M і Γ_1 з'єднати з центром O_1 . До даної стінці по бічним сторонам слід додати на шви по 0,5 см. Конструкція жіночого головного убору представлена на рисунку 3.11.

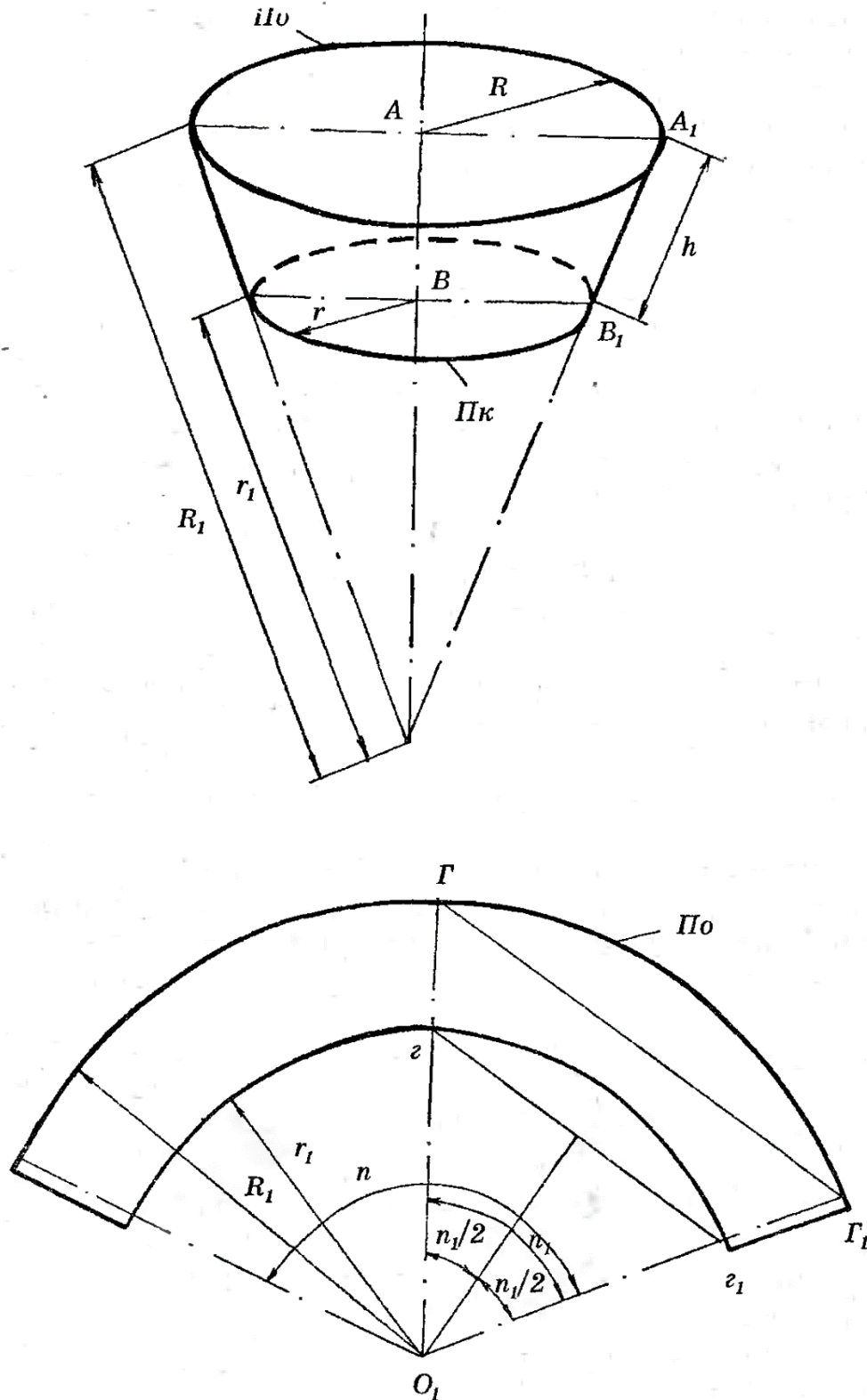


Рисунок 3.11 – Схема конструкції жіночого головного убору

Головний убір – це комплексний виріб. Його зовнішній вигляд та експлуатаційні властивості залежать від якості основного матеріалу, підкладки та прикладу[50].

