

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

На правах рукопису

ЛЕЩИШИН МАРИНА МИКОЛАЇВНА

УДК 685.31

ДИСЕРТАЦІЯ

**ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ
ПІДГОТОВКИ ВЗУТТЯ ЗА ІНДИВІДУАЛЬНИМ ЗАМОВЛЕННЯМ В
СИСТЕМІ ФОРМУВАННЯ СПОЖИВЧОЇ ЦІННОСТІ ВИРОБІВ**

182 – Технології легкої промисловості 18 – Виробництво та технології

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

 М.М. Лещин

Науковий керівник: Злотенко Борис Миколайович, доктор технічних наук,
професор

Київ – 2022

АНОТАЦІЯ

Лецишин М. М. Вдосконалення конструкторсько-технологічної підготовки взуття за індивідуальним замовленням в системі формування споживчої цінності виробів. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 182 – Технології легкої промисловості (галузь знань 18 – Виробництво та технології). – Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, 2022.

Дисертація є завершеною науковою працею, яка присвячена вдосконаленню конструкторсько-технологічної підготовки виготовлення взуття за індивідуальним замовленням. Виробництво взуття найчастіше асоціюється з масовим випуском різноманітного, але все ж таки уніфікованим асортиментом виробів. В сучасних умовах зростає кількість цінителів ексклюзивного одиначного взуття за індивідуальним замовленням. Взуття ручної роботи створюється з детальним урахуванням індивідуальних антропометричних параметрів та особливостей стопи замовника, проходить весь шлях створення від ідеї, ескізу взуття до готової пари. Більшість замовлень на пошиття індивідуального взуття обумовлено персональними уподобаннями споживачів, серед яких використання для виготовлення ексклюзивних виробів екзотичних матеріалів для підкреслення статусу та характеру замовника.

Аналіз теорії і практики взуттєвого виробництва свідчить, що виготовлення виробів на рівні високої якості є основним завданням виробників взуття. Розробка практичної конструкції, забезпечення зручності взуття, вірний підбір матеріалів і модний дизайн є провідними елементами системи формування споживчої цінності виробів, оскільки дозволяють найбільш повно задовольнити побажання замовників. Виготовлення індивідуального взуття на замовлення надає можливості коригування або виготовлення взуттєвої колодки, враховуючи антропометричні параметри стопи замовника, для ідеальної посадки взуття на

стопу та досягнення відчуття максимального комфорту в процесі експлуатації взуття.

Ще однією перевагою індивідуального виготовлення взуття є можливість врахувати переваги замовника щодо засобів догляду за взуттям в процесі експлуатації. При цьому важливим завданням постає забезпечення гігієнічності внутрішнього простору взуття за рахунок використання вкладних устілок з вмістом елементів, отриманих із лікарської рослинної сировини.

Метою дослідження є вдосконалення конструкторсько-технологічної підготовки взуття за індивідуальним замовленням в системі формування споживчої цінності виробів, з урахуванням особливостей форми стопи і суб'єктивного відчуття комфорту споживача.

Відповідно до поставленої у роботі мети були визначені такі завдання:

- проаналізувати існуючі методи проектування колодок та взуття відповідно до форми та стану стопи;
- розробити математичну модель силової взаємодії стопи споживача і взуття за індивідуальним замовленням;
- розробити конструкцію макета-трансформера взуття з можливістю вимірювання тиску взуття на стопу за допомогою комп'ютерної системи на базі мікроконтролера Arduino Uno;
- провести експериментальні дослідження з визначення та оцінювання комфортного для споживача рівня тиску верху взуття на стопу в різних фазах ходьби;
- розробити метод коригування форми колодки за допомогою накладок, виготовлених з використанням технології 3D друку;
- розробити індивідуальні вкладні гігієнічні засоби для зберігання взуття;
- провести апробацію результатів дослідження в умовах виробництва та дослідного носіння.

Об'єкт дослідження – процес індивідуального виготовлення взуття на замовлення.

Предмет дослідження – процес вдосконалення конструкторсько-технологічної підготовки взуття за індивідуальним замовленням в системі формування споживчої цінності виробів.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження роботи ґрунтуються на комплексі основних положень виробництва взуття. Експериментальні дослідження оцінки визначення тиску між стопою і внутрішньою поверхнею взуття проводилися на розробленому макеті-трансформері з використанням комп'ютерної системи з мікроконтролером Arduino Uno і резистивними датчиками сили FSR402. Для проектування внутрішньої форми взуття та твердотільних елементів оснащення колодки використовували 3D сканер та САПР, в тривимірному графічному середовищі Delcam Crispin із застосуванням модулів ShoeMaker, LastMaker, PowerShape. Для виготовлення індивідуальних накладок на колодки використовували метод FDM для 3D друку та робочий слайсер Ultimaker Cura. Для визначення фізико-механічних властивостей матеріалів використовували відомі стандартні методи статичного випробування згідно з ДСТУ ISO 5404:2007 та модернізовану розривну машину 2167 P-50. Властивості вкладних гігієнічних устілок досліджували на паропроникність та вологовміст згідно методик ГОСТ 22900–78. Для виявлення ефекту інгібування приросту грам-негативних культур використовували метод прямого суспендування колоній бактерій.

Наукова новизна полягає у встановленні закономірностей вдосконалення технологічного процесу індивідуального виготовлення комфортного взуття з вкладними гігієнічними устілками, на основі коригування форми колодки накладними елементами, отриманими за технологією 3D друку, і використання гігієнічних властивостей лікарських трав. *При цьому вперше:*

- розроблена математична модель силової взаємодії верху макета-трансформера взуття і стопи споживача, яка враховує геометричні параметри і фізико-механічні властивості елементів системи «верх взуття - стопа»;
- визначені взаємозалежності між тиском на стопу, співвідношенням геометричних параметрів верху взуття і стопи і відчуттям рівня комфорту взуття;

- встановлені взаємозалежності між напруженнями і деформацією при розтяганні і визначено межу міцності зразків пластикових матеріалів для коригувальних накладок, отриманих методом 3D друку;

- визначені закономірності інгібуючого впливу водних екстрактів чебрецю і шавлії на приріст біомаси грам-негативних бактерій в планктонній культурі.

Удосконалено:

- метод визначення комфортного рівня тиску верху взуття на стопу за допомогою макета-трансформера з датчиками, з'єднаними з комп'ютерною вимірювальною системою;

- метод коригування форми колодки, на основі індивідуальних параметрів стопи замовника, за допомогою накладок, виготовлених з використанням технології 3D друку.

Набуло подальшого розвитку:

- визначення зміни при формуванні лінійних розмірів деталі союзки з шкіри виросток на існуючій та коригованій накладкою колодках, і коефіцієнта коригування затягувальної кромки індивідуальної конструкції моделі взуття для окремого замовника;

- визначення фізико-механічних властивостей шкір екзотичних тварин для верху комфортного взуття;

- визначення показників паропроникності і вологовмісту вкладних гігієнічних устілок з таблетованими рослинними вставками і встановлення їх відповідності нормативним вимогам.

Практичне значення отриманих результатів полягає у наступному:

- розроблена конструкція макета-трансформера для проведення обмірів стопи та визначення комфортного тиску між стопою і верхом взуття, новизна якого підтверджена патентом на корисну модель.

- розроблена конструкція і визначені раціональні технологічні параметри процесу 3D друку з матеріалу еластан коригуючих накладок на колодку, які були впроваджені у виробництво з індивідуального пошиву взуття,

і за результатами виготовлення індивідуальні пари взуття отримали позитивну оцінку від замовників;

- розроблені конструкції вкладних гігієнічних устілок, підтвержені 3 патентами на корисну модель та 1 патентом на винахід, а також дезодоруючий засіб, підтверджений патентом на корисну модель;

- розроблений технологічний процес виготовлення вкладних гігієнічних устілок з твердотільними вставками, отриманими з лікарських трав чебреця і шавлії;

- результати досліджень апробовані згідно до результатів дисертаційної роботи дослідним носінням виробів в ТОВ «ТТВК».

- результати дисертаційної роботи впроваджені у навчальний процес підготовки фахівців кафедри КТВШ за спеціальністю 182 – Технології легкої промисловості, освітніми програмами «Індустрія моди» та «Проектування взуття та галантерейних виробів».

Положення та найвагоміші результати за темою дисертаційної роботи опубліковано в 27 наукових роботах, серед них 2 статті, які входять до бази даних Scopus (серед них 1 одноосібна), 6 статей у фахових виданнях України (серед них 4 одноосібно), 5 патентів України на корисну модель, 1 патент України на винахід, 13 тез доповідей на наукових конференціях (серед них 7 одноосібно).

Дисертаційна робота містить вступ, п'ять розділів із висновками, загальні висновки досліджень, список використаних джерел, додатки.

Ключові слова: *індивідуальний пошив взуття, макет-трансформер взуття з комп'ютерною системою, комфортний тиск, накладка на колодку, вкладні гігієнічні засоби.*

ABSTRACT

Leshchyshyn M.M. Improving the design and technological preparation of custom-made footwear in the system of forming the consumer value of products.

— Manuscript copyright.

The thesis for Doctor of Philosophy, specialty 182 — Technologies of light industry (branch of knowledge 18 - Production and technologies). —Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, 2022.

The thesis is a completed scientific work dedicated to improving the design and technological preparation of manufacturing custom-made footwear. The production of footwear is often associated with the mass production of a diverse, but still unified range of products. In modern conditions, the number of connoisseurs of exclusive individual shoes is growing. Handmade shoes are created with detailed consideration of individual anthropometric parameters and features of the customer's foot, goes all the way from the idea, sketch to the finished pair of shoes. Most orders for tailoring individual shoes are due to personal preferences of consumers, including the use of exotic materials for manufacturing exclusive products to emphasize the customer's status and character.

The analysis of the theory and practice of shoe production shows that the manufacture of products at a high-quality level is the main task of shoe manufacturers. Development of practical design, comfort of footwear, correct selection of materials and fashionable design are the leading elements for the system of forming the consumer value of products, as they allow to fully satisfy the customers' wishes. Making individual shoes to order provides the possibility of adjusting or making shoe pads, considering the anthropometric parameters of the customer's foot, for an ideal fit of the shoe on the foot and achieving maximum comfort during the shoe operation.

Another advantage of custom-made shoes is the ability to consider the customer's preferences regarding shoe care products during the operation. At the same time, an important task is to ensure the hygiene of the inner space of the shoe through the use of insoles containing elements obtained from medicinal plant materials.

The aim of the study is to improve the design and technological preparation of custom-made shoes in the system of forming the consumer value of products, considering the peculiarities of the shape of the foot and the subjective feeling of consumer comfort.

According to the goals set in the work, the following tasks were identified:

- to analyse the existing methods of designing pads and shoes in accordance with the shape and condition of the foot;
- to develop a mathematical model of the power interaction of the consumer's foot and shoes on an individual order;
- to develop the design of a model-transformer of shoes with the ability to measure the pressure of shoes on the foot using a computer system based on the Arduino Uno microcontroller;
- to conduct experimental studies to determine and evaluate the level of pressure of the upper of the shoe on the foot, which is comfortable for the consumer, in different phases of walking;
- to develop a method for correcting the shape of a shoe using pads made by using 3D printing technology;
- to develop recommendations for improving the comfort of shoes based on the use of skins of exotic animals;
- to create individual insert hygienic means for storing shoes;
- to conduct approbation of the research results in the conditions of production and experimental wearing.

The object of the research is the process of manufacturing custom-made footwear.

The subject of the research is the process of improving the design and technological preparation of custom-made footwear in the system of forming the consumer value of products.

Research methods. The theoretical research of the work is based on a set of basic principles of shoe production. Experimental studies to assess the pressure between the foot and the inner surface of the shoe have been performed on a developed model-

transformer using a computer system with an Arduino Uno microcontroller and resistive force sensors FSR402. A 3D scanner and CAD have been used to design the inner shape of the shoes and the solid elements of the pad equipment, in a three-dimensional Delcam Crispin graphics environment using ShoeMaker, LastMaker, PowerShape modules. The FDM method for 3D printing and the Ultimaker Cura working slicer have been used to make individual pads. To determine the physical and mechanical properties of materials there have been used known standard methods of static testing in accordance with DSTU ISO 5404: 2007 and upgraded bursting machine 2167 P-50. The properties of embedded hygienic insoles have been studied for vapor permeability and moisture content according to the methods of GOST 22900-78. To detect the effect of inhibiting the growth of gram-negative cultures the method of direct suspension of bacterial colonies has been used.

The scientific novelty is to establish the laws of the process of improving the technological process of individual production of comfortable shoes with embedded hygienic insoles, based on adjusting the shape of the pad overhead elements obtained by 3D printing technology, and the use of healing properties of herbs. *At the same time, for the first time there have been:*

- developed a mathematical model of the force interaction of the upper model-transformer footwear and the foot of the consumer, which considers the geometric parameters and physical and mechanical properties of the elements of the system “shoe upper – foot”;
- determined the interdependencies between the pressure on the foot, the ratio of geometric parameters of the shoe upper and the foot and the feeling of the level of shoe comfort;
- established the interdependencies between stresses and strains during tension and determined the tensile strength of samples of polymeric materials for corrective pads obtained by 3D printing;
- determined the regularities of inhibitory effect of aqueous extracts of thyme and sage on the growth of biomass of gram-negative bacteria in planktonic culture.

There have been improved:

- a method of determining the comfortable level of pressure of the shoe upper on the foot using a model-transformer with sensors connected to a computer measuring system;

- a method of adjusting the shape of the pad, based on individual parameters of the customer's foot, using pads made with the help of 3D printing technology.

There have been further developed:

- determination of changes in the formation of linear dimensions of a part of the conjunctiva from the skin of the condyles on the existing and corrected pads, and the coefficient of adjustment of the tightening edge of the individual design of the shoe model for an individual customer;

- determination of the physical and mechanical properties of the skins of exotic animals for the top of comfortable shoes;

- determination of indicators of vapor permeability and moisture content of embedded hygienic installed insoles with tableted plant inserts and establishing their compliance with regulatory requirements.

The practical significance of the results obtained is as the following:

- the design of the model-transformer for measuring the foot and determining the comfortable pressure between the foot and the shoe upper has been developed, the novelty of which is confirmed by a patent for a useful model;

- the design has been developed and the rational technological parameters of the 3D printing process from the elastane material of the corrective linings on the last have been developed, which have been introduced into the production of individual tailoring of shoes, and according to the results of the manufacture of individual pairs of shoes, they received a positive assessment from customers;

- designs of removable hygienic insoles have been developed, confirmed by 3 patents for a useful model and 1 patent for an invention, as well as a deodorizing agent, confirmed by a patent for a useful model;

- a technological process for the manufacture of insoles with solid-state inserts obtained from medicinal herbs thyme and sage has been developed;

- the results of the research have been tested according to the results of the thesis work by the experimental wearing of products in LLC "TTVK".

- the results of the thesis work are introduced into the educational process of training specialists of the department of design and technologies of leather products in specialty 182 - Technologies of light industry, educational programs “Fashion Industry” and “Designing Shoes and Haberdashery”.

The provisions and significant results on the topic of the thesis have been published in 27 scientific papers, including 2 articles, which is included in the Scopus database, 6 articles in professional publications of Ukraine, 5 patents of Ukraine for a useful model, 1 patent of Ukraine for an invention, 13 theses of reports at scientific conferences.

The thesis work contains an introduction, five chapters with conclusions, general conclusions of research, a list of sources used, appendices.

Key words: *custom-made footwear, model-transformer footwear with a computer system, comfortable pressure, pad cover, inset hygiene products.*

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

Опубліковані статті, які входять до міжнародної науко-метричної бази даних Scopus:

1. M.M. Leshchyshyn, S.S. Garkavenko, A.I. Babich Studying the similarities of deformation properties of leather materials in the process of creating a model of shoes. ICAMS 2020 – 8 The international conference on advanced materials and systems, Bucharest, Romania 1-3 October, 2020, P. 83-88.

2. Leshchyshyn M. Determination of comfort pressure of shoes on human feet. Journal Vlakna a Textil (Fibres and Textiles) 28(3), 2021, ст.53-61.

Опубліковані статті у фахових виданнях України:

3. Лещишин М.М., Стаценко Д.В., Злотенко Б.М. Дослідження комфортного тиску внутрішньої поверхні взуття на стопу споживача Вісник ХНУ 2021, №1, ст. 198-208.

4. Лещишин М.М. Дослідження та підвищення комфортності взуття за індивідуальним замовленням Вісник КНУТД 2020, №6, ст.56-66.

5. Лещишин М.М., Математична модель процесу припасування шаблону до стопи Вісник ХНТУ 2021, №2, ст.105-113.

6. Лещишин М.М., Твердотільне моделювання елементів колодки для виготовлення взуття підвищеної комфортності. Вісник ХНУ 2021, №5, ст. 201-208.

7. Лещишин М.М. Оцінювання ступеня комфортного тиску верху взуття на стопу споживача. Вісник ХНТУ 2021, №4, ст.114-122.

8. Лещишин. М.М., Юнгін О.С. Визначення гігієнічних властивостей вкладних індивідуальних засобів з вставками рослинної сировини у взуття. Технології та інжиніринг 2021, №6, ст. 19-26.

Документи, які підтверджують новизну дослідження:

9. Вкладна гігієнічна устілка/ Патент на корисну модель №130160 Україна, МПК А43В7/00., заявник та патентовласник КНУТД № u201806032,

заяв.31.05.18р. опубліковано 26.11.18р., бюл. №22. Гаркавенко С.С., Борщевська Н.М., Лещишин М.М.

10. Вкладна гігієнічна устілка/ Патент на корисну модель №130445 Україна, МПК А43В7/00., заявник та патентовласник КНУТД № u201806034, заяв.31.05.18р. опубліковано 10.12.18р., бюл. №23. Гаркавенко С.С., Борщевська Н.М., Лещишин М.М.

11. Вкладна гігієнічна устілка/Патент на корисну модель №129819 Україна, МПК А43В7/00., заявник та патентовласник КНУТД № u201806036, заяв.31.05.18р. опубліковано 12.11.18р., бюл. №21. Гаркавенко С.С., Борщевська Н.М., Лещишин М.М.

12. Дезодоруючий засіб/Патент на корисну модель №130446 Україна, МПК А61L9/01, А01N25/00, заявник та патентовласник КНУТД № u201806035, заяв.31.05.18р. опубліковано 10.12.18р., бюл. №23. Гаркавенко С.С., Борщевська Н.М., Лещишин М.М.

13. Вкладна гігієнічна устілка / Патент на винахід №122001 Україна, МПК А43В 17/08., заявник та патентовласник КНУТД № а 2018 06030, заяв. 31.05.18р. опубліковано 25.08.20 р., бюл. №16. Гаркавенко С.С., Борщевська Н.М., Лещишин М.М.

14. Макет-трансформер взуття/ Патент на корисну модель №148995 Україна, МПК А61В 5/103 (2006.01), заявник та патентовласник КНУТД № u 2021 02965, заяв. 02.06.2021, опубліковано 05.10.2021, Бюл. № 40. Лещишин М.М., Стаценко Д.В., УА, Злотенко Б.М.

Наукові праці апробованих результатів дисертації:

15. С.С. Гаркавенко, Л.П. Чертенко, М.М. Лещишин Комфортність колодки з урахуванням суб'єктивних відчуттів споживача. Збірник матеріалів II Міжнародної наукової конференції текстильних та фешн технологій KyivTex&Fashion (1-2 листопада 2018 р., м. Київ). - Київ: КНУТД, 2018. - С. 161-164.

16. М.Е. Попова., М.М. Лещишин, Г.В. Тарасенко Розробка складу та технології виробництва таблеток з ефіровмісної лікарської рослинної сировини

методом прямого пресування. Сучасні матеріали і технології виробництва виробів широкого вжитку та спеціального призначення: XVII Всеукраїнська наукова конференція молодих учених та студентів, секція 1, 2018, ст. 595-596.

17. М. М. Лецишин, С. С. Гаркавенко Підходи оцінювання кількісних показників комфортності. Наукові розробки молоді на сучасному етапі: тези доповідей XVIII Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів 18-19 квітня 2019 р., Київ). - Київ: КНУТД, 2019. - Т. 1: Сучасні матеріали і технології виробництва виробів широкого вжитку та спеціального призначення. - С. 184-185.