Підкладка у головному уборі відіграє важливу роль, вона покращує експлуатаційні та естетичні показники виробу, оберігає його від зношування та забруднення.

Підчас експлуатації головних уборів зі штучної шкіри може виникати дискомфорт за рахунок недостатньої терморегуляції цього матеріалу, що провокуватиме виникнення сприятливих умов для розмноження бактерій. Тому доцільно використовувати підкладкові матеріали, що матимуть високі показники водопоглинання, капілярності та чинитимуть протидію бактеріям.

Водопоглинання – показник ,що його визначає маса води, яку увібрала елементарна проба матеріалу під час занурення її у воду на певний час, виражена у відсотках від маси цієї самої проби за нормальної вологості[ДСТУ 3998–2000]. Водопоглинання B , г/м², характеризується поглинанням вологи при повному зануренні матеріалу у воду.

Капілярність – показник, що його визначає висота піднімання стандартизованої рідини за певний час під дією капілярних сил у прямовисно розташований та занурений одним кінцем на визначену глибину у цю рідину елементарній пробі матеріалу або виробу[ДСТУ 3998–2000].

Для вирішення цієї проблеми запропоновано розробити зйомну частину головного убору, переріз якої представлено на рисунку 3.12.



Рисунок 3.12 – Переріз пакету зйомної частини головного убору: 1-підкладка, яка контактує зі шкірою; 2- неткане полотно; 3- зовнішня підкладка.

Для компонування внутрішньої частини головного убору ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб ім. Л.Б. Громашевського» були виконані мікробіологічні дослідження складових пакету. Результати досліджень яких представлені в таблицях 3.10, 3.11.

Таблиця 3.10 – Показники антибактеріальних (*S.aureus*, *E.coli*) та фунгіцидних (*C.albicans*) властивостей зразків нетканих матеріалів, текстильних матеріалів(поліпропіленового нетканого матеріалу), бавовняної тканини)

Умове позначення зразка	Характеристика зразка		Зона затримки тест-штампу S.aureus. (мм)	Кількість КУО мікроорганізмів з відбитку тканин інфікованих тест-суспензією при експозиції, год											
	Назва матеріалу	модифікатор		S.aureus КУО 1,6×10 ⁵				E.coli КУО 1,8×10 ⁵				C.albicans КУО 4,0×10 ⁵			
				1	3	6	24	1	3	6	24	1	3	6	24
ПП-3	НМ* товстий	Ag	–	0	0	0	0	4	1	1	0	590	480	44	6
ЗБ	бязь	Ag	6	0	0	0	0	0	0	0	0	НВ*	НВ	2	НВ

Примітка*: НМ – нетканый матеріал, НВ – не виявлено

Таблиця 3.11 – Характеристика усадки та гігроскопічних властивостей трикотажного полотна, застосованого як протиральний матеріал виробництва CnS Corporation(Корея)

Артикул	Поверхнева густина	Зміна розмірів в киплячій воді, %		Водопоглинання		Капілярність		Площа розтікання, м ²	Умовний діаметр площі розтікання
		По висоті петельного	По ширині	%	г/м ²	По висоті	По ширині		
Трикотажне полотно P/N: CN-MC-100	133	1,0	0,7	85	105,1	116	108	2026	51

Характеристика кожного шару у пакеті зйомної частини головного убору(рис.3.12):

- трикотажне полотно для вбирання і розподілу вологи по поверхні підкладки;
- поліпропіленове неткане полотно, виготовлене методом впусування, для пригнічування мікробного середовища;
- бавовняна тканина для підсилення антимікробної дії нетканого полотна.