18. Лецишин М.М., Гаркавенко С.С., Кернеш В.П. Особливості коригування параметрів колодки з урахуванням індивідуальних даних стоп. III Міжнародна конференція текстильних та фешн технологій «KyivTex&Fashion» м. Київ, 2019, ст 185-189.

19. Лецишин М.М., Гаркавенко С.С., Кернеш В.П. Сравнительный анализ результатов антропометрических исследований стоп и субъективных ощущений комфортности обуви. Міжнародна науково-технічна конференція «Иновационные технологии в текстильной и легкой промышленности» Витебский государственный технологический университет, 2019, ст. 164-166.

20. Лецишин М.М., Стаценко Д.В., Злотенко Б.М. Комп'ютерно-інтегрований прилад для визначення тиску внутрішньої поверхні взуття на стопу. Збірник наукових праць «Технічна творчість», Хмельницький 2021, №4, ст. 27-29.

21. Лецишин М.М. Дослідження комфортного тиску стопи споживача у статистиці. Міжнародна наукова конференція «Динаміка, Рух Та Розвиток Сучасної Науки», 2021 м. Луцьк, Том 2, ст.54-57.

22. Лецишин М.М. Дослідження суб'єктивного комфорту взуття за допомогою універсального макета-трансформера. Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Молодь - науці і виробництву - 2021: інноваційні технології легкої промисловості» Херсон, 2021, ст. 45.

23. Лещишин М.М. Порівняльний аналіз параметрів антропометричних ділянок стопи при виготовленні взуття. VI Міжнародній науково-практичній конференції "Концептуальні шляхи розвитку науки" 2021. м. Київ ст. 32-34.

24. Лещишин М.М. Дослідження показників вагомості у виготовленні індивідуального взуття. III Міжнародній науково-практичній конференції "Актуальні проблеми сучасної науки та освіти", 2021, м. Львів ст.41-43.

25. Лещишин М.М. Розробка вкладних гігієнічних засобів для зберігання взуття. Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених та студентів «Ресурсозберігаючі технології легкої, текстильної і харчової промисловості» 17-18 листопада 2021 р. ХНУ, ст. 52-53.

26. Maryna Leshchyshyn Research of the process of individual shoe last corrections with the help of overlays. Збірник тез доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції текстильних та фешн технологій KyivTex&Fashion, м. Київ, 21 жовтня 2021 року. – Київ : КНУТД, 2021. – С. 74-75.

27. Лещишин М.М. Дослідження випробування експериментальних зразків матеріалу для взуття. VIII Всеукраїнська науково-практична заочна конференція молодих учених і студентів «Науково-практичні розробки молодих учених в хімічній, харчовій та парфумерно-косметичній галузях промисловості» 2 грудня 2021, ХНТУ, ст. 34-35.

Зміст

ВСТУП.....	19
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МЕТОДІВ У ВИРОБНИЦТВІ	
ВЗУТТЯ ЗА ІНДИВІДУАЛЬНИМ ЗАМОВЛЕННЯМ.....	26
1.1. Аналіз систем та методів дослідження форми і стану стопи	26
1.2. Аналіз методів проектування взуття і колодок з урахуванням форми і стану стопи.....	38
1.3. Технічні засоби конструкторсько-технологічної підготовки колодок у відповідності до форми стопи замовника	43
1.4. Вибір матеріалів у виробництві взуття за індивідуальним замовленням	50
1.5. Вкладні устілки, які використовуються у взутті за індивідуальним замовленням	53
Висновки до розділу 1.....	56
РОЗДІЛ 2. ОПИС ВИКОРИСТАНИХ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ДОСЛІДЖЕНЬ МЕТОДІВ, ЛАБОРАТОРНОГО ОБЛАДНАННЯ І МАТЕРІАЛІВ.....	
2.1. Розробка конструкції макета-трансформера взуття для обміру стопи.	59
2.2. Опис експериментального обладнання для визначення тиску взуття на стопу	61
2.3. Опис використаних технологій 3D друку та матеріалів	69
2.4. Опис використаних методів проектування внутрішньої форми взуття та технологічного оснащення (колодки)	79
2.5. Методи і експериментальне обладнання для дослідження матеріалів у виробництві комфортного і ексклюзивного взуття	83
Висновки до розділу 2.....	90
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВЕРХУ ВЗУТТЯ НА ВІДЧУТТЯ КОМФОРТУ ЗАМОВНИКА	
	92

3.1. Математичне моделювання силової взаємодії стопи замовника і верху макета-трансформера взуття.....	92
3.2. Експериментальне дослідження тиску верху взуття на стопу замовника	99
3.3. Визначення тиску верху взуття на стопу в стані стояння і в процесі ходьби.....	103
3.4 Оцінювання ступеня комфорту взуття в залежності від тиску верху взуття на стопу.....	114
Висновки до розділу 3.....	123

РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ВИГОТОВЛЕННЯ КОМФОРТНОГО ВЗУТТЯ НА ЗАМОВЛЕННЯ.....

4.1. Розробка структурної моделі процесу створення раціональної внутрішньої форми взуття	125
4.2. Порівняльний аналіз антропометричних параметрів стопи і параметрів колодок	127
4.3. Коригування форми і розмірів колодок	130
4.4. Визначення раціональних технологічних параметрів 3D друку коригуючих накладок на колодки	139
4.5. Дослідження деформацій верху взуття в процесі затягування на коригованій колодці	146
4.6. Розробка комфортного взуття з використанням шкір екзотичних тварин	156
Висновки до розділу 4.....	168

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ВКЛАДНИХ ГІГІЄНІЧНИХ УСТІЛОК З ТВЕРДОТІЛЬНИМИ ВКЛЮЧЕННЯМИ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН АНТИМІКРОБНОЇ ДІЇ.....

5.1. Визначення гігієнічних властивостей водних екстрактів лікарських рослин	170
5.2. Розробка засобів (гігієнічних устілок) для зберігання взуття.....	179

5.3 Дослідження вкладних гігієнічних засобів для взуття	185
Висновки до розділу 5.....	189
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	191
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	194
ДОДАТОК А.....	208
ДОДАТОК Б	212
ДОДАТОК В	216
ДОДАТОК Г	218
ДОДАТОК Д.....	220
ДОДАТОК Е	224
ДОДАТОК Є	225
ДОДАТОК Ж.....	226
ДОДАТОК З.....	227
ДОДАТОК И.....	228
ДОДАТОК І	229
ДОДАТОК Й.....	230
ДОДАТОК К.....	231
ДОДАТОК Л.....	232
ДОДАТОК М.....	233

ВСТУП

Ринок товарів на замовлення постійно зростає, все більше у всьому світі стає людей зацікавлених у придбанні продукції на замовлення, яка б відповідала їхнім індивідуальним потребам, смакам, соціальному статусу чи рангу.

Взуття, в першу чергу служить для полегшення пересування та запобігання травмам стопи. Проте, вибір доступного взуття має деякі потенційно суперечливі критерії для споживачів, де доводиться часто вибирати між комфортом і естетикою. Більшість, як правило, віддають перевагу візуально-естетичним показникам над комфортним взуттям, але нажаль цей вибір в результаті призводить до різноманітних паталогій стопи в процесі носіння виробу та після. Крім того, більшість виробників взуття зараз імітують сучасні модні стилі у виробках, але йдуть на компроміс з якістю, щоб знизити вартість для ринку.

Протягом тисячоліть ремісництво взуття завжди має свій попит та відіграє важливу роль у суспільстві. Виробники взуттєвих підприємств, студії та ательє пропонують пошив індивідуального взуття для клієнта. Майстри взуття задовольняють конкретні запити персоналізованої продукції споживача. На додаток до стандартних характеристик взуття, таких як конструкція моделі, матеріал і кольорова гама, взуття на замовлення дозволяє скоригувати чи виготовити індивідуальну колодку по антропометричним параметрам стопи замовника, для ідеальної посадки взуття на стопу та досягнення максимально комфортного тиску верху взуття на стопу при експлуатації взуття.

Наукові дослідження В.П. Коновала, С.С. Гаркавенко, О.В. Фарнієвої, Ю.П. Зибіна, К.І. Ченцової, Т.С. Кочеткової, В.А. Фукіна, В.П. Либи, Н.В. Первої, Л.П. Чертенко, В.П. Кернеш, А.І. Бабич, О.П. Козарь, О.А. Михайловської, Т.А. Надопти та інших, сприяють генеруванню конкурентоспроможності виробів із шкіри у процесі розробки конструкцій, технології виготовлення та процесу проектування взуття в умовах масового виробництва, проте не вирішеними залишаються питання конструкторсько-технологічної підготовки виробництва взуття за індивідуальним замовленням в

системі формування споживчої цінності виробів, яке сприятиме підвищенню якості проектування та виготовлення взуття з урахуванням анатомічних особливостей окремих споживачів та підвищенню комфорту внутрішнього простору стопи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у Київському національному університеті технологій та дизайну (КНУТД) на кафедрі конструювання та технології виробів зі шкіри протягом 2018 - 2022 рр. відповідно до наукового напрямку КНУТД «Наукові основи розробки внутрішньої форми, конструкцій і технологій виготовлення взуття, спеціальних та профілактичних виробів з природних і штучних матеріалів», відповідно до тематичного плану НДДКР Міністерства освіти і науки України та ініціативної тематики за темою: «Вдосконалення конструкторсько-технологічної підготовки взуття за індивідуальним замовленням в системі формування споживчої цінності виробів» (11-02-2021, реєстраційний номер 0121U108336).

Метою дослідження є вдосконалення конструкторсько-технологічної підготовки взуття за індивідуальним замовленням в системі формування споживчої цінності виробів, з урахуванням особливостей форми стопи і суб'єктивного відчуття комфорту споживача.

Відповідно до поставленої у роботі мети були визначені такі завдання:

- проаналізувати існуючі методи проектування колодок та взуття відповідно до форми та стану стопи;
- розробити математичну модель силової взаємодії стопи споживача і взуття за індивідуальним замовленням;
- розробити конструкцію макета-трансформера взуття з можливістю вимірювання тиску взуття на стопу за допомогою комп'ютерної системи на базі мікроконтролера Arduino Uno;
- провести експериментальні дослідження з визначення та оцінювання комфортного для споживача рівня тиску верху взуття на стопу в різних фазах ходьби;

- розробити метод коригування форми колодки за допомогою накладок, виготовлених з використанням технології 3D друку;
- розробити рекомендації з підвищення комфортності взуття на основі використання екзотичних шкір;
- розробити індивідуальні вкладні гігієнічні засоби для зберігання взуття;
- провести апробацію результатів дослідження в умовах виробництва та дослідного носіння.

Об'єкт дослідження – процес індивідуального виготовлення взуття на замовлення.

Предмет дослідження – процес вдосконалення конструкторсько-технологічної підготовки взуття за індивідуальним замовленням в системі формування споживчої цінності виробів.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження роботи ґрунтуються на комплексі основних положень виробництва взуття. Експериментальні дослідження оцінки визначення тиску між стопою і внутрішньою поверхнею взуття проводилися на розробленому макеті-трансформері з використанням комп'ютерної системи з мікроконтролером Arduino Uno і резистивними датчиками сили FSR402.

Для проектування внутрішньої форми взуття та твердотільних елементів оснащення колодки використовували 3D сканер та САПР, в тривимірному графічному середовищі Delcam Crispin із застосуванням модулів ShoeMaker, LastMaker, PowerShape. Для виготовлення індивідуальних накладок на колодки використовували метод FDM для 3D друку та робочий слайсер Ultimaker Cura. Для визначення фізико-механічних властивостей матеріалів використовували відомі стандартні методи статичного випробування згідно з ДСТУ ISO 5404:2007 та модернізовану розривну машину 2167 P-50.

Властивості вкладних гігієнічних устілок досліджували на паропроникність та вологовміст згідно методик ГОСТ 22900–78. Для виявлення ефекту інгібування приросту грам-позитивних та грам-негативних культур використовували метод прямого суспендування колоній бактерій.

Наукова новизна полягає у встановленні закономірностей процесу вдосконалення технологічного процесу індивідуального виготовлення комфортного взуття з вкладними гігієнічними устілками, на основі коригування форми колодки накладними елементами, отриманими за технологією 3D друку, і використання гігієнічних властивостей лікарських трав. *При цьому вперше:*

- розроблена математична модель силової взаємодії верху макета-трансформера взуття і стопи споживача, яка враховує геометричні параметри і фізико-механічні властивості елементів системи «верх взуття - стопа»;
- визначені взаємозалежності між тиском на стопу, співвідношенням геометричних параметрів верху взуття і стопи і відчуттям рівня комфорту взуття;
- встановлені взаємозалежності між напруженнями і деформацією при розтяганні і визначено межу міцності зразків пластикових матеріалів для коригувальних накладок, отриманих методом 3D друку;
- визначені закономірності інгібуючого впливу водних екстрактів чебрецю і шавлії на приріст біомаси грам-негативних бактерій в планктонній культурі.

Удосконалено:

- метод визначення комфортного рівня тиску верху взуття на стопу за допомогою макета-трансформера з датчиками, з'єднаними з комп'ютерною вимірювальною системою;
- метод коригування форми колодки, на основі індивідуальних параметрів стопи замовника, за допомогою накладок, виготовлених з використанням технології 3D друку.

Набуло подальшого розвитку:

- визначення зміни при формуванні лінійних розмірів деталі союзки з шкіри виросток на існуючій та коригованій накладкою колодках, і коефіцієнта коригування затягувальної кромки індивідуальної конструкції моделі взуття для окремого замовника;
- визначення фізико-механічних властивостей шкір екзотичних тварин для верху комфортного взуття;

- визначення показників паропроникності і вологовмісту вкладних гігієнічних встановлені устілок з таблетованими рослинними вставками і встановлення їх відповідності нормативним вимогам.

Практичне значення отриманих результатів полягає у наступному:

- розроблена конструкція макета-трансформера для проведення обмірів стопи та визначення комфортного тиску між стопою і верхом взуття, новизна якого підтверджена патентом на корисну модель.

- розроблена конструкція і визначені раціональні технологічні параметри процесу 3D друку з пластику еластан коригуючих накладок на колодку, які були впроваджені у виробництво з індивідуального пошиву взуття, і за результатами виготовлення індивідуальні пари взуття отримали позитивну оцінку від замовників;

- розроблені конструкції вкладних гігієнічних устілок, підтвержені 3 патентами на корисну модель та 1 патентом на винахід, а також дезодоруючий засіб, підтверджений патентом на корисну модель;

- розроблений технологічний процес виготовлення вкладних гігієнічних устілок з твердотільними вставками, отриманими з лікарських тав чебреця і шавлії;

- результати досліджень апробовані згідно до результатів дисертаційної роботи дослідним носінням виробів в ТОВ «ТТВК».

- результати дисертаційної роботи впроваджені у навчальний процес підготовки фахівців кафедри КТВШ за спеціальністю 182 – Технології легкої промисловості, освітніми програмами «Індустрія моди» та «Проектування взуття та галантерейних виробів».

Особистий внесок здобувача полягає у виборі теми дослідження, постановці мети та вирішенні основних задач, формулюванні наукової новизни, плануванні експериментальних досліджень та аналізі отриманих даних, розробленні математичних моделей, апробації проведених результатів досліджень, узагальненні та формулюванні висновків роботи. Наукові ідеї

дисертаційної роботи та отримані результати, що виносяться на захист, особисто одержані автором.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати дисертаційної роботи протягом 2018-2022 рр. були представлені та одержали позитивну оцінку на міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях:

- II Міжнародна конференція текстильних та фешн технологій «KyivTex&Fashion», м. Київ, 2018;
- XVII Всеукраїнська наукова конференція молодих учених та студентів 2018р., Київ;
- XVIII Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів 2019 р., Київ;
- III Міжнародна конференція текстильних та фешн технологій «KyivTex&Fashion» 2019., Київ, 2019;
- Міжнародна науково-технічна конференція «Иновационные технологии в текстильной и легкой промышленности», Витебск, 2019;
- ICAMS 2020 – 8 The international conference on advanced materials and systems, Bucharest, Romania 1-3 October, 2020;
- Міжнародна наукова конференція «Динаміка, Рух Та Розвиток Сучасної Науки» 2021., Луцьк;
- Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Молодь - науці і виробництву - 2021: інноваційні технології легкої промисловості» Херсон;
- VI Міжнародній науково-практичній конференції "Концептуальні шляхи розвитку науки" 2021., Київ;
- III Міжнародній науково-практичній конференції "Актуальні проблеми сучасної науки та освіти" 2021., Львів;
- Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених та студентів «Ресурсозберігаючі технології легкої, текстильної і харчової промисловості» 2021., Хмельницьк;

- V Міжнародна науково-практична конференція текстильних та фешн технологій KyivTex&Fashion 2021., Київ;
- VIII Всеукраїнська науково-практична заочна конференція молодих учених і студентів «Науково-практичні розробки молодих учених в хімічній, харчовій та парфумерно-косметичній галузях промисловості» 2021., Херсон.

Публікації. За темою дисертаційної роботи «Вдосконалення конструкторсько-технологічної підготовки взуття за індивідуальним замовленням в системі формування споживчої цінності виробів» опубліковано 27 наукових робіт, серед них 2 статті, які входять до бази даних Scopus (серед них 1 одноосібна), 6 статей у фахових виданнях України (серед них 4 одноосібно), 5 патентів України на корисну модель, 1 патент України на винахід, 13 тез доповідей на наукових конференціях (серед них 7 одноосібно).

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота містить вступ, п'ять розділів із висновками, загальні висновки досліджень, список використаних джерел, додатки. Загальний обсяг дисертації становить 233 сторінки, у тому числі 128 рисунків, 63 формули, 30 таблиць. Список використаних джерел становить 150 позицій. Додатки займають обсяг 26 сторінок.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МЕТОДІВ У ВИРОБНИЦТВІ ВЗУТТЯ ЗА ІНДИВІДУАЛЬНИМ ЗАМОВЛЕННЯМ

1.1. Аналіз систем та методів дослідження форми і стану стопи

Стопа людини являє собою ідеальну анатомічну конструкцію для опори і пересування, маючи склепінчасту будову, вона є «живою ресорою», яка дозволяє рівномірно розподіляти вагу людського тіла, амортизує поштовхи при ходьбі, надає плавності ході і стійкості стоянню. Проте, неправильно підібране взуття здатне негативно впливати на стопу, особливо у випадках, коли взуття здійснює підвищений тиск на окремі її частини, що зумовлено невідповідністю внутрішньої форми взуття і розмірів стопи. В результаті статичних деформацій стопа піддається не тільки анатомічним змінам, але вона також не в змозі ефективно виконувати свої функції [1].

В умовах виробництва взуття за індивідуальним замовленням для досягнення найбільшої відповідності розмірів і форми взуття і стопи і, як наслідок, високого рівня комфортності взуття, необхідно при його проектуванні врахувати анатомічні особливості будови стопи замовника, а також проаналізувати розподіл тиску на стопу з боку внутрішньої поверхні взуття.

В даний час існує безліч різних методів, що дозволяють оцінити стан стопи. Найбільш інформативними методами є: плантографія, цифровий обмір за допомогою 3D сканера, педометрія, оцінка розподілу тиску під стопою або педографія, використання штучної нейронної мережі та інші [2-10].

Наведені вище методи взаємно доповнюють один одного і часто використовуються в складі різних вимірювальних комплексів [11-21], результатом роботи яких є оцінка стану стопи, як із застосуванням комп'ютерної техніки, так і без неї.

Плантографія - один з найбільш ефективних і доступних методів дослідження стопи, що дозволяє на підставі візуальної та графіко-розрахункової оцінки різних показників її відбитка судити про взаємне розташування відділів

стопи [2,5,6,8]. Плантограф (рис. 1.1) складається з металевої рамки розміром 22x37 см, на яку натягнуто, змочене штемпельною фарбою полотно з підкладеним під нього аркушем чистого паперу. Людина стає босими ногами на плантограф, і на аркуші паперу залишається відбиток стопи - плантограма. За формою плантограми стопи можна судити про наявність у обстежуваного тієї чи іншої статичної деформації.



Рис. 1.1. Плантограф

До недоліків приладу можна віднести: трудомісткість проведення дослідження та неповну оцінку стану стопи в цілому (плантографія не дозволяє отримати будь-яку інформацію про форму підкльпінєвого простору, тому має обмежену інформативність, і визначає тільки анатомічні компоненти патології).

В даний час з найбільш простих пристроїв для отримання відбитка стопи без використання комп'ютерної техніки можна виділити Foot Imprinter (США) (рис. 1.2.а) [14] і Pedoprint (Німеччина) (рис. 1.2.б) [15], принцип роботи яких ідентичний роботі з плантографом.

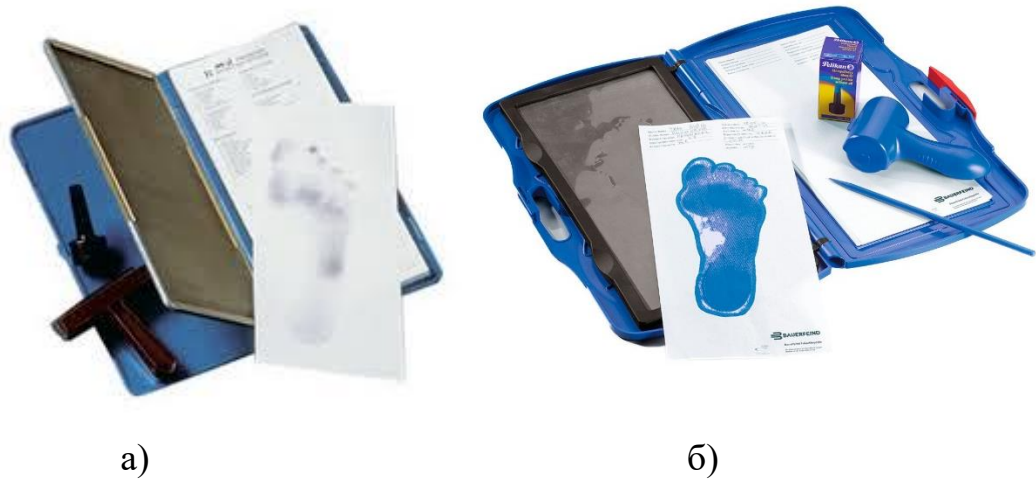


Рис. 1.2. а) Foot Imprinter; б) Pedoprint

Педографія. В даний час існує велика кількість систем, що використовують цей метод, виконаних або у вигляді устілки (рис. 1.3), що вкладається всередину взуття, або у вигляді платформи, встановленої на поверхні. Всі системи можна розділити за принципом отримання підошовного тиску: педоскопи, фіксуючі зміну інтенсивності світла, гідрокомірки, тензометричні, резистивні і ємнісні датчики [2-10].

Однією з головних об'єктивних характеристик для дослідження і розробки ортопедичних устілок при статичних деформаціях, особливо останнім часом став метод оцінки розподілу тиску під стопою або педографія [2,7,10]. При цьому методі отримують картину розподілу тиску під стопою, і під час подальшого аналізу порівнюється тиск під різними областями стопи. Виявлений в процесі дослідження атиповий тиск вказує на зміни, що відбуваються в будові стопи. Використання педографії допомагає визначити деформацію стоп на ранній стадії її виникнення. Кожній статичній деформації стопи відповідає своя картина розподілу тиску під стопою, яка відрізняється від норми. Вона може характеризуватися: локальними перевантаженнями поверхні стопи і асиметрією розподілу тиску під п'ятами. Педографія може застосовуватися для отримання даних про розподіл тиску, як при статичних, так і при динамічних вимірюваннях, які можуть бути використані для оцінки змін стопи, пов'язаних з неврологічними і м'язово-скелетними порушеннями.



Рис. 1.3. F-Scan – внутрішньо-взуттєва педографія на основі тонкоплівкових (товщина 0,1 мм) резистивних устілок

В даний час з'явилися роботи, в яких застосовують математичні методи обробки даних. В одній з них для автоматизації діагностики статичних деформацій тиску ходової поверхні стопи був вперше запропонований метод з використанням штучної нейронної мережі [22]. Суть її полягає в тому, що зображення стопи у вигляді картини розподілу тиску, отриманої за допомогою статичної платформи тиску, надходить на вхід нейронної мережі, де порівнюється з еталонними зображеннями, і на виході нейронної мережі формується діагноз. В результаті чого можна не тільки реєструвати дані, але і накопичувати бази знань за результатами обстежень, узагальнювати і уточнювати діагностичні параметри, автоматизувати висновки при проведенні обстежень. Даний метод порівняно новий і вимагає клінічного підтвердження його застосування, хоча в ході моделювання він показав гарні результати.

Педоскоп (рис. 1.4) є найбільш простим приладом, який дозволяє: візуально оцінити стан стоп і ступінь їх деформації, визначити картину розподілу тиску і зони локальних перевантажень [15]. Педоскоп складається з підставки зі скляним верхом, який підсвічується на кожній стороні лампою денного світла. Дзеркало, нахилене під кутом 45° , вміщено нижче поверхні скла для забезпечення видимості тиску під стопою. Кількісна оцінка тиску ходової поверхні стопи визначається за виглядом шкіри на підшві стопи [2].



Рис. 1.4. Педоскоп

Педоскоп забезпечує лікаря швидким поданням даних про області високого тиску під стопою, але визначення кількісної оцінки тиску цим пристроєм досить умовне. Удосконаленням педоскопа можна вважати більш сучасні пристрої ParoScan (рис. 1.5. а) [23] і DigiPed (Німеччина) (рис. 5. б) [24], в яких замість дзеркала використовується скануючий пристрій, а зображення стопи відображається на моніторі комп'ютера.



а)



б)

Рис. 1.5. а) ParoScan 3Dmc; б) DigiPed

Однією з перших систем, що використовують технологію зміни інтенсивності світла, за допомогою якої була отримана картина розподілу тиску ходової поверхні стопи, є педобарограф (Pedobarograph) (рис. 1.6) [16].



Рис.1.6. Педобарограф

До складу системи входить: лист пластику, прямокутна скляна пластина з боковим освітленням; датчики сили, встановлені у кожному куті пластини; відеокамера і комп'ютер для зберігання даних. В процесі вимірювання велика кількість дуже маленьких кнопок, які знаходяться на нижній поверхні пластику, при контакті стопи вирівнюються з поверхнею скла. Так як лист пластику стискається по відношенню до скляної поверхні, інтенсивність світла, що проходить через скло змінюється. Ці зміни інтенсивності записуються на відеокамеру, а величина сили, яка прикладається до скляної поверхні, визначається датчиками сили. Ґрунтуючись на зміні інтенсивності світла і вимірній силі, комп'ютер може визначити тиск, що діє на ходову поверхню стопи.

В системі Parotec-System (Німеччина) (рис. 1.7) [17, 23] в якості вимірювальних датчиків використовуються еластичні устілки з розміщеними в них гідрокомірками. Гідрокомірка складається з дискретного п'єзрезистивного датчика, розташованого в гідроеластичному осерді. Коли до гідрокомірки прикладається навантаження, прикладена сила змушує збільшуватися опір всередині гідрокомірки. П'єзрезистивний датчик всередині осердя породжує електричний заряд, як результат підвищення опору. Система дозволяє кількісно визначити тиск між стопою і устілкою всередині взуття, а внаслідок високої якості п'єзоелектричного датчика, може вимірювати поперечні і вертикальні сили.



Рис. 1.7. Parotec-System

У комплексі «ДіаСлід» (Росія) (рис. 1.8) [13] використовуються тензометричні датчики, розташовані в функціональних устілках, які розміщуються всередині взуття. Комплекс призначений для реєстрації та аналізу біомеханічних характеристик локомоції людини шляхом накопичення та обробки даних про розподіл тиску під стопами в статиці і динаміці в реальному масштабі часу. «ДіаСлід» дозволяє виявити порушення опорно-рухової функції, які можуть бути першими ознаками деформації.



Рис. 1.8. Комплекс «ДіаСлід»

Система резистивних датчиків тиску «F-Scan» (США) [18-19], що вимірює розподіл тиску між двома контактуючими об'єктами, являє собою ультратонкий двошаровий лист поліефірної плівки у вигляді устілки, яку вкладають всередину взуття пацієнта. Струмopрoвідна фарба нанесена на плівку і покрита усередині чутливою до тиску резистивною пастою таким чином, що паралельні ряди електродів верхнього шару з'єднуються з паралельними колонок електродів нижнього шару через резистивну пасту. Перетин рядів і колонок створюють

осередки чутливі до тиску. В результаті зміни опору, чутливої до тиску резистивної пасти, при впливі навантаження на устілку на виході цієї системи, відповідно, змінюється електричний сигнал.

Поряд з очевидними перевагами дана система має істотні недоліки, які полягають у тому, що вона чутлива до: стану поверхні (не придатна для використання на твердій, не рівною контактуючій поверхні); швидкості навантаження (зміна властивостей резистивної пасти); температурі (обмежене застосування при температурі понад 30° C).

У системах для вимірювання тисків ходової поверхні стопи використовуються також ємнісні датчики, об'єднані в вимірювальну матрицю. Принцип роботи ємнісних датчиків заснований на зміні ємності при впливі зовнішніх механічних сил. Прикладами використання ємнісних датчиків при створенні вимірювальних устілок можуть служити системи Scheinworks (рис. 1.9. а) [20] і Pedar (Німеччина) (рис. 1.9. б) [24]. Ємнісні елементи застосовуються в таких діагностичних платформах як Zebris [25] і Emed (Німеччина) [21]. Платформні системи мають більш високу надійність в порівнянні з устілковими системами.



Рис. 1.9. а) - Система «Scheinworks»; б) - система «Pedar»

Цифровий обмір за допомогою 3D сканера [26]. 3D сканер – пристрій, який оцифровує фізичний об'єкт, і за допомогою отриманих даних, створює 3D модель.

За методом сканування 3D сканери діляться на контактні та безконтактні.

Контактний метод 3D сканування передбачає безпосередній контакт чутливого елемента 3D сканера з об'єктом. В цьому випадку принцип роботи сканера полягає в обведенні контуру об'єкта вручну самим оператором. Такі сканери мають спеціальне механічне пристосування у вигляді «сенсора-щупа», за допомогою якого в комп'ютер передаються координати моделі, яка сканується.

Перевагами контактного 3D сканера є:

- легкий спосіб сканування деталей різної форми.
- незалежність від освітлення
- 3D сканування ребер,
- програма проста у використанні

Головним недоліком цих пристроїв є їхня напівавтоматичність - модель формує оператор.

В безконтактному режимі пристрій дозволяє отримати об'ємну віртуальну копію тіла стопи та її відбитку плантарної частини з антропометричними даними.

Перевагами безконтактного 3D сканера є (рис. 1.10.а):

- отримання відсканованої стопи менш ніж за 27 секунд;
- 12856 сукупних точок, які формують зображення;
- висока якість 3D зображення лише за 27 секунд;
- три рівня якості отриманого 3D зображення (низьке, високе);
- можливість сканування колодки.

Поетапне проведення 3D сканування (рис. 1.10.б):

- перед скануванням необхідно протерти сканер, щоб отримати чітке зображення стопи.

- ліву ногу опираємо на спеціальну підставку, праву ставимо на сканер;
- в програмному модулі обираємо ногу, яку скануємо (R,L);
- далі натискаємо кнопку Сканувати
- в діалогому вікні отримуємо відскановані параметри стопи
- аналогічно скануємо ліву ногу.



Рис. 1.10. а) - 3D сканер або INFOOT 3D; б) - Процес сканування стопи

Форма стопи в певних межах змінюється під впливом взуття, тому комфортність взуття в основному визначається тим, наскільки воно виготовлене якісно та раціонально. Якісне та доступне взуття повинно виготовлятися за технологією масового виробництва, але враховувати індивідуальні особливості споживача. Значну роль в цьому сенсі відіграє процес конструювання взуття з урахуванням анатомічних точок стопи. При будь-яких, навіть незначних відхиленнях стопи від нормальних показників виготовлене по опосередкованій формі взуття створює певний дискомфорт, оскільки стопа - це орган з дуже складною анатомічною структурою [27, 28].

Пізнання взуття як об'єкту дослідження з точки зору фактичної комфортності може бути оцінене на основі відчуття та сприйняття безпосередніми споживачами [29]. З літератури відомо [30], відчуття – це психічний метод відображення окремих елементарних особливостей дійсності внаслідок їх безпосереднього впливу на аналізатори; це первинна форма об'єктивної інформації про об'єкт. Сприйняття, відповідно, є відображенням цих предметів і явищ в цілому у взаємодії їх властивостей та якостей. Тобто сприйняття взуття споживачем можна розглядати як цілісний образ або об'єктивно-суб'єктивну оцінку взуття, що містить в собі сукупність

властивостей, які отримує індивід за допомогою чуттєвих органів. За своєю природою сприйняття, як і відчуття, має рефлексорний характер.

Дослідниками Либа В.П., Фукін В.А. [31] створені теоретичні та методологічні передумови проектування комфортного взуття шляхом накопичення антропометричної, біомеханічної та психофізичної інформації про умови силової взаємодії ступні із взуттям. У даній роботі встановлені та обґрунтовані з фізіологічної точки зору для різних перерізів стопи «верхні» граничні значення тиску (від 34,0 до 63,0 кПа) взуття на стопу та деформації (від 2,6 до 3,38%), м'яких тканин стопи, які забезпечують кровонаповнення судинного русла стопи. І «нижні» межі цього тиску (від 9,33 до 15,74кПа), що обумовлюють надійне закріплення взуття різного призначення на стопі під час ходьби. Також встановлено значення тиску (від 16,1 до 29,7 кПа), що відповідають рівню максимального комфорту для всіх статевих-вікових груп населення і основних видів взуття.

Отримані авторами результати лягли в основу алгоритму і програми автоматизованого проектування взуттєвих колодок і пресформ в умовах масового виробництва взуття, але не дозволяють в повній мірі врахувати анатомічні особливості стопи і відчуття комфорту окремого замовника при індивідуальному виготовленні комфортного взуття.

Тематикою визначення оптимального тиску верху на стопу людини [32] також займалися дослідники Грязева І. В., Політаєв В. Ф., Зурябан К. М. В якості об'єкта досліджень були обрані жінки двох вікових категорій, а саме: молоді жінки 20-30-річного віку і літні - 60-70 років, так як аналіз медичних даних про геронтологічні зміни опорно-рухового апарату літніх людей дозволив припустити наявність підвищеної чутливості їх стоп до механічних впливів, які були найбільш виражені у жінок. Встановлені дослідниками закономірності дозволили рекомендувати оптимальні межі статичного тиску, що забезпечує комфортний стан стоп споживачів молодого (нище 2,5 кПа) та похилого (нище 1,6 кПа) віку.

Отримані результати свідчать про вікові особливості сприйняття комфортного тиску взуття жінками, але обмеження тиску взуття на стопу для інших категорій споживачів для забезпечення відчуття комфорту потребує подальших досліджень.

У роботі дослідника Лук'янова А. М. [33] створений підхід до аналізу приформовуваності взуття до стопи людини за допомогою визначення характеру навантаження системи низу взуття при ходьбі людини з виявленням максимально навантажених зон стопи. У даній роботі досліджено та встановлено максимально можливі контактні навантаження взаємодії жіночих стоп молодого віку з опорою в різних частинах, а саме: в п'ятковій частині 756 Н, в пучковій частині 762 Н і в носковій частині 283 Н. На етапі проектування можна підбирати матеріали для системи низу взуття.

Отримані результати ходової поверхні стопи забезпечують вимоги до виготовлення якісного та комфортного жіночого взуття, але не повністю забезпечують виготовлення комфортного взуття за індивідуальним замовленням для різних статево-вікових груп населення. Результати свідчать про актуальність подальших досліджень стопи споживачів.

Дослідники Радіонова Ю. В., Смирнова Л. М., Тулупов О. К., Смирнова Т. В. [34], займалися удосконаленням методів оцінки комфортності взуття і розробки конструкторсько-технологічних способів підвищення опорної комфортності на основі взаємодії стопи з внутрішньовзуттєвим простором в області ходової поверхні стопи. В якості об'єкта досліджень були обрані жінки молодого та середнього віку (від 20 до 35 років). В результаті дослідження, були систематизовані основні чинники, які впливають на розподіл тиску по плантарній поверхні стопи у взутті. За результатами дослідження отримані кількісні показники та лінійні аналітичні залежності при ходьбі у взутті з різною повнотою та висотою припіднятості п'яркової частини. Надані рекомендації для проектування комфортного внутрішнього простору взуття.

Отримані результати дослідників висвітлюють проблематику внутрішнього комфорту взуття в області ходової поверхні жіночих стоп, але слід

продовжувати дослідження комфорту внутрішнього простору верху взуття у різних анатомічних точках стоп для різної категорії споживачів та статеві – вікової групи населення.

Дослідники Михайловська О. А., Домбровський О. А. [35], досліджували характер розподілу тиску взуття на стопу та зміни кровоплину в кровоносних судинах стоп дітей-танцюристів при виконанні основних танцювальних рухів. У даній роботі встановлені значення тиску верху взуття ремінцевого типу та з відкритою геленково-носковою частиною на стопи дітей-танцюристів на ділянках – з зовнішньої сторони пучкової частини стопи ($155 \pm 7,5$ кПа), над першою плесною кісткою ($278 \pm 13,5$ кПа) та з внутрішньої сторони п'яткової частини стопи ($250 \pm 12,5$ кПа). Дослідження кровоплину в кровоносних судинах стопи показали, що стискання дитячих стоп у пучках на 2,2 % є гранично допустимою нормою у процесі виконання танцювальних рухів.

Дані результати внесли вагомий внесок у проектування та виготовлення дитячого танцювального взуття, але є необхідність подальшого дослідження параметрів комфортного тиску на стопу різних типів та конструкцій взуття, з метою забезпечити виготовлення комфортного взуття для різних споживачів за індивідуальним замовленням.

ВИСНОВОК: Існуючі методи і засоби дослідження форми і стану стопи не дозволяють визначити бажаний рівень тиску на неї з боку внутрішньої поверхні вуття, враховуючи анатомічні особливості будови стопи і суб'єктивні відчуття комфорту індивідуального замовника.

1.2. Аналіз методів проектування взуття і колодок з урахуванням форми і стану стопи

Розрізняють п'ять найбільш поширених систем моделювання сучасного взуття: геометрична або вінкельна система проектування верху взуття Р. Кнефеля, копіювальна система А. Хассельбарта, копіювально-графічна (група

вчених під керівництвом Зибіна Ю.П.), комбінований або італійський по А. Лунаті, за допомогою ЕОМ.

Метод Р. Кнефеля [36]. Аж до середини ХІХ ст. взуття тільки в загальних рисах відповідало формі стопи, так як було формовано на симетричних колодках. Конструкція взуття не враховувала подовжень і переміщень стопи під час ходьби. Не до кінця вироблена шкіра дозволяла виготовляти примітивне за формою взуття. Віденський майстер Роберт Кнефель внаслідок співпраці з лікарями-ортопедами впровадив геометричний метод проектування ґрунд-моделі заготовки, що підвищило технічний рівень виробництва заготовок і виготовлення взуття. За цим методом креслення і моделі заготовок виконували шляхом перенесення розмірів стопи в вигляді точок на конструктивну сітку і колодку.

З появою геометричного методу з'явилася нова спеціальність в виробництві заготовок – моделювання [36]. Модельєри проектували моделі на площині геометричним методом, переносячи лінії моделі на колодку і розробляючи всі конструктивні елементи заготовки з припусками для їх з'єднання.

Геометричний метод застосовується в даний час переважно при проектуванні взуття, виготовленого за мірками. Його сутністю є анатомічне обґрунтування поздовжнього перетину стопи, накресленого на конструктивній сітці. Модельєр повинен добре знати анатомічну будову стопи, її чутливі місця, властивості деталей взуття, ступінь їх схильності вигину при експлуатації взуття.

Метод А. Хассельбарта [36]. Арно Хассельбарт усунув багато недоліків з методу Р. Кнефеля, забезпечивши більш правильне з'єднання деталей у вузли і розбивку взуття на розміри за допомогою зняття копії з колодки. Копія бічної поверхні колодки дозволила досягти більшої точності конструкції моделі взуття.

Копіювальна система моделювання передбачає отримання моделей у вигляді копій з малюнка, що наноситься на колодку, за допомогою кальки чи інших матеріалів. Робоче креслення при цьому не виконується. Копіювальна система моделювання не враховує положення анатомічних точок стопи, тим

самим вимагаючи практичних навичок та досвіду у моделюванні взуття. Копіювальна система моделювання може бути застосована для проектування взуття ремінцевого типу та відкритого взуття. Для закритого взуття копіювальна система моделювання не застосовується.