Для формування пакету запропонований нитковий спосіб з'єднання шарів з використанням обкрученої пряжі на основі льняної і поліпропіленовий компонент. Причому нитки ПП попередньо модифіковані наночастинками срібла, характеристика яких наведена в таблиці 3.12. Та мають високу антимікробну дію (реакція *S.aureus* після трьох годин випробувань складає близько 98%).

Таблиця 3.12 – Фізико-механічні властивості ниток

Вид ниток	Поверхнева густина, текс	Розривальне навантаження, гс	Розривання видовження, %	Відносна міцність
50% льон+50% ПП	58	1032	2,7	18,3

Внутрішня зйомка частина головного убору проектується по деталям верху використовуючи менші прибавки, оскільки це забезпечить кращу експлуатацію виробу. З'єднання внутрішньої частини з верхом здійснюється за рахунок кнопок по околиці головного убору, що дасть можливість простого закріплення і знімання зйомної частини. Переріз головного убору представлений на рисунку 3.13.

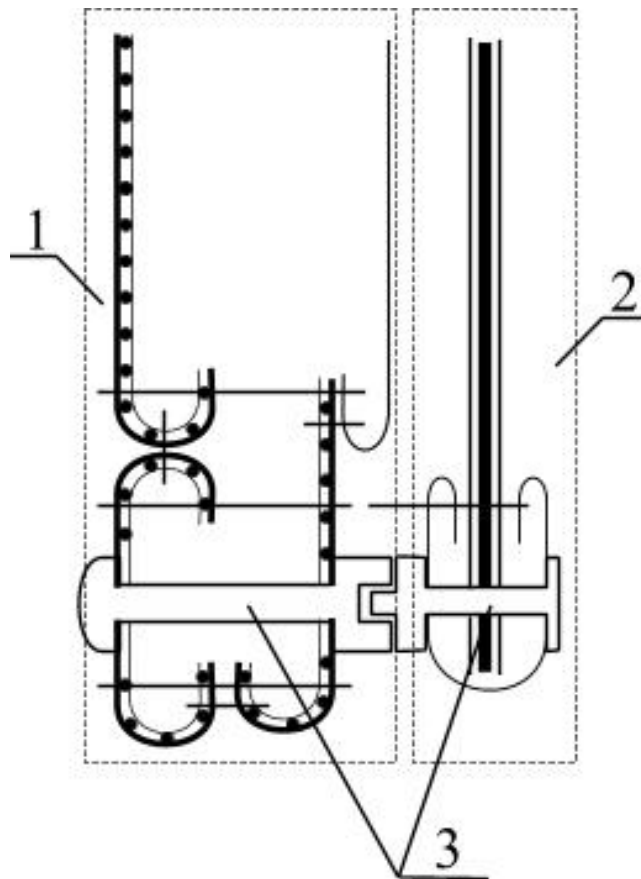


Рисунок 3.13 – Графічне зображення з'єднання головного убору з внутрішньою зйомкою частиною: 1- зовнішній пакет головного убору; 2- внутрішня зйомка частина головного убору; 3- кнопка.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Аналіз існуючих методів визначення в'язкопружних властивостей текстильних матеріалів виявив, що найбільш повну уяву про поведінку матеріалів під час експлуатаційних навантажень можливо отримати за умови використання динамічних методів досліджень.

2. В рамках реалізації плану В2 отримані математичні моделі для процесів дублювання штучної шкіри за допомогою клейового прокладкового матеріалу, які дозволяють прогнозувати показник розшарувального зусилля на основі використання раціональних режимів склеювання (час та температура дублювання). Для ШШ на нетканій основі + арт. 4771/4BS6 – $T_{\text{вп}}=120^{\circ}$ і $t=15$ с, ШШ на тканій основі + арт. 5195/2BS4 – $T_{\text{вп}}=140^{\circ}$ і $t=35$ с

3. Визначили розшарувальні характеристики обраних матеріалів. Зроблено висновок, що матеріал ШШ на тканій основі доцільно використовувати лише в якості оздоблювальних елементів, або деталей, які не несуть суттєвого навантаження.