Враховуючи недосконалість графо-копіювальної системи моделювання взуття, в 1936 році в ЦНІШП група вчених (Ю.П. Зибін, Б.П. Хохлов, Х.Х. Ліокумович) розробляють принципово нову систему проектування верху взуття, в основу якої покладені узагальнені дані масового обміру стоп [36]. Це дозволило більш обґрунтовано розробляти конструкції взуття різних видів. Сьогодні ми називаємо цю систему копіювально-графічною.

Копіювально-графічна система моделювання взуття передбачає копіювання бокової поверхні колодки і графічну побудову деталей моделі [36]. Після того, як розроблено ескіз моделі, модельєр копіює бічну поверхню колодки найбільш раціональним способом і отримує умовну розгортку колодки (УРК). Далі УРК вписується в систему прямокутних координат, наносяться базисні лінії, що характеризують положення анатомічних точок стопи, наносяться контрольні та допоміжні лінії, після чого модельєр приступає до побудови моделі. Копіювально-графічна методика проектування взуття дає можливість врахувати розміри колодки і, відповідно, анатомо-фізіологічні особливості стопи. Невисока трудомісткість самого процесу проектування дозволяє швидко розробляти нові моделі взуття. Недоліком копіювально-графічної методики є ускладнення, що виникають при перенесенні контурів моделі з ескізу на креслення, що призводить до невідповідності виготовленого взуття художнього задуму модельєра.

Перевагою даної системи над графічною є використання розгортки колодки, що значно покращило якість і точність спроектованих деталей і заготовки в цілому, забезпечило задовільне формування її на колодці, що дуже важливо в умовах механізованого виробництва.

Всі описані методи проектування моделей взуття при одночасній модернізації методів виробництва взуття і самих виробів були використані

італійськими модельєрами. Вони розробили нові методи проектування моделей на колодці і перенесення їх з колодки на площину за допомогою прозорої оболонки. Такий метод отримав назву італійський.

Метод А. Лунаті [36]. Метод проектування на взуттєвій колодці та перенесення стильових ліній майбутньої моделі з колодки на площину. Метод враховує елементи раніше розроблених методів, включає ряд нових елементів. Метод відноситься до видів взуття, що розрізняються конструкцією, кроєм, фасоном і призначенням. До цих основних видів відносяться "дербі", напівчеревики і черевики з настрочними союзками, "човники" з ремінцями і без ремінців, мокасини і чоботи. Всі інші види взуття розглядаються як різновиди, конструкції яких можна віднести до будь-якого з основних типів.

Перевагами даного методу є: можливість контролювати якість проектування під час виготовлення паперового макету-склейки заготовки майбутньої моделі, висока точність, порівняно не велика трудомісткість.

Нині використовується модульне проектування взуття із застосуванням комп'ютерної технології. При модульному проектуванні утворюються необхідні умови для підвищення якості автоматизації виробничого процесу взуття, із застосування САПР (систем автоматичного проектування) і гнучких способів виготовлення взуття. При цьому можна буде використовувати нові перспективні способи з'єднання деталей.

Також відомий ряд наукових праць, присвячених дослідженню раціональної внутрішньої форми взуття з урахуванням тривимірного сканування та отриманих антропометричних параметрів стопи [37 - 40].

Так Буй В.Х. під керівництвом Фукніна В.А. запропонували систему тривимірного проектування колодки «Last-design» [41], що пропонує при розробці оснастки використовувати 3D антропометрію стопи і дозволяє коригувати поверхню колодки. Оцифрована поверхня колодки дозволяє перейти до конструювання в 3D програмах. Логічним продовженням досліджень у тематиці тривимірного моделювання взуттєвої колодки стане коригування

індивідуальними накладками колодку опирачесь на індивідуальні параметри замовника в програмних модулях LastMaker та PowerShape.

Питанням математичного опису взуттєвої колодки присвячено низку робіт Ченцової К. І., Сказкіна А. В. та Хуана Б.В. [42 - 44]. Проаналізувавши роботи вчених можна зазначити про еволюцію опису складної геометричної поверхні колодки від графічного зображення до сплайнового опису. Найбільш прийнятні способи інтерполювання поверхні колодки в зазначених дослідженнях науковців є NURBS, Кунса, Безьє, Фергюссона та інші.

Значні роботи зі створення науково обґрунтованих методів графічного відображення поверхні взуттєвої колодки із застосуванням ЕОМ та автоматичного виготовлення моделей колодок на верстатах з ЧПУ були проведені у МТІЛП науковою школою проф. Ю. П. Зибіна, а потім С. Ю. Кисельовим та ін. Дослідниками сформульовані найбільш фундаментальні проблеми автоматизації процесу проектування внутрішньої форми взуття, розроблено концепцію автоматизованого проектування взуття (САПРО), перехід від розмірів стопи до розмірів взуттєвої колодки, градування колодок та прес-форм, підготовка вихідних даних для виготовлення взуттєвих колодок на верстатах з ЧПУ.

Дослідник Фукін В.А. у своїх роботах використовує радіусографічний та сплайновий метод апроксимації. Дані методи використовуються на окремі ділянки форми колодки (контур сліду в окремій частині, нижній профіль поздовжнього перерізу та ін.). Методика забезпечує чітку побудову та геометричний зв'язок між зонами контуру колодки. [45 - 47].

Методом зворотнього інжинірингу в середовищі універсальних просторових САПР побудови колодок займається Чертенко Л.П. [48]. В якості вихідної інформації дослідник використовує скановане тіло колодки (каркас перерізів) для проведення модифікації функціями програмних 3D модулів та отримання коригованої форми колодки.

ВИСНОВОК: Існуючі методи проектування взуття і колодок не дозволяють визначити бажану внутрішню форму взуття для забезпечення

комфортного тиску на стопу індивідуального замовника з урахуванням особливостей її анатомічної будови і стану.

1.3. Технічні засоби конструкторсько-технологічної підготовки колодок у відповідності до форми стопи замовника

Стопу замовника вимірюють при виготовленні взуття за індивідуальним замовленням. На основі отриманих обмірів стоп, майстер підбирає та підганяє колодку до параметрів знятої мірки, обов'язково враховуючи всі патологічні зміни стоп [49]. Порівнявши параметри стопи з обраною колодкою, майстер-колодочник позначає відмітки про коригування на колодці. Для коригування розмірів колодки використовують набивки (накладки, личини) зазвичай із матеріалів – чепрак, гума, картон. Виконують коригування форми колодки накладками для збільшення об'єму пучків, прямого підйому, пальців та інше. Личини також використовують при відхиленнях від нормальної форми стопи (наприклад деформація кісток, мозолі), утворюючи необхідні опуклості на колодці. Накладки на колодку не повинні порушувати плавність ліній обрисів тіла колодки та її гладкість поверхні. Для цього краї прикріплених наклдок (за допомогою приклеювання, прибивання), обробляють абразивним полотном чи кусочками скла. Від точності виконання роботи майстра-колодочника, залежить комфортність майбутньої індивідуальної пари взуття. Підібрана чи коригована колодка повинна відповідати індивідуальним параметрам стопи замовника. Приклади коригування колодок у різних частинах наведені на рис. 1.11.



Рис. 1.11. Приклад коригування індивідуальної колодки личинами

Після проведення підгонки колодки під індивідуальні параметри, необхідно виготовити макет майбутнього взуття для оцінки комфортності та перевірки правильності прикріплених личин. При виявленні дискомфорту індивідуальну колодку знову коригують (збільшують, зменшують у необхідних зонах) для досягнення задовільного стану споживача.

ВИСНОВОК: використання коригуючих накладок зі шкіри не забезпечує високої точності відтворення заданої форми поверхні колодки.

Замарашкіним К.М. [50] запропоновано метод проектування взуттєвої колодки зі зміною носкової частини в перерізі 0.9Д. Базова частина проектується за допомогою віртуальної середньотипової стопи у системі координат пов'язаних з центром мас колодки. Зміна носкової частини несе за собою зміну модних тенденцій в індустрії моди та проектується з урахуванням потреб замовника. Методика реалізована в системі САПР взуття. Однак, запропонований метод не враховує інші антропометричні зміни параметрів колодки для виготовлення індивідуального взуття на замовлення.

В роботі Липського Т.М. [51] досліджено зміну носкової частини колодки з використанням графічних САПР. Для збільшення асортименту утворено електронну базу даних різних жіночих уніфікованих колодок зі зміною носкових частин. Дослідник використовує метод зворотнього інжинірингу для проектування колодок.

ВИСНОВОК: Існуючі методи коригування форми колодок (в тому числі зі змінними елементами) спрямовані на зміну форми окремих елементів взуття (наприклад форму носка), але не повністю можуть забезпечити комфортність взуття, оскільки вставні елементи підбираються з існуючого на підприємстві набору, що не дозволяє повною мірою врахувати анатомічні особливості будови і стан стопи замовника.

В даний час починає поширюватися новий метод отримання деталей - 3D-друк. Процес створення цілісних тривимірних об'єктів практично будь-якої геометричної форми на основі цифрової моделі називають «адитивним виробництвом» або 3D-дуком. 3D-друк заснований на концепції побудови об'єкта послідовно нанесеними шарами, що відображають контури моделі [52].

В багатьох сферах сьогодення прикладне використання 3D-друку предметів вже не є новиною. Приклад застосування даного метода спостерігаємо у: архітектурі, медицині, автомобілебудуванні, електроніці, машинобудуванні, радіотехніці тощо. За допомогою 3D-принтерів друкують прилади пересування, меблі, музичні інструменти, будинки, тканини для легкої промисловості, живі людські органи тощо [53,54].

3D-принтери з технологією 3D-друку поступово займають вагому сферу розробки одягу та взуття. Також технологія 3D-друку допускає використовувати для виготовлення одного виробу легкої промисловості відразу кілька різних полімерних матеріалів. Такий підхід дозволяє вирішити проблеми, пов'язані з міцністю і еластичністю виробів, що виготовляються. Відомі світові бренди як Nike, Adidas, Reebok, Under Armour, New Balance уже використовують 3D-технології при виробництві взуття.

Загалом існує багато робіт з дослідженнями технологій 3D-друку і 3D-принтерів. З них відомо, що первинною сировиною для виготовлення різних деталей та виробів є пластикові матеріали [55].

В сучасному світі у сфері просторового 3D-друку наявна велика кількість пристроїв даної технології. Головною відмінністю між ними є спосіб побудови шарів майбутньої моделі та те, як відбувається утилізація витратного матеріалу. Виходячи з цього існують наступні методи [56-59]:

- формування методом наплавки (Fused Deposition Modelling або Selective Deposition techniques) – основним витратним матеріалом є композитивна або полімерна нитка, що плавиться в каналі друкувальної головки;

- селективне лазерне спікання (Selective Laser Sintering або Selective Binding technologies) – створення просторового об'єкту з порошку (як правило, металу чи гіпсу), застосовуючи зв'язувальні речовини або тепло для злиття частинок порошку разом;

- стереолітографія (Stereolithography або Selective Solidification technologies) - утворення об'єкту відбувається завдяки опроміненню ємності рідини (фотополімеру), застосовуючи явище фотополімеризації.

Нещодавно була прийнята також класифікація та набір стандартів, що регламентують виробничі процеси технології просторового друку [60]. Вона була розроблена Американським товариством випробувань та матеріалів (American Society for Testing and Materials) і включає наступні 7 категорій [60]:

- Photopolymerisation (фотополімеризація);
- Material Jetting (струменеве нанесення);
- Binder Jetting (злипання матеріалу);
- Material Extrusion (екструзія);
- Powder Bed Fusion (порошкове спікання);
- Sheet Lamination (листова ламінація);
- Directed Energy Deposition (наплавлення спрямованою енергією).

Розробник програмного забезпечення для адитивного виробництва VoxelDance разом з партнером з розробки додатків DREIGEIST для оптимізації

виробництва у взуттєвій промисловості за допомогою 3D-друку, розробили проект який включає 3D-друк колодок для взуття - спеціального інструменту для взуття, який використовується як для виробництва, так і для ремонту взуття [61]. Взуттєві колодки зазвичай виготовляються з поліетилену або деревини твердих порід, але в пілотному проекті використовували смолу Ultracur3D® RG 35, розроблену фахівцем за матеріалами BASF Forward AM.

Використовуючи модуль структур у програмному пакеті VoxelDance Additive Ultimate, команді DREIGEIST вдалося різко скоротити витрату матеріалів та час друку колодки, замінивши внутрішню форму тіла порожниною. Нова модель була посилена конструктивно, зберегла повну точність розмірів та характеристики оригінальної форми колодки. Подальша обробка, точне формування та полірування, реалізовані за допомогою Ultracur3D® RG 35. На рисунку 1.12 наведені виготовлені колодки 3D-друком.



Рис. 1.12. Виготовлені взуттєві колодки 3D-друком

DREIGEIST використовував 3D-принтер UnionTech Pilot 250HD SLA із фотополімерною смолою BASF Ultracur3D® RG 35 для друку спеціальних колодок для взуття.

Останні приклади, надруковані на 3D-принтері, були підготовлені виключно за допомогою програмного забезпечення підготовки даних VoxelDance Additive (рис. 1.13). Крім функціональності нарізки та підтримки генерації, програма дозволяє редагувати деталі на льоту та відновлювати моделі STL, забезпечуючи гладкі поверхні та вищі показники успішного друку.

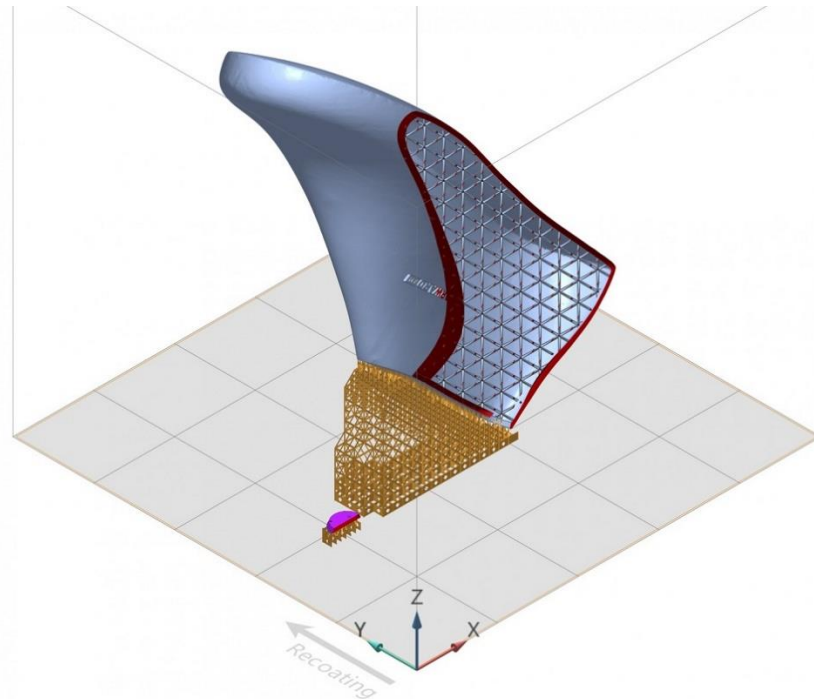


Рис. 1.13. Колодка у програмному забезпеченні VoxelDance Additive

Завдяки можливості швидкого створення прототипів та ітерацій дизайну 3D-друку час виконання замовлення та експлуатаційні витрати можуть бути зведені до мінімуму.

Китайською компанією Wanhua Chemical Group Co. Ltd. та бренду спортивного взуття Peak Sports у 2019 році представлено нову модель кросівок (рис. 1.14), надрукованих на 3D-принтері з матеріалу ТПУ [62]. На фото прототип, який вони назвали "The Next" (наступний). ТПУ - це термополіуретан, він відрізняється гнучкістю, стійкістю до УФ, зносостійкістю. Кросівки з ТПУ легкі, пластичні та не бояться морозу. Виробничий процес поєднує технології FDM і SLS з використанням поліуретанових матеріалів Wanhua для взуття.



Рис. 1.14. Кросівки надруковані на 3D-принтері

Компанія HILOS в 2019 році із Портленда, США пропонує жіноче взуття на підборах, повністю придатне до переробки [63]. Технологія виготовлення поєднує традиційну устілку, простилку та підошву взуття в одну платформу, надруковану за допомогою 3D-принтера. Кінцевий результат – м’ягка пружна устілка з гнучкою підошвою. Жіночі туфлі надруковані на 3D-принтері з використанням технології Multijet Fusion із TPU, володіють гнучкістю та пружиністю кросівок (рис. 1.15).

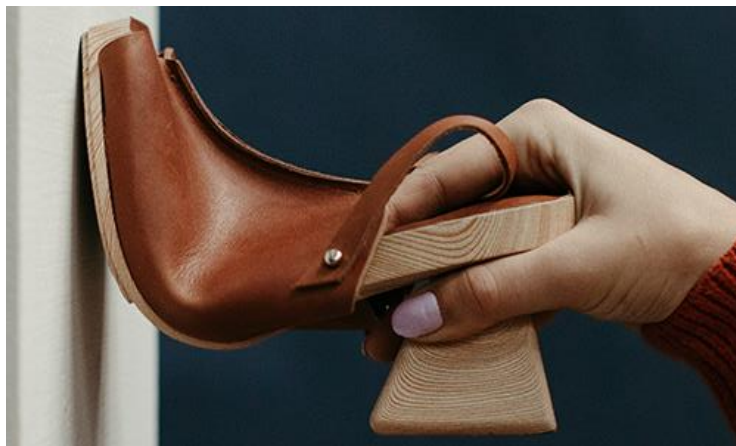


Рис. 1.15. Підошва надрукована на 3D-принтері із TPU

ВИСНОВОК: Використання 3D друку для виготовлення індивідуальних колодок забезпечує високу точність відтворення заданої форми поверхні колодки, але призводить до значних затрат часу і матеріалів, а також утворення великої кількості пластикових відходів.

Існуючі методи і засоби конструкторсько-технологічної підготовки колодок не дозволяють забезпечити коригування форми колодок для отримання комфортного взуття в умовах виробництва за індивідуальним замовленням, з урахуванням анатомічних особливостей стопи замовника.

1.4. Вибір матеріалів у виробництві взуття за індивідуальним замовленням

Завдяки своїм пружно-пластичним властивостям натуральна шкіра добре формується, що забезпечує гарне облягання матеріалом взуттєвої колодки без утворення складок та зморшок. Натуральні шкіри мають широку галузь використання. Більша частина направлена на виготовлення шкір для верху взуття. Оскільки людина проводить тривалий час доби у взутті, важливо, щоб їй було зручно і комфортно.

Для виготовлення взуття найчастіше використовують натуральні шкіри різних видів [64]:

1. Шкіри ВРХ (з гладкою або текстурною поверхнею), з них найбільш вживаніші для виготовлення взуття такі види:

- Склизок – шкури ненароджених телят середньої товщини (1 - 1,4 мм);
- Опойок – шкури телят у віці до 6 місяців, що не перейшли на рослинну їжу;
- Виросток - шкури телят, що не досягли однорічного віку, але харчуються вже рослинною їжею;

2. Шкіри овець і кіз:

- Шевро - виготовляється зі шкур козенят, молодше 6 місяців. Щільна, з хорошою текстурою натуральна шкіра, відмінною рисою якої є неповторний малюнок на поверхні, як правило, у вигляді дрібних зморшок.

3. Кінські шкіри володіють дуже хорошою міцністю

- Жеребок - вид натуральної шкіри одержуваний з шкур молочних лоша́т.

- Кордован - дублена довгим рослинним способом кінська шкура, яка найчастіше використовується для виробництва взуття. Шкуру для виробництва «кордовану» беруть виключно з крупа (задньої частини) тварини.

4. В даний час на піку моди в індивідуальному пошиві взуття екзотичні шкіри: змії, великих рептилій, крокодилів, страусів, кенгуру, риб, скатів, акул та інші. Екзотичні шкіри — одні з найкрасивіших, ефектніших і екстравагантніших матеріалів. Їх використовують для виготовлення статусних виробів.

Крокодиляча шкіра (рис. 1.16) є однією з найоригінальніших, цінних і дорогих, тому що вона не тільки має стильний зовнішній вигляд, але і відрізняється одночасно міцністю та еластичністю. Вироби можуть активно використовуватися протягом багатьох років. Безсумнівним плюсом для модників буде те, що матеріал виглядає дуже екзотично, бо по всій поверхні (в залежності від місця на тілі крокодила, з якого взяли шкіру) розташовані горбики. Багато дизайнерів і будинки моди випускають цілі лінії взуття, одягу та аксесуарів з крокодилячої шкіри.



Рис. 1.16 Виготовлене взуття із шкіри крокодила

Шкіра змії, пітона (рис. 1.17) є однією з найпопулярніших, тому що має дуже незвичайні і специфічні лусочки. Неможливо виготовити два однакових виробу, адже поверхня кожної шкіри унікальна. Відрізняються матеріали між собою тим, що:

- У морській змії поверхня гладка і м'яка, має округлі лусочки.
- Річкова змія володіє більш жорсткою шкірою зі специфічною забарвленням.
- Кобра має лусочки невеликого розміру, дуже гарний візерунок, який цінується дизайнерами.
- Стильні лусочки оригінального виду і унікальне забарвлення є у карунга (рис.), з якої зазвичай виробляються сумки або взуття ручної роботи.



Рис.1.17. Виготовлене взуття із шкіри пітона (карунга)

Шкіра ігуани має дрібні лусочки (рис. 1.18), які щільно розташовані один біля одного, ніби комірки приблизно одного розміру по всьому полотну: на ногах, черевці та спинці. В залежності від методу дублення матеріал використовують для пошиття ексклюзивного взуття та галантереї.



Рис. 1.18. Виготовлене взуття із шкір ігуани і крокодила

Шкіра ската (рис. 1.19) рахується неймовірно міцною, її майже неможливо порвати, чи порізати звичайними ножицями чи ножем, вона не плавиться, не горить, відмінно протистоїть воді і підвищеній вологості, перепадам температур і іншим екстремальним умовам. Має досить виразний фактурний рисунок та панцеринки на поверхні шкіри.



Рис. 1.19 Виготовлена сумочка із шкіри ската

Висновки: Існуючі методи вибору матеріалів у виробництві взуття за індивідуальним замовленням не повною мірою враховують широкий спектр вимог замовника щодо фізико-механічних властивостей матеріалів і зовнішнього вигляду взуття (особливо ексклюзивного).

1.5. Вкладні устілки, які використовуються у взутті за індивідуальним замовленням

Виробники взуття докладають зусиль, для знаходження оптимального варіанту форми колодки та сліду устілки для виготовлення комфортного взуття, але стопа кожної людини має свої індивідуальні антропометричні особливості. Масове серійне взуття підходить споживачам без особливих відхилень у будові стопи, але в багатьох випадках може знадобитися коригування положення стопи у взутті.

Якщо є поздовжнє або поперечна плоскостопість, Халюс Вальгус, захворювання або травма хребта, то серійне масове взуття доставлятиме дискомфорт, а кожен крок може приносити значний біль. З віком неприємні та болючі відчуття без лікування можуть тільки посилюватися.

Для зниження рівня дискомфорту розміщення стопи у взутті існує багато різновидів ортопедичних устілок. Деякі види можна придбати вже готовими, спроектованими все ж таки на середньостатистичні параметри стоп з тими чи іншими відхиленнями, інші можуть виготовлятися індивідуально за антропометричними параметрами.

Ортопедична устілка - це ортопедичний виріб, модифікована вкладна устілка для взуття, призначена для підтримки склепінь, в деяких випадках для покращення гігієнічного стану внутрішнього простору взуття і для корекції біомеханічних порушень стопи [65].

Всі сучасні представлені на ринку ортопедичні устілки побудовані орієнтовно однаково. На рисунку 1.20 зображена класична ортопедична устілка. У області внутрішнього склепіння моделюється супінатор, моделюється поглиблення під п'ятку, підводиться зона перекочування, в області поперечного зведення ретельно формується метатарзальна подушка. [66, 67]



Рис. 1.20. Сучасна ортопедична устілка

В нас час представлено широкий вибір профілактичних устілок, які в свою чергу тим чи іншим способом покращують стан та комфорт стоп споживачів.

Проаналізувавши сучасний асортимент та патентну інформацію, устілки (ортези) поділяються на:

1. Ортопедичні – призначені для лікування деформації стопи, поперечного та повздовжнього склепіння, бувають різних видів - каркасні і м'які.
2. Антибактеріальні – виготовлені з унікальних матеріалів, що захищають стопу від неприємного запаху, грибкових захворювань.
3. Лікувально-профілактичні, що націлені на лікування повздовжньої та поперечної плоскостопості різних стадій.
4. Масажні (акупресурні) – активно діють на основні точки, що знаходяться на стопі.

Для виготовлення устілок [68, 69] використовують найрізноманітніші матеріали: натуральну шкіру, натуральні текстильні полотна, мікрофібру, пробкову основу, бавовну, латекс, гель, термофольгу, легкі полімери та різні наповнювачі.

У дисертаційній роботі Пруднікової Н.Д. досліджено та створено конструкції масажних устілок і взуття, які діють на рефлекторні точки стопи, з використанням кісточок плодовитих рослин [70]. Дані устілки рекомендовано використовувати людям з малорухомим стилем життя.

Представлені на ринку спеціальні антибактеріальні устілки Odour Stop Strong [69] призначені для запобігання неприємним запахам усередині взуття, сприяють вентиляції повітря, знижують ризик виникнення мозолів, натоптишів. Шар із латексної пінки з активованим вугіллям забезпечує м'якість та комфорт, вміст активованого вугілля в піні запобігає утворенню неприємних запахів.

Для виготовлення ортопедичних устілок раніше використовували методику із застосуванням ортопедичного пінопласту [71]. Вона порівняно трудомістка і, що не менш важливо, забирає багато часу для отримання бажаного результату. Тому потрібно працювати більш сучасними методами, використовуючи термопластичний пластик, який вважається перспективним у фахівців у цій галузі.

Під дією високих температур устілковий термопластичний пластик стає м'якшим, що дозволяє створити устілку, яка ідеально сідає під ногу(рис. 1.21). Її виробництво відбувається на рівній поверхні або на відповідній колодці (для

взуття з високим підбором). Для безперервного виробництва використовують спеціальне обладнання — планкостоп із міркою.

Основи для 3D-друку устілок ще кілька років тому заклали компанії Covestro та Lehmann & Voss & Co [72]. Ці промислові партнери були першими, хто розробив м'який матеріал для 3D-друку у формі термопластичного поліуретану (ТПУ). Спільно з експертами UMSICHT вони зараз розробляють інші види ТПУ, які, як очікується, будуть ще більш підходящими для використання в ортопедичних устілках.



Рис. 1.21. Ортопедичні устілки виготовлені 3D-друком

Висновок: Використання існуючих засобів підвищення комфортності взуття (в тому числі ортопедичні устілки) спрямоване на вирішення окремих завдань щодо впливу на стан організму замовника, що обмежує їх використання лише певними категоріями споживачів.

Висновки до розділу 1

1. Аналіз отриманих дослідниками результатів показує, що не всі індивідуальні особливості стопи замовника можуть бути враховані при проектуванні та виготовленні комфортного взуття за індивідуальним замовленням.

2. На сьогоднішній день немає достатніх даних і єдиного підходу до визначення комфортного тиску внутрішньої поверхні взуття на стопу з урахуванням анатомічних показників стопи і психофізичних особливостей

відчуття комфорту замовника, при виготовленні різних видів взуття за індивідуальним замовленням.

3. В зв'язку з вищевикладеним у виробництві комфортного взуття для різних статево-вікових груп споживачів за індивідуальним замовленням актуальним залишається удосконалення його внутрішньої форми для забезпечення заданого тиску внутрішньої поверхні взуття на стопу.

4. В результаті аналізу досліджень зазначимо, що використання теоретичних і практичних засад проектування раціонального взуття головним чином пов'язано з дослідженням середньо-типових стоп і застосуванням при обробці результатів випробувань методів математичного аналізу. Серійне виробництво взуттєвих колодок здійснюється на спеціальних копіювальних верстатах із застосуванням копирів (фізичних аналогів колодок), рельєф поверхні яких формується модельєром вручну.

5. Досі відсутній комплексний науково-обґрунтований метод проектування взуттєвої колодки з урахуванням її динаміки, фізико-механічних властивостей матеріалів, що використовуються під час виготовлення взуття за індивідуальних параметрів стопи замовників. Правильне проектування і точне виготовлення колодки має першочергове значення як створення комфортного взуття, так виконання технологічного процесу.

6. Виробники масового взуття не повністю охоплюють бажань клієнта, щодо виду шкіри, а в результаті естетичних вимог до виробу. Ексклюзивні одиничні пари взуття виготовляються у майстернях (студіях) за індивідуальним пошивом, де в певній мірі методи вибору матеріалів не враховують фізико-механічні властивості.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕНЬ

На основі проведеного аналітичного огляду були визначені такі завдання досліджень:

- проаналізувати існуючі методи проектування колодок та взуття відповідно до форми та стану стопи;

- розробити математичну модель силової взаємодії стопи споживача і взуття за індивідуальним замовленням;
- розробити конструкцію макета-трансформера взуття з можливістю вимірювання тиску взуття на стопу за допомогою комп'ютерної системи на базі мікроконтролера Arduino Uno;
- провести експериментальні дослідження з визначення та оцінювання комфортного для споживача рівня тиску верху взуття на стопу в різних фазах ходьби;
- розробити метод коригування форми колодки за допомогою накладок, виготовлених з використанням технології 3D друку;
- розробити індивідуальні вкладні гігієнічні засоби для зберігання взуття;
- провести апробацію результатів дослідження в умовах виробництва та дослідного носіння.

РОЗДІЛ 2. ОПИС ВИКОРИСТАНИХ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ДОСЛІДЖЕНЬ МЕТОДІВ, ЛАБОРАТОРНОГО ОБЛАДНАННЯ І МАТЕРІАЛІВ

2.1. Розробка конструкції макета-трансформера взуття для обміру стопи

Актуальним завданням сучасних дрібних взуттєвих майстерень, які спеціалізуються на виробництві взуття за індивідуальним замовленням є дослідження підготовчого і основного процесів виробництва взуття, а саме: створення комфортної форми конструкції виробу є одним з основних етапів обміру стоп і макетування моделі виробу у виробництві якісного взуття.

На початковому етапі виготовлення взуття в процесі обміру стоп підбираються і встановлюються основні довжинні, широтні і обхватні антропометричні параметри стопи, які враховуються при проектуванні колодки, згідно яких моделюється конструкція, виготовляється макет взуття і згодом бажаний виріб.

В індивідуальному пошиві взуття часто трапляються випадки, коли об'єктивні антропометричні параметри отримані після замірів стопи замовника, які враховуються при проектуванні або підборі колодок не задовольняють комфорт внутрішнього простору взуття. У такому випадку майстри виготовляють декілька примірочних макетів, що призводить до нераціонального використання часу та матеріалів.

Виготовлення примірочного макета-трансформера взуття обраної моделі зі шкіри для попередньої примірки та коригування внутрішньої форми взуття, для досягнення максимального комфорту, за допомогою впливу оцінки комфортності тиску зовнішньої поверхні взуття на стопу замовника

Для проведення попереднього заміру стоп клієнтів за індивідуальним замовленням було виготовлено макет-трансформер взуття типу напівчеревики, для попередньої примірки та коригування внутрішньої форми взуття, за допомогою робочих застібок «велкро» розміщених на зовнішній поверхні

макету. Таким чином можна відрегулювати застібки для досягнення максимального відчуття комфорту споживача.

Макет-трансформер взуття являє собою заготовку верху закритого взуття зі шкіри, з шкіряним підкладом, затягнуту на чоловічу взуттєву колодку, до якої приклеєна тонка, плоска підошва з каблукіком [73].

Макет-трансформер взуття (рис. 2.1) складається з 7 застібок «велкро», на яких відмічена шкала довжиною від 70-100мм, кожна з яких розміщена у відповідних місцях: 5 - найвища точка висоти берця напівчеревика (від т.С +70мм вверх по центру гребеня); 6 - на прямому підйомі (0,55Дст); 7 - точка кальцати т.С (центр лінії внутрішнього та зовнішнього пучків (кальцата)); 8 - середина сопи з зовнішнього боку (0,5Дст); 9 - точка зовнішнього пучка (0,68Дст); 10 - середина стопи з внутрішнього боку (0,5Дст); 11 - точка внутрішнього пучка (0,72Дст), 12 – мікроконтролер Arduino UNO, 1 – зона резистивного датчика у точці прямого підйому стопи, 2 – зона резистивного датчика у точці зовнішнього пучка стопи, 3 – зона резистивного датчика у точці внутрішнього пучка стопи, 4 – зона резистивного датчика у точці висоти п'ятки стопи.

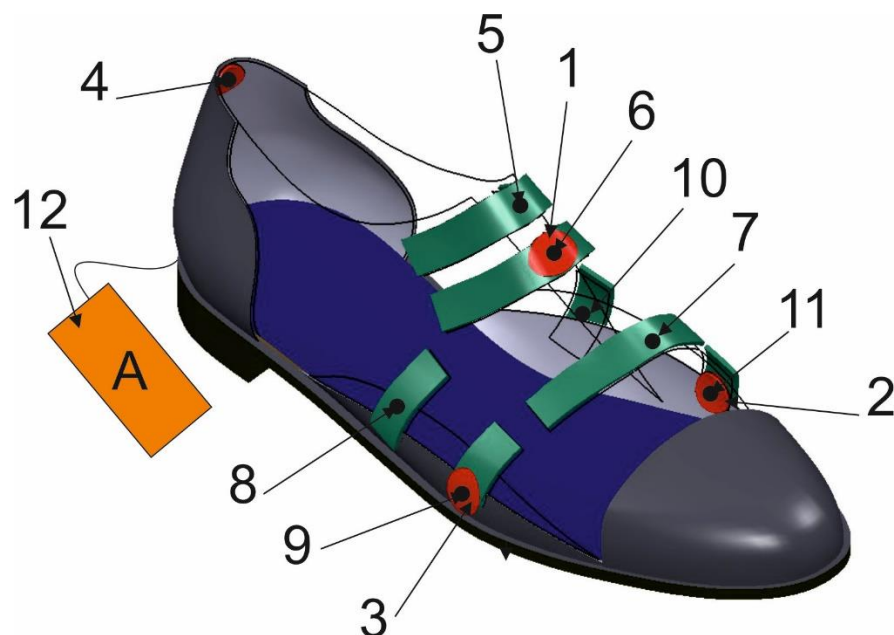


Рис. 2.1. Макет-трансформер взуття розроблений в середовищі Crispin ShoeMaker

Доцільно, щоб у заготовці взуття були зроблені невеликі вирізи у відповідних місцях, що не призводять до руйнування верху, де закріплені застібки «велкро», за допомогою яких конструкція взуття допускає зміну параметрів у найважливіших антропометричних точках обміру стопи (рис.2.2).



Рис. 2.2. Шкала довжини на застібках виготовленого макету

Макет дозволяє передати стопі відчуття повноцінного взуття, визначити обхватні антропометричні параметри стопи за допомогою робочих застібок та виміряти комфортний тиск верху взуття на стопу використовуючи комп'ютерну систему з мікроконтролером Arduino Uno і резистивними датчиками сили FSR402.

2.2. Опис експериментального обладнання для визначення тиску взуття на стопу

Для визначення тиску між стопою і внутрішньою поверхнею взуття було розроблено прилад на основі комп'ютерної системи з мікроконтролером Arduino Uno [74] і резистивними датчиками сили FSR402 [75].

Arduino UNO вдає із себе оцінний комплекс, виконаний на базі мікроконтролера ATmega328. Це звичайна плата, яка є «посередником» між користувачем і мікроконтролером, дозволяючи зручно чіплятися до його ніжок і завантажувати в нього прошивку прямо з середовища програмування.

На рис. 2.3 показаний зовнішній вигляд плати Arduino UNO.



Рис.2.3 Плата Arduino Uno

Для того, щоб плата Arduino Uno могла функціонувати, на неї необхідно подати живлення. Зробити це можна кількома способами, а саме:

- жити безпосередньо через USB-роз'єм за допомогою шнура для програмування або зв'язку з ПК;
- жити від AC / DC адаптера з вихідною напругою 7-12В, підключившись через спеціальний роз'єм зовнішнього живлення.
- подати напругу 7-12В безпосередньо на вхід Vin, який розташований на штирьовий колодці живильної групи. При цьому мінусовий контакт джерела живлення слід з'єднати з одним з контактів GND плати.

Також, плата Arduino Uno, надає користувачеві два контакти, на яких присутні напруги 5В і 3,3. Ці напруги формуються вбудованими лінійними стабілізаторами при будь-якому з перерахованих вище способів живлення. Максимальний струм, який здатний забезпечити виведення 3,3 дорівнює 50мА.

Дана модель є однією з різновидів плати Arduino Uno R3, яка виконана за оригінальною документації Arduino. Основні відмінності між платами: спосіб монтажу мікроконтролера ATmega328P (на платі виконана у вигляді SMD монтажу), наявність SDA (Serial Data) і SCL (Serial Clock) виходів і вбудований чіп CH340G. У всьому іншому плата збігається з контролером Arduino Uno. На Uno R3 так само розташовані 14 цифрових портів, 6 аналогових портів, роз'єм живлення, microUSB порт і кнопка скидання [74].

Мікросхема CH340G спроектована компанією WCH, яка служить для перетворення комп'ютерного USB інтерфейсу в послідовний інтерфейс UART,

створюючи на комп'ютері додатковий UART порт. Основними перевагами даного чіпа є: низька ціна, компактний корпус з великим числом ніжок і вимагає мінімум зовнішніх компонентів.

На плату можна подати напругу через зовнішній роз'єм живлення або USB порту. В якості зовнішнього джерела живлення можна використовувати акумулятор або звичайну електричну мережу. Батарея підключається до виходів GND і VIN, а мережевий адаптер до відповідного роз'єму. Рекомендоване напруга живлення контролера становить 7 - 12 В, але плата починає працювати при наявності 6 - 20 В.

Arduino Uno R3 має 3 видами пам'яті: FLASH, SRAM, EEPROM. У платформі знаходиться 32 кБ FLASH-пам'яті, де 2 кБ використовується для bootloader, який зберігає програми. SRAM - це свого роду оперативна пам'ять, яку використовують для зберігання тимчасових даних. EEPROM - це незалежна пам'ять, яка при відсутності напруги не втрачає дані. Технічні параметри Arduino Uno-R3 вказані у табл.2.1.

Таблиця 2.1

Технічні параметри Arduino Uno-R3:

Мікроконтролер	AtMega328-AU
Робоча напруга, В	5
Вхідна напруга (рекомендований), В	7 ... 12
Вхідна напруга (граничне), В	6 ... 20
Цифрові Входи / Виходи	14 (6 з яких можуть використовуватися як виходи ШІМ)
Аналогові входи	8
Постійний струм через вхід / вихід, мА	40
Постійний струм для виведення 3.3 В, мА	50
Флеш-пам'ять	32 Кб з яких 0.5 КБ використовуються для завантажувача
ОЗУ, КБ	2
Незалежна пам'ять, КБ	1
Тактова частота, МГц	16

На платі розташовано чотирнадцять цифрових портів, які підлягають користуванню в залежності від проекту. Діапазон напруги виходів 5 В. Висновки розраховані на струми 40 мА, але рекомендується обмежувати вхідні та вихідні струми в діапазоні 20 мА. Так само порти мають внутрішні опору 20 - 50 кОм, які за замовчуванням відключені. У платформі є 6 аналогових портів (А0 - А5), для підключення датчиків, які використовують аналогові сигнали. Контакт AREEF служить для регулювання вхідної напруги між землею і виходом для 5 В.

Резистор тиску FSR402 (Force Sensing Resistors) [75] (рис. 2.4)- резистор чутливий до сили. Опір резистора тиску знижується зі збільшенням сили, яка додається до його поверхні. Чутлива область резистора тиску ізолювана полімерною плівкою, отже, на його опір не впливає електропровідність стикаючись з цією позначкою.