4. Визначені показники динамічного модуля пружності та декременту затухання для пакетів матеріалів. Дослідження виявили основовиражений характер розподілу полів пружності у вихідних матеріалів та двохшарового пакету, що необхідно враховувати при розкрої деталей головного убору.

5. Визначений характер зміни показників жорсткості матеріалів та пакетів. По характеру діаграм видно, що жорсткість пакетів суттєво відрізняється від вихідного матеріалу.

6. Була розроблена конструкція берета жіночого з основного матеріалу та скомплектовано пакет внутрішньої зйомної частини, що дало можливість забезпечення нормального мікроклімату і антимікробних властивостей.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Обґрунтовано доцільність розширення асортименту конкурентоспроможних головних уборів зі штучної шкіри шляхом удосконалення технології їх клейового дублювання, що дозволяє значно підвищити формостійкість виробів при зниженні собівартості матеріалів до 50 %.
2. Сформовано методику досліджень в'язкопружних та деформаційно-міцнісних характеристик матеріалів із використанням лабораторних установок УДМ-1, ПЖУ-12М, УДТМ та СРМ-1, що забезпечило високу точність оцінювання якості адгезійного шва.
3. Встановлено раціональні режими пресування пакетів: для штучної шкіри на нетканій основі – $T_{вп}=120^{\circ}\text{C}$ при $\tau=15$ с, для штучної шкіри на тканий основі — $T_{вп}=140^{\circ}\text{C}$ при $\tau=35$ с.
4. Виявлено виражену анізотропію (основовиражений розподіл) пружних властивостей і суттєву зміну жорсткості пакетів порівняно з вихідними матеріалами, що є критично важливим чинником при орієнтації деталей під час розкрою.
5. Розроблено раціональну конструкцію жіночого берета зі штучної шкіри зі спеціальним знімним внутрішнім пакетом, який завдяки антимікробним властивостям гарантує підтримання оптимального гігієнічного мікроклімату підкапелюшного простору.
6. Проведено аналіз умов праці на робочому місці, ідентифіковано комплекс шкідливих і небезпечних виробничих факторів та запропоновано інженерні заходи для зниження їхнього впливу на здоров'я і працездатність працюючого.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ріпка Г.А. Навчальний посібник з дисципліни «Технологія швейного виробництва» «Технологія виготовлення швейних виробів. Загальні поняття» / Методичні вказівки. Електронне видання: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2021, 175 с. Свідоцтво №7894.
2. Ріпка Г.А., Перепелиця Ю.В. Термінологічний словник з дисципліни «Технологія швейного виробництва» для студентів факультету інженерії напряму підготовки 182 "Технології легкої промисловості" / Методичні вказівки. Електронне видання: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2018. Свідоцтво №7721. 35 с.
3. Савчук Н.Г. Навчальний посібник / Н.Г. Савчук, С.М. Березненко, М.П. Березненко. – К.: Арістей, 2006. – 451 с.
4. Рибальченко В.В. Матеріалознавство виробів легкої промисловості / В.В. Рибальченко, В.П. Коновал, М.Є. Хом'як, Г.І. Шевченко. – К.: КНУТД, 2008. – 320 с.
5. Галько С.В. Особливості гігієнічних властивостей нової штучної шкіри / С.В. Галько // Легка промисловість – 2003р. – №3. – С. 60–61.
6. Rudecka J. Wykorzystanie dynamicznych metod badan w ocenie wlasciwosci sprzystych skor naturalnych / J. Rudecka, M. Pawfowa // Projektowanie, materialy, technologia skory, odziezy i obuwia. Politechnika Radomska. – 2002. – № 21. – S. 74-77
7. Rudecka J. Wtasciwosci reologiczne wierzchnich materiatow obuwniczych jako wskaznik oceny komfortu / J. Rudecka // Projektowanie, materialy, technologia skory, odziezy i obuwia. Politechnika Radomska. – 1999. – №16. – S. 5-12.
8. Литвин В.Г. Конструювання швейних виробів: Підручник / В.Г. Литвин, А.О. Степура. - К.: Вікторія, 2008. - 320 с.
9. Панасюк І.В. Основні заходи надання першої долікарської допомоги при нещасних випадках виробничого характеру. Методичні вказівки до практичних та лабораторних занять для студентів всіх напрямів підготовки / І.В. Панасюк, В.О. Мусієнко, Ю.В. Клапцов, Л.І. Микитенко. – К.: КНУТД, – 2009. – 16 с.
10. Єжова О. В. Технологія швейних виробів Ч. 1. 2002. –102 с.

11. Мельник П.В. Лабораторний практикум з основ технології, обладнання та організації технологічних процесів виготовлення швейних виробів. Посібник для студ. вузів / П.В. Мельник. - К.: Перун ; Ірпінь 1997. - 235 с.

12. Патлашенко О.А. Матеріалознавство швейного виробництва: Навч. пос. – 2-ге видання. – К.: Арістей, 2007. – 288 с.

13. Сарана О.М. Проектування підприємств. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів спеціальності «Швейні вироби». СНУ ім. В.Даля. 2014.

14. Панасюк І.В. Пожежна безпека та засоби пожежогасіння в сучасних умовах. Методичні вказівки до практичних та лабораторних занять для студентів всіх напрямів підготовки / І.В. Панасюк, В.О. Мусієнко, Ю.В. Клапцов, Л.І. Микитенко. – К.: КНУТД. – 2009. – 16 с.

8. Методи обробки швейних виробів [Текст]: Навч. посіб. / Г.Г. Білоусова [та ін.]. - К.: Медінформ, 2007. - 292 с

9 Привала В.О. Розробка технології формування пакетів матеріалів одягу з визначеними водо- і вітрозахисними властивостями. Автореф. дис. на здоб. наук. степ. канд. техн. наук. Хмельницький, 2007.

10. Троян О.М., Сарана О.М. Основи техніко-економічного проектування виробництва. Лабораторний практикум для студентів спеціальності «Швейні вироби». РВЦ ТУП, Хмельницький, ТУП. 2003.М.

8. Ріпка Г.А. Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Технологія швейного виробництва» для студентів факультету інженерії напряму підготовки 182 "Технології легкої промисловості" / Методичні вказівки. Електронне видання: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2018, 50 с. Свідоцтво №7939.

9. Ріпка Г.А. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни «Технологія швейного виробництва» для студентів факультету інженерії напряму підготовки 182 "Технології легкої промисловості" / Методичні вказівки. Електронне видання: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2019, 25 с. Свідоцтво №7694.

10. Мичко А.А. Способи ідентифікації білкових волокон для виготовлення текстильних матеріалів / А.А. Мичко, І.Г. Дейнека, Г.А. Ріпка, Л.І. Килимник // Вісник

СНУ ім. В. Даля. – 2012. – №12 (183). Ч.1. – С. 176-183.

11. Мичко А.А. Способи ідентифікації волокон рослинного походження для виготовлення текстильних матеріалів / А.А. Мичко, І.Г. Дейнека, Г.А. Ріпка, Л.І. Килимник // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2012. – №13 (184). Ч.1. – С. 153-159.

12. Ripka G. Analysis of everyday clothes usage conditions // Commission of motorization and energetics in agriculture. Teka / Lublin university of technology. – Lublin, 2017. Vol. 17. № 1. – P. 21-26. ISSN 1641-7739

13. Ripka G. Study of dominant quality indicators of materials and designs of railroad conductors` uniforms / Olena Kolosnichenko, Mykola Yakovlev, Irina Prykhodko-Kononenko, Larysa Tretyakova, Natalia Ostapenko, Kalina Pashkevich, Galyna Ripka // Fibres and textiles, Bratislava, 3 (2020), Volume 27, September 2020., p. 90-96. ISSN 2585.