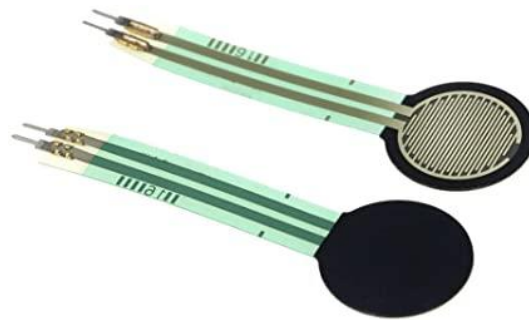


Рис. 2.4. Резистивний датчик сили FSR402

Резистор тиску FRS підключається в одне плече резистивного подільника (рис. 2.5.а). Від резистора R2 встановленого в другому плечі цього дільника залежить необхідний рівень чутливості резистора FRS, а так само обмеження струму що протікає через весь дільник. Напруга з виходу резистивного подільника V_{out} можна подати на будь-який аналоговий вхід Arduino. На графіку (рис. 2.5.б), поруч зі схемою підключення, представлена залежність вихідної напруги V_{out} від опору R2 і сили прикладеної до резистора FRS, при напрузі $V_{in} = 5$ В.

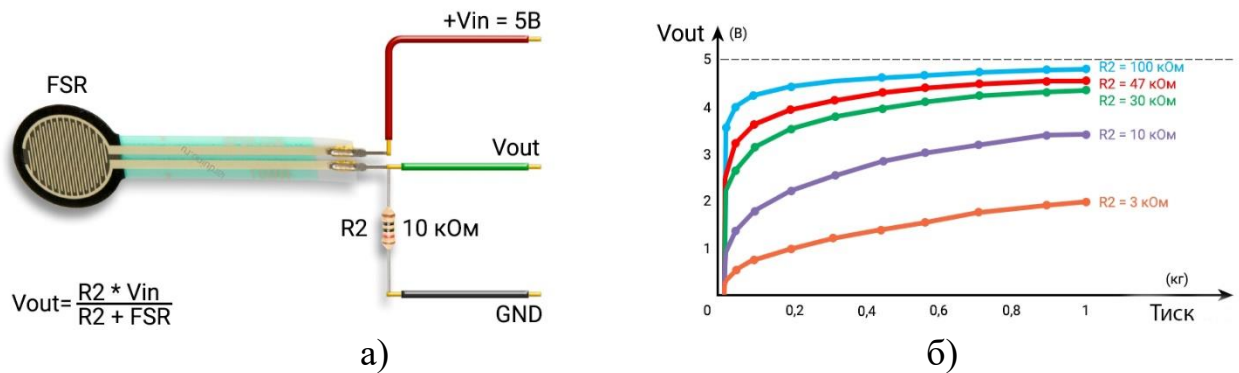


Рис. 2.5. а) - Резистор тиску FSR402; б) – Графік залежність вихідної напруги від опору

У запропонованій схемі (рис. 2.4.б) вихідна напруга V_{out} збільшується зі збільшенням сили прикладеної до резистора тиску FRS. Якщо резистори FSR і R2 поміняти місцями, то вихідна напруга V_{out} буде зменшуватися зі збільшенням цієї сили.

Підключення датчиків сили натискання до Arduino Uno-R3 (рис. 2.6).

Крім самого датчика, в роботі знадобляться матеріали, а саме:

1. плата Arduino UNO;
2. макетна плата;
3. перемички;
4. сам датчик сили;
5. комплект резисторів.

Один з найскладніших моментів - це вибір резистора. Найголовніше - ми не повинні перевершити максимальний опір датчика.

Якщо використовувати FSR, який охоплює широкий діапазон (наприклад 0,1-10 кг), то краще за все взяти резистор приблизно на 3,3 кОм.

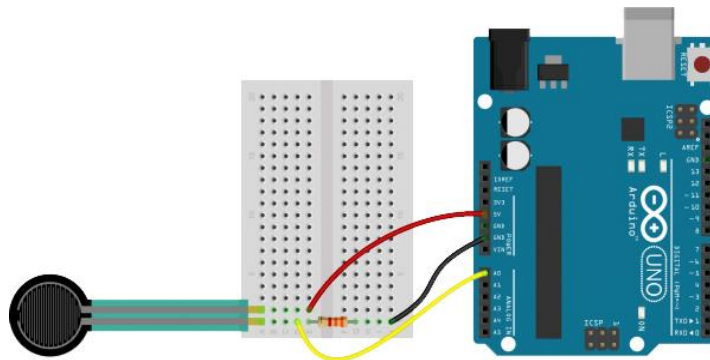


Рис. 2.6. Підключення датчика сили до Arduino Uno-R3

Нижче на рис. 2.7 наведено схему підключення.

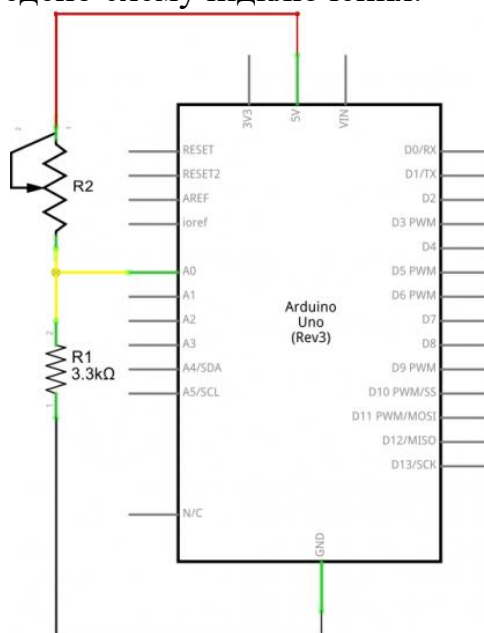


Рис. 2.7. Схема підключення резистивного датчика до Arduino Uno

Резистивні датчики тиску є резисторами, які змінюють значення свого опору (в Ом) в залежності від сили натискання на чутливий елемент.

Опір резистивного датчика сили змінюється в залежності від прикладеного тиску. Коли зовнішнє навантаження відсутнє, сенсор являє з себе резистор з нескінченним опором (не замкнутий ланцюг). Зі збільшенням тиску, опір зменшується.

При вимірюванні невеликої сили, значення дуже швидко переходять від нескінченності до 100 кОм.

Для калібрування датчика сили у мікроконтролер комп'ютерної системи завантажено наступну програму:

```

const int FSR_PIN = A0;
const float VCC = 4.98;
const float R_DIV = 3230.0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(FSR_PIN, INPUT);
}

void loop()
{
  int fsrADC = analogRead(FSR_PIN);
  if (fsrADC != 0)
  {
    float fsrV = fsrADC * VCC / 1023.0;
    float fsrR = R_DIV * (VCC / fsrV - 1.0);
    float force;
    float fsrG = 1.0 / fsrR;
    if (fsrR <= 600)
      force = (fsrG - 0.00075) / 0.00000032639;
    else
      force = fsrG / 0.000000642857;
    Serial.println(String(force) + " g");
    delay(500);
  }
  else
  {
  }
}

```

Тепер при натисканні на датчик, на моніторі комп'ютера будуть з'являтися розрахунки тиску (Додаток Б, табл. Б.1).

Вищенаведена програма працює відповідно до електронної схеми рис. 2.8. До виводу A0 мікроконтролера Arduino Uno під'єднані резистивний датчик сили та подільник напруги. Напруга живлення складає 5В.

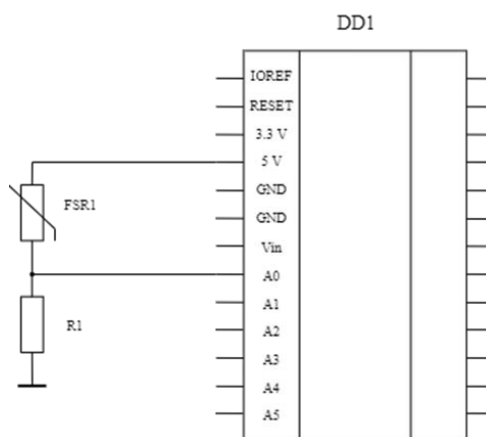


Рис. 2.8. Електрична схема дослідного зразка

Принцип роботи програми полягає в наступному. Коли сила прикладена до датчика дорівнює нулю, його опір буде майже нескінченний, відповідно сигнал з датчика також дорівнює нулю.

Коли до резистивного датчика сили буде прикладене навантаження на виводі А0 з'явиться аналоговий сигнал. АЦП перетворить цей сигнал та за допомогою приведених формул відбувається розрахунок напруги та опору датчика. В залежності від значення опору, програма використовує одну з декількох формул для розрахунку сили прикладеної до датчика та виводить її цифрове значення на дисплей монітора з інтервалом у 0,5 с.

В роботі представлені дослідні зразки з використанням комп'ютерної системи на базі мікроконтролера Arduino Uno (рис. 2.9.а) та аналогічна комп'ютерна система з встановленим блютуз модулем (рис. 2.9.б), для зручності користування пристроєм на різних гаджетах.

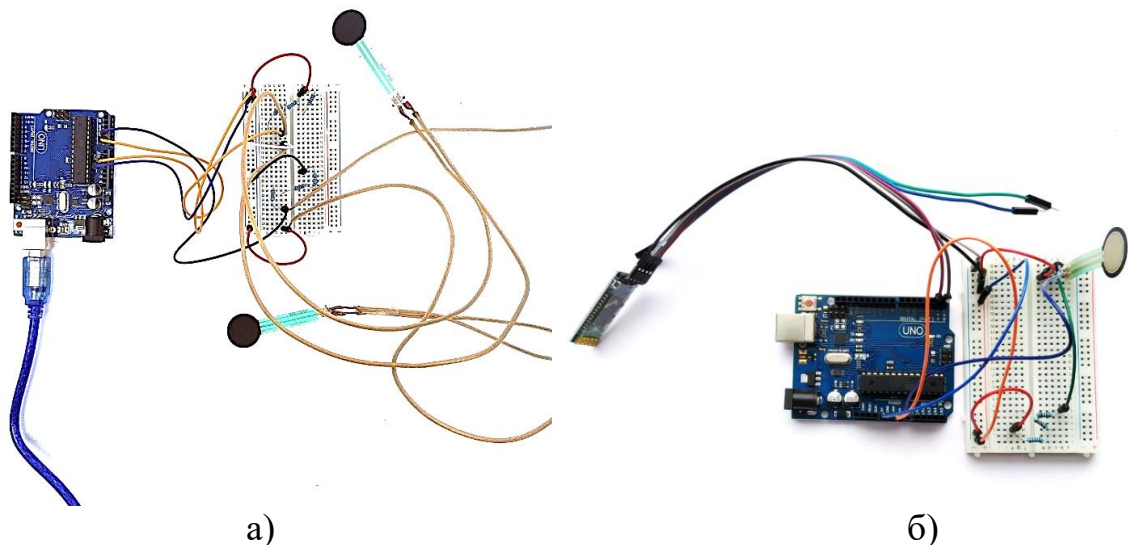


Рис. 2.9. а) - Дослідний зразок з використанням комп'ютерної системи на базі мікроконтролера Arduino Uno; б) - Дослідний зразок з блютуз модулем

Нижче наведено (рис. 2.10) використання макета-трансформера з комп'ютерною системою.

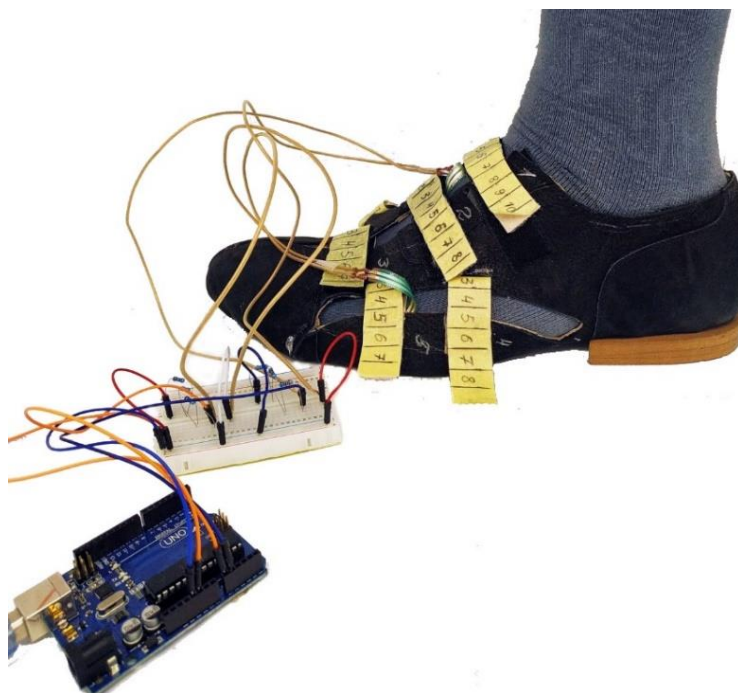


Рис. 2.10. Фото макета-трансформера з встановленими датчиками і комп'ютерною системою на стопі замовника

2.3. Опис використаних технологій 3D друку та матеріалів

Для проведення дослідження коригування взуттєвої колодки друкованою накладкою в роботі використовували метод FDM для 3D друку [76, 77] (рис.2.11).

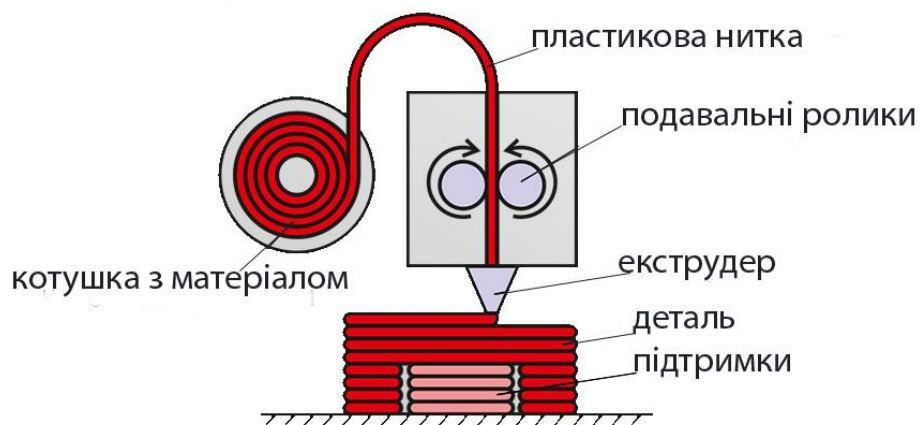


Рис. 2.11. Технологія FDM друку

Для будь-якого бізнесу витрати - це важлива частина, тому що вони впливають на прибуток, і збереження витрат на низькому рівні суттєво важливо.

3D друк методом FDM дозволяє знизити виробничі витрати, виробництво за цією технологією дешевше, ніж в інших методах 3D друку.

За рахунок особливостей методики FDM 3D принтери застосовуються для найрізноманітніших завдань, прилади для FDM 3D друку мають високу якість виготовлення об'єктів (до 40 мікрон), порівняно при невисокій вартості [77].

Fused deposition modeling (FDM) - моделювання способом пошарового наплавлення, відомий метод адитивного виробництва. Дана FDM технологія використовується для виготовлення тривимірних об'єктів (макетів) внаслідок нанесення послідовних шарів обраного полімерного матеріалу, повторюючи обриси цифрової моделі. Матеріалом для 3-D друку є термопластики, що представлені у вигляді котушки ниток багатоманітних кольорів [77, 78].

Виробничий цикл друку моделі здійснюється з обробки цифрового тіла у STL форматі. Тривимірна модель ділиться на прошарки і курсує таким чином для друку. Для створення складних деталей необхідно проектувати підтримуючі структури нависаючих елементів. Деякі принтери мають функцію друкувати під час одного виробничого циклу різні матеріали, різними кольорами одного і того ж виду пластику під час створення моделі. Деталь при друці формується пошарово. Розплавлений пластик укладається по обрисах утворених цифровою моделлю. Після формування пластик відразу стає холодним і твердне. На рис. 2.12 структурно показано формування шарів методом FDM при 3D друку.

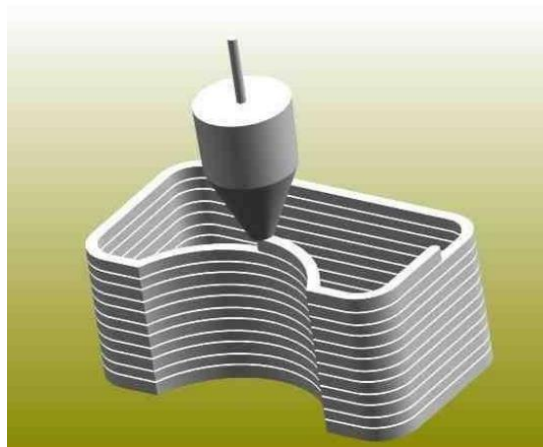


Рис. 2.12. Формування шарів FDM методом

Пластикова нитка подається з котушки в екструдер (друкована головка). Екструдер – це пристрій, оснащений механічним приводом для подання полімерної нитки, соплом, через який здійснюється безпосередньо екструзія, нагрівальним елементом для плавки матеріалу. Температура сопла регулюється від 150°C до 310°C відповідно до використання різних пластиків. Зазвичай, верхня частина сопла навпаки охолоджується вентилятором для виключення передчасного розплавлення пластикової нитки та конвективного кожуха, що в свою чергу спричинить втрату плавності подачі матеріалу та до погіршення якості друку. Сопло рухається по траєкторії, вказаної системою автоматизованого проектування. Екструдер переміщується у вертикальній і горизонтальній площинах (аналогічно як у верстатах ЧПУ) перебуваючи під контролем алгоритмів. Тіло моделі будується від низу до верху, шар за шаром. Зазвичай, екструдер приводиться в рух покроковими моторами або сервоприводами. Декартова система є найбільш вживаною системою координат, при використанні FDM метода, побудована на прямокутному тривимірному просторі з осями X, Y і Z.

Технологія Fused deposition modeling виділяється високою гнучкістю, при наявності певних обмежень. Враховуючи, що створення нависаючих структур у моделі можливо при невеликих кутах нахилу, то у варіанті з великими кутами необхідне застосування так званих штучних опор (підтримка моделі, яка відокремлюється від основного тіла по завершенню процесу).

Використання адитивних технологій значно зменшує витрати на отримання макетів моделей (прототипів) з початкових етапів (чорнові прототипи) до повноцінних моделей. Отже, до деталей виготовлених за допомогою 3D друку виноситься ряд вимог: належність параметрам міцності і шорсткості, точність.

До найбільш використовуваних матеріалів відносяться: термопластичні композити і матеріали, ABS, PLA, Elastan, полістирол, поліаміди, полікарбонати, лігнін та багато інших. Здебільшого, різні види матеріалів надають вибір між температурними характеристиками і характеристиками міцності.

Залежно від використаної технології 3D друку (рис. 2.13) пост обробку друкованої деталі можна виконувати з певним ступенем автоматизації (з ЧПК) або вручну (ручними інструментами і пристосуваннями типу наждачного паперу, шабера, дремеля, тощо.) або також використовують обробку парами різними хімічними речовинами.

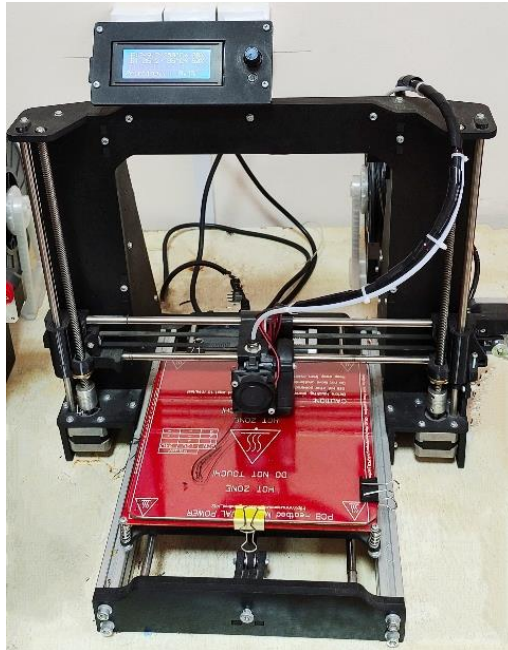


Рис. 2.13. FDM 3D принтер конструкції Prusa

Ultimaker Cura

Cura це слайсер 3D моделей з відкритим вихідним кодом для 3D принтерів.