14. Сердюк А.М. Антимікробні та токсичні властивості наночастинок срібла у стабілізованих розчинах та у композиційній системі на основі високодисперсного кремнезиву / А.М. Сердюк, В.Б. Бабій, Г.І. Корчаг, О.В. Сурмашева, Л.А. Томашевська, О.Є. Кондратенко, А.І. Міхійєнкова // ENVIRONMENT & HEALTH. – 2010. – № 4. – С. 3 – 7.

14. Мичко А.А. Способи ідентифікації штучних волокон для виготовлення текстильних матеріалів / А.А. Мичко, І.Г. Дейнека, Г.А. Ріпка, Л.І. Килимник // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2012. – №9 (180). Ч.1. – С. 108-113.

15. Мичко А.А. Способи ідентифікації гетероланцюгових волокон для виготовлення текстильних матеріалів / А.А. Мичко, І.Г. Дейнека, Г.А. Ріпка, Л.І. Килимник // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2012. – №5 (176). Ч. 2. – С. 233-238.

16. Шейко В.М. Організація та методика науково-дослідної діяльності: Підручник / В.М. Шейко, Н.М. Кушнарєнко. – К.: Знання – Прес, 2002. – 295с.

17. М. Мюллер и син. Загальний креслюнок // Ательє. 2002. № 11. – 150-151.

18. Ріпка Г.А. Розробка класифікатору застосування QR-кодів в легкій промисловості / Засорнова І.О., Засорнов О.С., Ріпка Г.А. // Вісник ХНУ. Хмельницький, 2021, № 2. С. 226-233. ISSN 2307-5732

19. Ріпка Г.А. Сучасне програмне забезпечення для автоматизації процесу машинної вишивки / Ріпка Г.А., Дейнека І.Г., Мичко А.А. // Проблеми легкої та

текстильної пром-ті України , Херс.НТУ, Херсон, 2012, № 2 (20). С. 24-27.

20. Ріпка Г.А. Формування підсилюючого елемента з підвищеними захисними властивостями / монографія / СНУ ім. В. Даля, Сєверодонецьк, 2018, 124 с.

21. Конспект лекцій з дисципліни «Матеріалознавство швейних виробів» (для здобувачів вищої освіти спеціальностей 182 «Технології легкої промисловості») (Електронне видання) / Уклад.: Ріпка Г.А., від 10.04.2019

22. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Матеріалознавство швейних виробів» (для здобувачів вищої освіти спеціальностей 182 «Технології легкої промисловості») (Електронне видання) / Уклад.: Ріпка Г.А., від 02.06.2018).

23. Методичні вказівки для самостійної роботи з дисципліни «Матеріалознавство швейних виробів» (для здобувачів вищої освіти спеціальностей 182 «Технології легкої промисловості») (Електронне видання) / Уклад.: Ріпка Г.А., від 15.02.2020).

24. Колосніченко М.В., Процик К.Л. Мода і одяг. Основи проектування та виробництва одягу.: Навчальний посібник. – К.: КНУТД, 2011. – 227 с.

25. Телушкіна О. Переосмислення складових національного стилю в дизайні середовища. Збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми сучасного дизайну», м. Київ, 23 квітня 2020 року. – Київ: КНУТД, 2020. – у 2 томах. Том 2, с. 239 – 242.

26. Пасічний А.М. Образотворче мистецтво. Словник-довідник. Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2003. - 216 с.

27. Бьорд М. 100 ідей, що змінили мистецтво. Київ : ArtHuss, 2019. - 216 с.

29. Witana CP, Feng J, Goonetilleke RS: Dimensional differences for evaluating the quality of footwear fit. // Ergonomics 2004, 47(12): P. 1301–1317.

30. Wang CS: An analysis and evaluation of fitness for shoe lasts and human feet. // Comput Ind 2010, 61(6): P. 532–540.

31. Menz HB, Morris ME: Footwear characteristics and foot problems in older people. // Gerontology 2005, 51(5): P. 346–351.

32. Константинов С.М. Основи проєктування швейних підприємств. Підручник. - К.: Вища школа, 1992. - 375 с.