Ultimaker Cura працює, розрізаючи файл моделі користувача на шари і генеруючи специфічний для принтера g-code. Після завершення g-код може бути відправлений на принтер для виготовлення фізичного об'єкта. [79]

Програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом, сумісний з більшістю настільних 3D принтерів, може працювати з файлами поширених 3D форматах (STL, X3D, OBJ, 3MF, а також формати файлів зображень: GIF, JPG і PNG, BMP). [80].

При першому використанні сайсера Ultimaker Cura, всі налаштування (рис. 2.14) автоматично встановлені на рекомендований режим (Recommended mode). Надалі цей параметр можна змінити і вибрати призначений для користувача

режим (Custom mode). Підготовка до друку розробленої моделі розпочинається з вибору профілю (Profile) або режиму, який відповідає за якість та швидкість друку. Для 3D принтера Ultimaker є чотири режими друку:

- Draft print (пробний друк): вироби друкуються на високій швидкості для проби;
- Fast print (швидкий друк): виріб друкуються на високій швидкості із збереженням звичайної якості;
- Normal quality (нормальна якість): виріб друкуються з достатньою швидкістю та в хорошій якості. Цей режим використовується в більшості випадків;
- High quality (висока якість): вироби друкуються з високою деталізацією, але більш затратний по часу.

Після вибору необхідного режиму для друку, потрібно налаштувати ще 3 параметри:

- Заповнення (Infill). Існує 4 варіанти: повне заповнення (solid); щільне заповнення (dense); легке заповнення (light); ніякого (hollow, порожній об'єкт).
- Прилипання до платформи (Print build plate adhesion). При початку друку моделі навколо неї формується одношарова плоска область, за допомогою якої відбувається краще прилипання до робочої платформи принтера.
- Друк підтримуючої структури (Print support structure). Для уникнення деформації тіла складних моделей під час друку, необхідно друкувати додаткові підтримки, які відокремлюють на фініші друку. Слайсер *Ultimaker Cura* автоматично генерує відповідні структури підтримки для об'єкта.

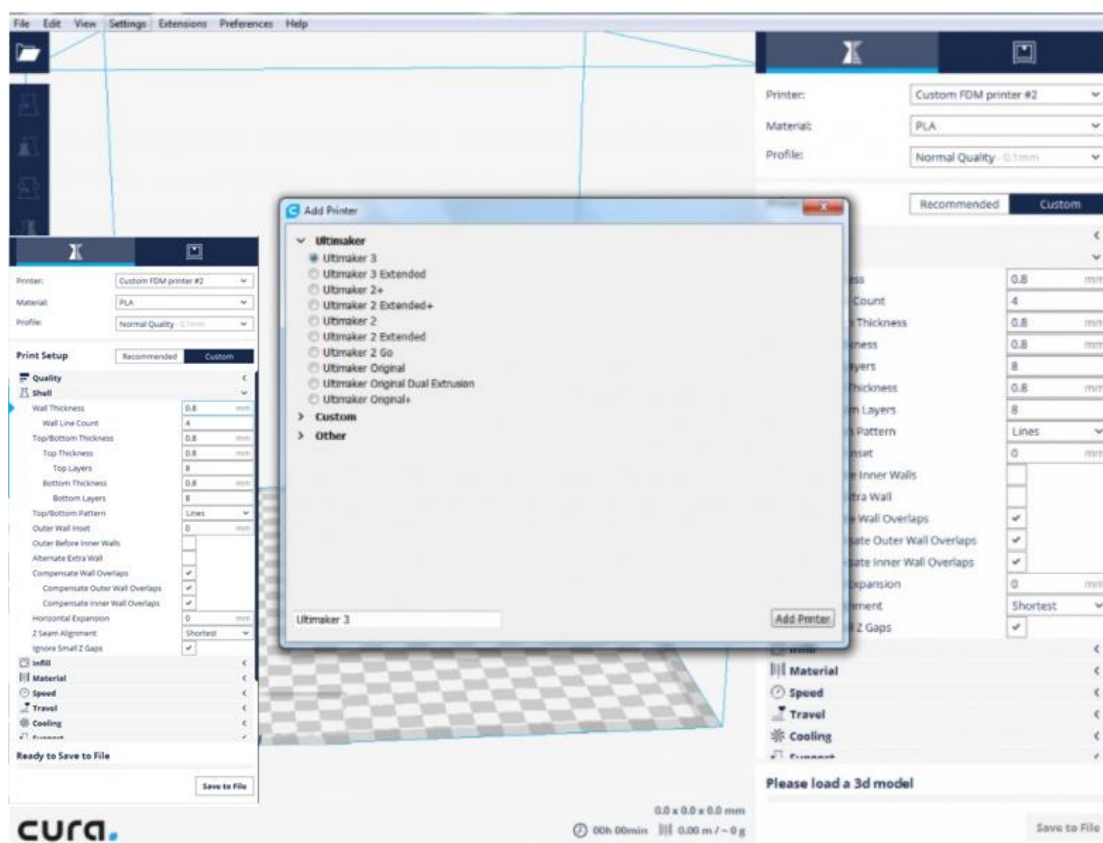


Рис. 2.14 Параметри налаштування 3D друку у слайсері Ultimaker Cura

В роботі використовували слайсер Ultimaker Cura (рис. 2.16) для налаштування друку дослідних зразків, з різних пластикових матеріалів (рис. 2.15, 2.17).



Рис. 2.15. Зразки експериментальних деталей з Elasthan D70 для підбору параметрів друку підтримки

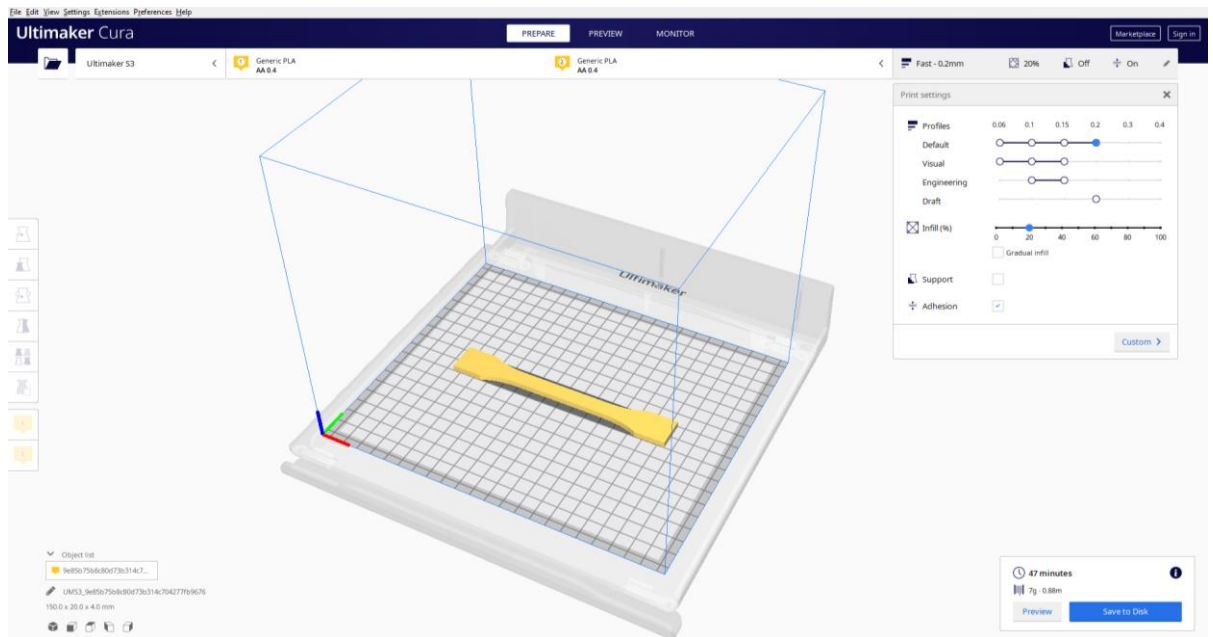


Рис. 2.16. Готове 3D зображення досліджуваного зразка у слайсері Ultimaker Cura



Рис. 2.17. Надруковий досліджуваний зразок з пластику Elasthan D70

При виборі матеріалу для виготовлення коригуючих накладок потрібно знати основні фізико-механічні характеристики зразків, отриманих за допомогою 3D друку.

Для технології FDM (моделювання методом наплавлення) використовують широку номенклатуру пластиків [81-83].

PLA – вирізняється низькою температурою плавлення, робочий діапазон температур від 175 до 220 °C; PLA (polylactic acid, або полілактид) - це самий широко використовуваний філамент. Його основні переваги - простота у використанні, міцність, біорозкладність і універсальність. Як і ABS пластик, мова про який піде нижче, PLA можна неодноразово плавити і кристалізувати без виражених погіршень властивостей матеріалу.

Недоліком PLA є його крихкість - PLA роздруківки легко зламати.

ABS – пластик високої температури плавлення при його використанні необхідний нижній підігрів стола, результат друку сильно залежить від умов зовнішнього середовища (протягів, температури вологості, тощо.) установки для друку ABS пластиком рекомендується закривати захисними кожухами; ABS не має запаху, не токсичний, ударостійкий і еластичний. Температура плавлення становить від 240°C до 248°C.

Elastan - особливо гнучкий матеріал, що володіє високим ступенем міцності. Він прекрасно підходить для виробництва ряду функціональних деталей за допомогою 3D друку. Пластик відмінно витримує динамічні навантаження і може експлуатуватися в широкому температурному діапазоні (від -40 ° C до + 120 ° C). Elastan стане відмінним варіантом як для технічних, так і для декоративних цілей. Температура плавлення становить від 230°C до 260°C.

PCTG – Поліціклогександіметілентерефталатгліколь.

PETg він же CoPET, сопіти - це зносостійкий сополієфір (комбінація), олієтилентерефталат модифікований гліколем для поліпшення температурних і фізико-механічних властивостей.

Плюси CoPET при 3D друку:

Низька усадка як у ПЛА, але на відміну від ПЛА більш гнучкий і ударостійкий, більш термостійкий, більш тривалий термін життя.

Жорсткість майже як у ABS, але на відміну від ABS не має усадки, більш висока спекаемость шарів, більш безпечний (не виділяє шкідливих речовин при 3D друку і дозволений контакт з їжею)

Зносостійкість майже як у Нейлону, друкувати CoPET простіше ніж нейлон.

Хімічна стійкість: стійкість до води і водних розчинів солей, розбавлених кислот і лугів, алифатическим вуглеводнів, рослинним і тваринним масел і жирів; не стійкий до ароматичних вуглеводнів, бензину, кетонам.

Режими 3D друку:

- Температура сопла - 220-250 градусів
- Температура столу - 60-90 градусів.

Пластики у продажі зустрічаються у вигляді порошку або тонких пластикових ниток, намотаних на котушки, як показано на рис. 2.18.



Рис. 2.18. Пластики для 3D друку

В роботі були досліджені фізико механічні властивості пластиків для 3D друку. Дослідження виконано відповідно до стандартних методів статичного випробування пластмас на розтяг [84-87]. Досліджуваний зразок представлений на рис. 2.19, розміри зразка наведені у табл. 2.2 відповідно.

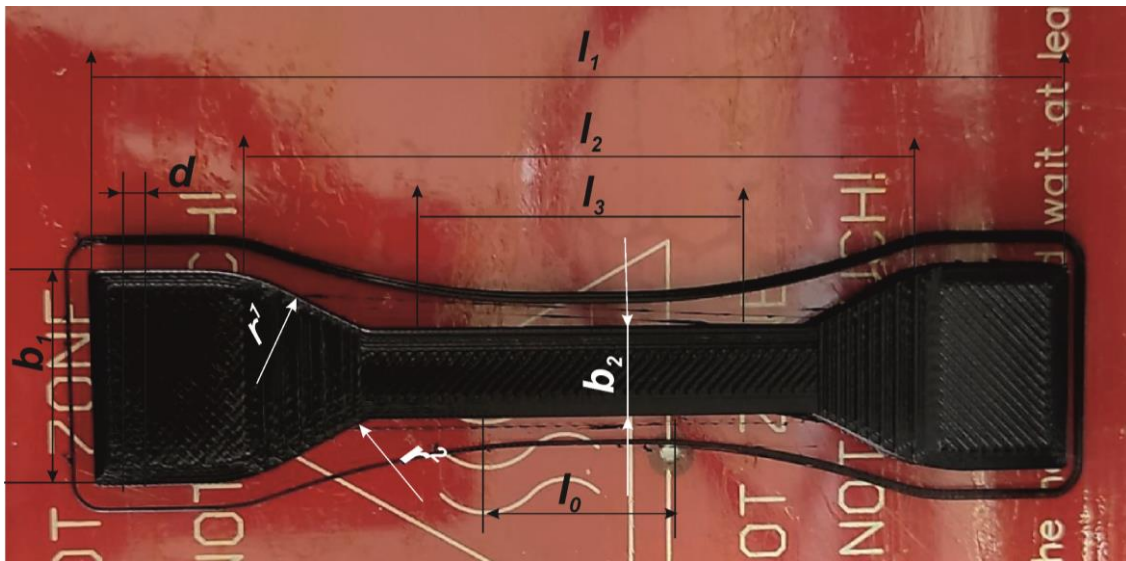


Рис.2.19. Друкований досліджуваний зразок на платформі 3D принтера

Таблиця 2.2
Розміри пластикового досліджуваного зразка для випробування на розтяг

Параметр	Позначення	Значення
Загальна довжина, мм	l_1	114 ± 1
Відстань між мітками, що визначають положення кромek затискачів на зразку, мм	l_2	80 ± 5

Довжина робочої частини, мм	l_3	33 ± 1
Розрахункова довжина, мм	l_0	25 ± 1
Ширина головки, мм	b_1	25 ± 1
Ширина робочої частини, мм	b_2	$6\pm 0,4$
Товщина, мм	d	$2\pm 0,2$
Великий радіус заокруглення, мм	r_1	25 ± 1
Малий радіус заокруглення, мм	r_2	$14\pm 0,5$

З метою визначення фізико-механічних властивостей пластикових матеріалів були проведені експериментальні дослідження розтягу зразків, отриманих методом 3D друку на модернізованій розривній машині 2167 P-50 (рис. 2.20).



Рис. 2.20. Досліджуваний закріплений зразок на модернізованій розривній машині 2167 P-50

Розривна машина 2167 P-50 призначена для випробування зразків з дроту, металевої стрічки, гуми, пластмас, гуми, текстильних матеріалів на розтяг з

найбільшою граничним навантаженням 50 кН, випробувань на розтяг, стиск, вигин відповідно до ГОСТ 10446, 29104.4, 29104.22, 3813, 11701, 16918, 23785.7 та ін.

Машина розривна 2167 Р-50 оснащена тензорезисторним силовимірювачем навантаження.

Особливість машин в універсальності до матеріалів зразків випробування і в наявність електричного сигналу параметрів випробування (можливість приєднання ПК для обробки даних випробування). Не вимагає установки на спец. фундамент, встановлюється на віброопори.

У розривній машині застосовані механічні клинові захвати, що забезпечують надійне кріплення зразків і простоту в експлуатації. Оснащені електронним зчитувачем переміщення. Розривна машина 2167 Р-50 має 4 діапазона вимірювання навантаження:

- перший - до 0,05 кН
- другий - до 0,5 кН
- третій до 5 кН
- четвертий до 50 кН

Особливості машин 2167 Р-50:

- ручне управління процесом навантаження;
- електромеханічна система створення навантаження;
- електронний зчитувач переміщення;
- запис параметрів випробування - самописець діаграмні двохкоординатний;
- тип силовимірювача - тензорезисторний чотиридіпазонний;
- вертикальне двоколонні двозонне виконання силової рами.

2.4. Опис використаних методів проектування внутрішньої форми взуття та технологічного оснащення (колодки)

Сучасний покупець потребує конкурентоспроможних властивостей взуття, яке б не тільки приваблювало зовнішнім виглядом, але й відповідало високим

споживчим властивостям, зокрема, комфортним, експлуатаційним, і функціональним. Важлива роль даних вимог забезпечується на стадії проектування майбутньої моделі. В цьому процесі є ефективно застосування САПР, в тривимірному графічному середовищі Delcam Crispin із застосуванням модулів ShoeMaker, LastMaker, PowerShape [88, 89], які забезпечують повний цикл проектних процесів взуттєвого виробництва від обробки сканів стоп, моделювання конструкції верху до проектування колодки, форми низу та шаблонів деталей. Найскладнішою задачею є досягнення внутрішнього комфорту взуття, як об'єктивного так і суб'єктивного, яке тісно пов'язане з проектуванням взуттєвої колодки, як при масовому виробництві, так і при індивідуальному замовленні.

Для визначення комфортності колодок українських виробників, було проведено антропометричні дослідження стоп чоловіків віком від 29-45 років, у кількості 110 осіб.

Обмірювання проводилися на сучасному 3D сканері In Foot 3D, який дозволяє отримати копію поверхні стопи, її розмірні дані та плантограму.

З отриманої 3D моделі стопи споживача, програма автоматично зчитує антропометричні параметри та виводить на панель таблицю даними (рис. 2.21):

- довжина стопи;
- обхват стопи косий;
- обхват стопи через її центр;
- обхват стопи через зовнішній пучок;
- обхват стопи через внутрішній пучок;
- обхват щиколотки через мищелки.

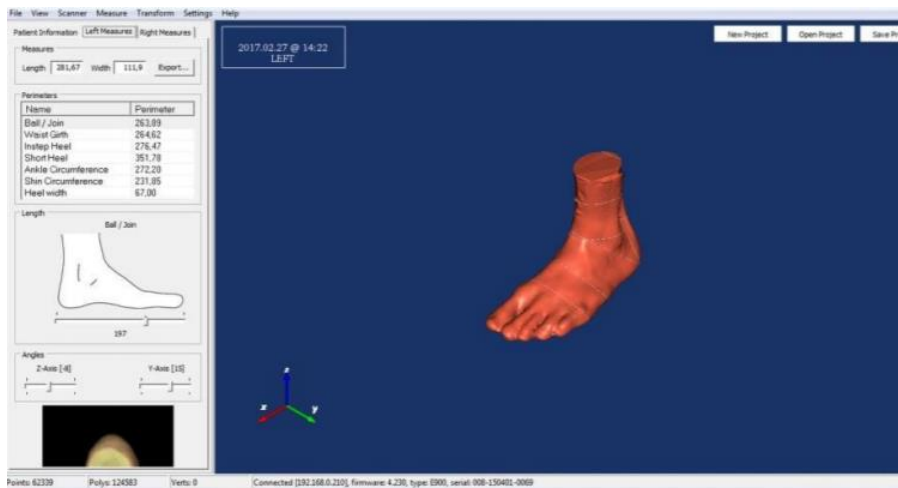


Рис. 2.21. Панель параметрів відсканованої стопи та плантограма

Отриманий цифровий прототип стоп програмою 3D Foot експортуємо в STL - формат, для моделювання взуття та колодки в середовищі Delcam PowerShare (рис. 2.22). Використовуючи Функцію лінійка на панелі інструментів, проведено замір широтних та висотних та параметрів стоп.

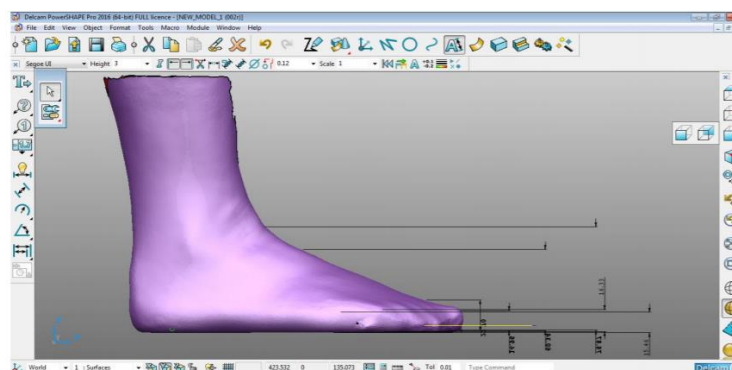


Рис. 2.22. Отримання параметрів стопи у програмі PowerShare

Із програми 3D Foot було збережено растрові зображення плантарної частини стопи в форматі jpeg, таким чином надалі зможемо працювати із зображеннями у плоскому вигляді.

Аналізуючи антропометричні дані отриманої плантарної частини стопи замовника, вимірювали наступні параметри: довжина стопи; відстань від контуру до центру п'ятки; відстань від контуру до відбитку п'ятки; відстань від контуру до внутрішнього пучка; відстань від контуру до зовнішнього пучка;

відстань від контуру до середини пучків; відстань від контуру до кінця 5-го пальця; відстань від контуру до середини 1-го пальця; ширина п'ятки по відбитку; ширина п'ятки по контуру; ширина перпендикулярна до центру п'ятки зовнішнього пучка по відбитку; ширина перпендикулярна до центру п'ятки зовнішнього пучка по контуру; ширина перпендикулярна до центру п'ятки внутрішнього пучка по контуру; ширина перпендикулярна до центру п'ятки від зовнішнього до внутрішнього пучків по контуру; ширина перпендикулярна до центру п'ятки від зовнішнього до внутрішнього пучків по відбитку, ширина перпендикулярна до центру п'ятки внутрішнього пучка по відбитку.

Також було отримано кутові значення сканованої стопи клієнта для формування задовільного сліду стопи: кут положення стопи; кут положення п'ятки; кут відхилення першого пальця стопи.

Цифрова обробка плантограм стоп виконувалася за допомогою програми CorelDRAW X4 (рис. 2.23).

Дані прикладу обміру плантограм наведені у Додатку В, табл. В.1.

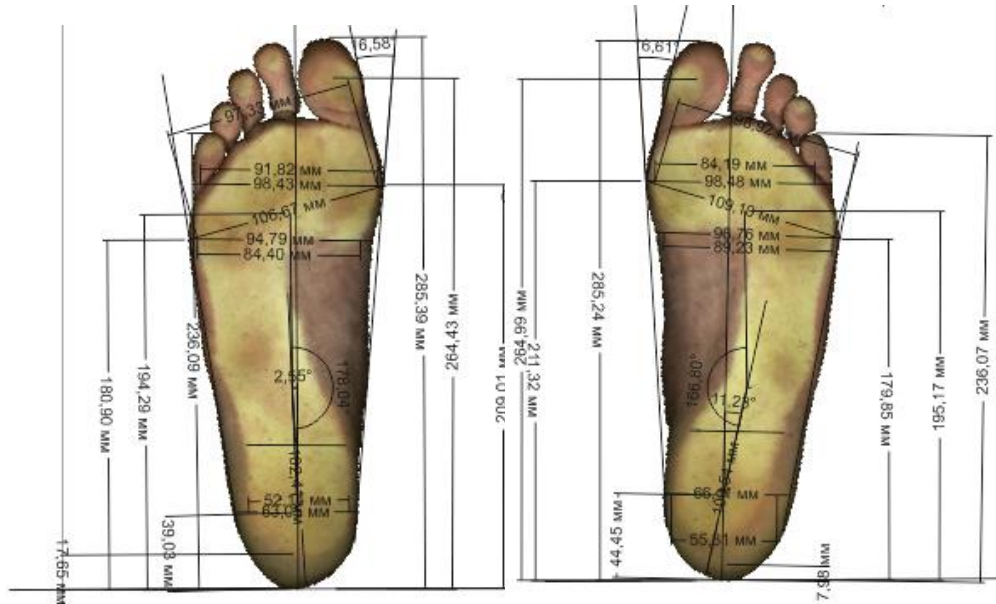


Рис. 2.23. Цифрова обробка плантограм стоп у програмі CorelDRAW X4

Проектування індивідуальної колодки в 3D просторі з урахуванням антропометричних параметрів та скану стопи споживача при індивідуальному

замовленні займає досить тривалий термін часу, як саме проектування так і виготовлення за допомогою 3D фрезерування, або 3D друку.

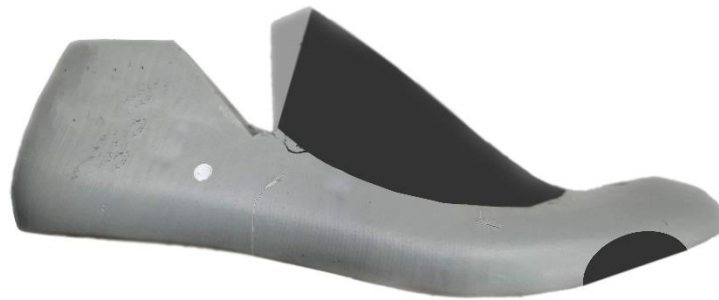


Рис. 2.24. Коригована накладкою колодка з урахуванням індивідуальних параметрів

У роботі запропонований удосконалений метод коригування існуючих колодок за допомогою друкованих накладок у антропометричних зонах (рис. 2.24), які потребують коригування повноти для окремих споживачів. Саме коригування колодки за допомогою друкованих накладок з поліметрих матеріалів значно скоротить термін виготовлення, знизить вартість та впровадження у роботу взуттєві колодки за індивідуальним замовленням.

2.5. Методи і експериментальне обладнання для дослідження матеріалів у виробництві комфортного і ексклюзивного взуття

Для виявлення деформаційних властивостей деталей союзи чоловічих напівчеревику 275 розміру використовували методику представлену в ДСТУ ISO 5404:2007 [90]. Союзки були викроєні із шкіри ВРХ виросток, хромового методу дублення, товщина матеріалу 1,2 мм.

Розмір та конфігурацію деталі союзи отримали за допомогою зняття бічної розгортки поверхні існуючої колодки за італійською методикою «ARS Sutoria» [91].

Достовірність отриманих результатів експериментальних досліджень визначали традиційними методами математичної статистики [92].

Для порівняння лінійних розмірів та зміни деформації деталей всі деталі порівнювалися зі збереженим масштабом з використанням графічного редактора CorelDRAW.

Шаблони деталей верху взуття були спроектовані у програмі USM.

Для оцінки якості шкір за фізико-механічними властивостями дослідження проводилось згідно методик описаних в ДСТУ [93-95]. На відповідні випробування було відібрано шість зразків шкір, а саме: флотар, виросток, крокодил (алігатор), пітон (куртус), страус, ігуана. Досліджувані зразки викроювалися по формі двосторонньої лопатки, довжина робочої частини зразка 50 мм і ширина 10 мм. Кожну робочу частину лопатки поділяли на п'ять рівних частин проведеними поперековими лініями і позначали номерами від одного до п'яти (рис.2.25).



Рис. 2.25. Розмітка на досліджуваному зразку

Для визначення оцінки якості обраних шкір проводили фізико-механічні випробування (межа міцності досліджуваних шкір при розтягненні, відносне видовження при навантаженні та при розриві). Підготовлені робочі зразки перед дослідженням на різні групи навантажень поміщають у ексікатор (рис. 2.26.б) на добу (24 години) та витримують для стабілізації.



а)



б)

Рис. 2.26. а) Фото розривної машини РТ-250М; б) Ексикатор для витримки досліджуваних зразків.

Розривна машина (рис. 2.26.а) оснащена вантажами для попереднього натягу досліджуваних зразків. Подовження досліджуваних зразків відзначається за шкалою деформації. Найбільше граничне навантаження – 250 кгс, Ціна поділки шкали деформації – 1 мм.

Підготовлені досліджувальні зразки після витримки в ексикаторі кріплять по черзі в затискач розривної машини, щоб лінії які обмежують робочу ділянку збігалися з гранями затискачів [90, 96, 97].

Для забезпечення зручності взуття важливе значення має вологовміст та паропроникність матеріалів. В роботі було досліджено засоби для зберігання взуття, а саме вкладні гігієнічні устілки зі шкіри з твердотільними вставками (таблетована лікарська сировина чебрецю та шавлії).

Дослідження вкладних устілок на паропроникність та вологовмісту виконували згідно ГОСТ 22900–78 [98].

Для визначення паропроникності необхідно використовувати таке обладнання та реактиви: ваги технічні (згідно з ГОСТ 24104-2001) [99]; ексикатори за ГОСТ 25336-82 [100] із внутрішнім діаметром 250 мм; склянки металеві або пластмасові (рис. 2.27) заввишки 45 мм та діаметром 55 мм, діаметр робочого отвору гумової прокладки та металевого кільця - 36 мм; кислота сірчана за ГОСТ 4204-77 [101], густиною 1,84 г/см; вода дистильована за ГОСТ 6709-72 [102].

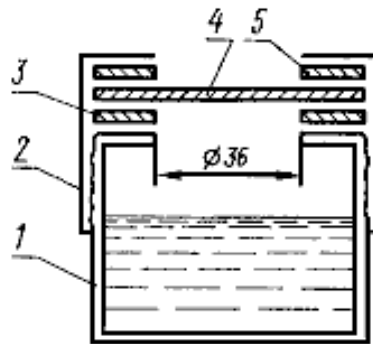


Рис. 2.27. Склянка для визначення паропроникності: 1 – склянка; 2 – кришка; 3 – гумова прокладка; 4 – випробуваний зразок; 5 – металеве кільце

Заздалегідь у пронумеровані склянки (рис. 2.27) наливали дистильовану воду до висоти 30 мм та поміщали гумову прокладку, а на неї - зразок шкіри бахтармяною стороною до води. На зразок розмістили металеве кільце та загвинтили кришку. Склянки із зразками і контрольну склянку без зразка помістили на підставку в ексикатор, заповнений 1 дм³ сірчаної кислоти, і витримали у термостаті при температурі $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$ 18 год, після зважували кожную дослідну склянку. Після зважування склянки поміщали у той самий ексикатор з дотриманням в тих самих умовах 6 год. Потім зважували кожную склянку та визначали втрату їх маси.

Метод визначення паропроникності (рис. 2.28) полягає у створенні різниці в пружності парів води по обидва боки випробуваного зразка (зразок устілки з шкірою з двох боків та встановленою посередині твердотільною вставкою з подрібненим чебрецем лікарським, зразок устілки з шкірою з двох боків та

встановленою посередині твердотільною вставкою з подрібненою шавлією лікарською, і зразок шкіри без трав'яних вставок), та встановлення кількості парів води, що пройшли через одиницю площі зразка шкіри за одиницю часу. Проби досліджуваних зразків відбирають за ГОСТ 938.0-75 [103]. Дослідження проводилися при температурі 28-30°C.



Рис. 2.28. Паропроникність склянки над кислотою

Для визначення вологовмісту потрібно подрібнити досліджувані зразки та відібрати кожного по 2,0-2,5 г для експерименту зваживши на аналітичних вагах та помістити в тарановий алюмінієвий бюкс (рис. 2.29). Зразки сушать у сушильній шафі при температурі 130°C, тривалістю 1-1,5 год. Після висушування досліджуваних зразків бюкс переносять в ексикатор для охолодження, потім зважують.



Рис. 2.29. Визначення вологовмісту досліджуваних матеріалів

Для кожного досліджуваного зразка проводять два паралельних досліди. Результати рахуються допустимими, якщо відхилення результатів від середньоарифметичного не більше $\pm 0,2\%$.

Для дослідження пригнічення бактерій у внутрішньому просторі взуття проводили експеримент з вкладними гігієнічними устілками.

Було проведено експериментальне дослідження мікробного пейзажу порівнюючи шкіру з вкладних устілок та шкіру з таблетованою вставкою подріблених лікарських рослин. Для досліду вирізали зразки 30*30 мм.

По результатам мікробного пейзажу, було проведено глибше дослідження на виявлення пригнічення мікробів гігієнічними вкладними устілками у взуття.

Як тест-культури використовували представників грам-негативних культур, а саме *P.aeruginosa* ATCC 27853 [104] та *K.pneumoniae* ATCC 10031 [105]. Використовували метод прямого суспендування колоній бактерій в стерильному фізіологічному розчині до щільності 0,5 за стандартом мутності McFarland, що приблизно відповідає навантаженню $1-2 \times 10^8$ КУО/мл.

Під час досліджень використовували стандартизовані сухі поживні середовища промислового виробництва - Поживний агар (ТОВ "Фармактив", Україна) та Nutrient Broth (HiMedia, Індія). Приготування та використання

середовищ виконувалось з дотриманням всіх умов та терміну зберігання, зазначених виробником.

Визначення впливу інгібітора на приріст біомаси в періодичній культурі визначали методом культивування тест-культур в мікрокосмах (3 мл NB, 37°C). Стартовий інокулюм (інфекційний матеріал) вносили в об'ємі 100 мкл в 3 мл середовища NB, час культивування - 1 доба, температура культивування 37°C, режим струшування 160 об/хв. Визначення оптичної густини проводили спектрофотометрично (SpectroLab, $\lambda=620$ нм, контроль - стерильне середовище NB) (рис. 2.30).



Рис. 2.30. Спектрофотометр

Визначення впливу інгібітора на біоплівкоутворення проводили за загальноприйнятим методом в 96-лункових мікропланшетах з використанням кристалічного фіолетового (рис. 2.31.б)

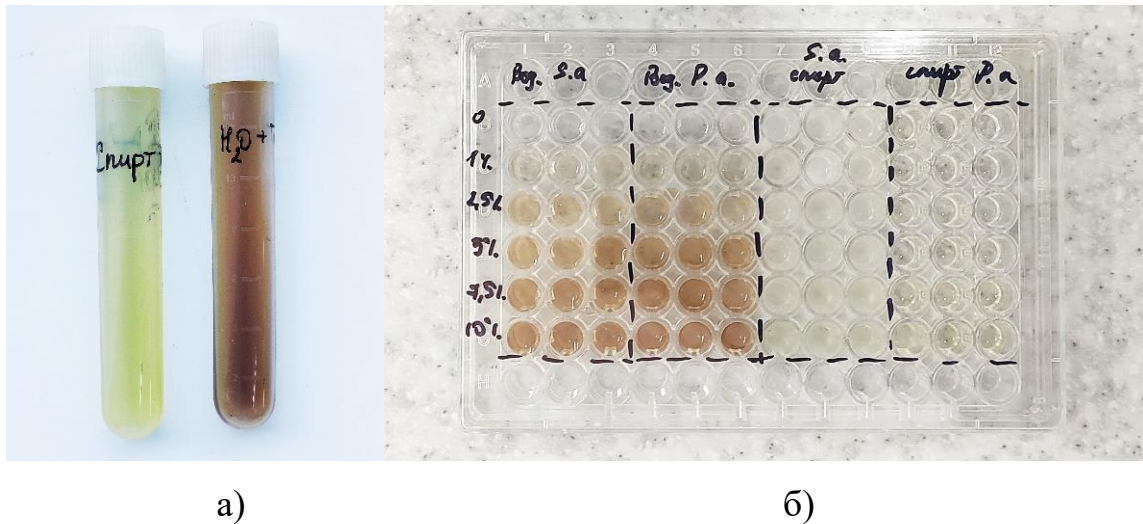


Рис. 2.31. а) Отримані спиртовий та водний екстракти з лікарських трав; б) Заповнена плашка на 96 лунок для культивування культур клітин

Висновки до розділу 2

1. В роботі представлена розроблена конструкція примірного макета-трансформера для чоловічого взуття закритого типу. Наведено дослідні зразки комп'ютерної системи з мікроконтролером Arduino Uno і резистивними датчиками сили FSR402 під'єднані до макета-трансформера для виміру тиску та оцінки суб'єктивного комфорту взуття. Вказана схема та метод підключення комп'ютерної системи до макета.

2. Для виготовлення технологічної оснастки колодки використовували технології 3D методом FDM. Саме ці технології пропонуються досліджувати у виготовленні оснастки на колодку. Використання адитивних технологій дозволяє суттєво зменшити витрати на виготовлення коригуючих індивідуальних накладок на колодки. На модернізованій розривній машині пронуються досліджувати фізико механічні властивості зразків з різних пластиків (PLA, ABS, Elastan D70, PCTG, PETg) отриманих методом 3D друку.

3. За допомогою методів графічного середовища Delcam Crispin із застосуванням модулів ShoeMaker, LastMaker, PowerShape і 3D сканера In Foot 3D проведено проектування колодки, при відхиленнях колодки від антропометричних параметрів стопи споживача. Даний метод проєктування при

індивідуальному замовленні займає досить тривалий термін часу, так як і саме виготовлення прототипу колодки за допомогою 3D фрезерування або 3D друком. В роботі запропонований метод коригування існуючих колодок друкованими накладками у невідповідних зонах індивідуальної стопи замовника з полімерних матеріалів, які значно скоротять час виготовлення та вартість індивідуальної колодки.

4. Проведений аналіз визначення комфортності існуючих взуттєвих колодок українських виробників (Zotti, LvivPlast, JB Plast) за допомогою антропометричних досліджень стоп чоловіків віком 29 – 45 років, у кількості 110 осіб.

5. Для дослідження фізико-механічних властивостей шкір для верху взуття використовували методики по ГОСТ 938.11, ДСТУ ISO 5404:2007, ГОСТ 939.

6. В роботі проведено дослідження матеріалів вкладних гігієнічних засобів для зберігання взуття. А саме паропроникність та вологовміст підкладкої шкіри та рослинної сировини згідно ГОСТ 22900–78. Було досліджено пригнічення представників грам-негативних культур, а саме *P.aeruginosa* ATCC 27853 та *K.pneumoniae* ATCC 10031 рослинною сировиною (чебрецем та шавлією), методом культивування тест-культур в мікрокосмах. Визначення оптичної густини визначали за допомогою спектрометра. Вплив інгібатора на біоплівкоутворення визначали за допомогою загальноприйнятим методом в 96-лункових мікропланшетах.

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВЕРХУ ВЗУТТЯ НА ВІДЧУТТЯ КОМФОРТУ ЗАМОВНИКА

3.1. Математичне моделювання силової взаємодії стопи замовника і верху макета-трансформера взуття

Аналіз замовлень по індивідуальному пошиві взуття показав, що при коригуванні параметрів колодки по індивідуальним параметрам стопи і примірці прототипа взуття, замовники найчастіше відчують певні відчуття дискомфорту у зоні підйома стопи. Для індивідуального пошиву комфортного взуття потрібно більш прискіпливо визначати параметри стопи людини і маючи їх за основу, відштовхуватися від побажань конкретного замовника. Адже від правильно підбраного взуття залежить комфорт і безпека нижніх кінцівок при ходьбі та фізичній активності.

Для оцінки рівня комфорту взуття важливо проаналізувати вплив різних факторів на тиск, який здійснює верх взуття на стопу людини в області підйома. Розрахункова схема для визначення цього тиску наведена на рис. 3.1.

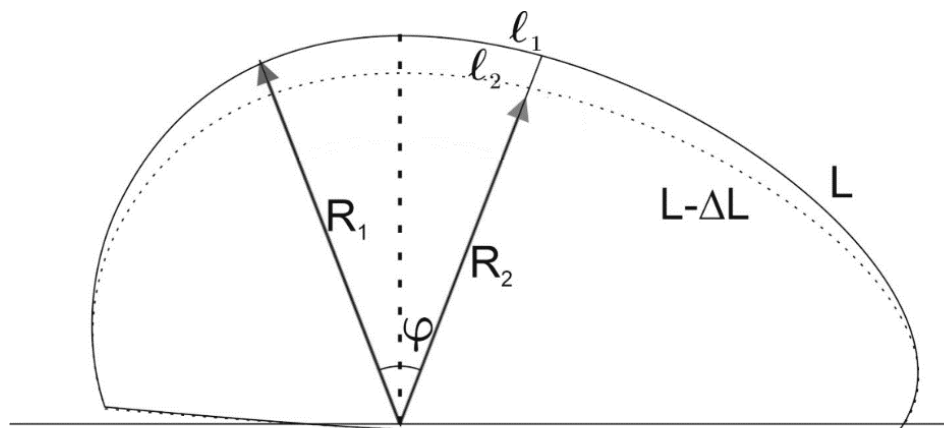


Рис. 3.1. Припасування макета до стопи в точці підйома

Припустимо, що тиск між стопою і верхом на границі розподілу дорівнює напруженням стискання в поверхневих шарах стопи, які залежать від її пружних властивостей. Багато авторів досліджували модуль пружності тканин стопи, з аналізу робіт в нормі щільність кісткової тканини дорівнює $2\,400\text{ кг/м}^3$, модуль

Юнга (E) = 2000 МПа, ліміт міцності при розтягуванні $\sigma = 100$ МПа, відносна деформація досягає 1 %, модуль Юнга сухожилля – 160 МПа. Матеріал колаген характеризується значенням Юнга 10-100 МПа, а еластин – 0,5 МПа [106].

Wright D.G. та Rennels D.C. вперше визначили модуль пружності підшовного апоневрозу, який склав 342 - 822 МПа [107]. Для порівняння ці значення знаходяться в межах 50 МПа - 1500 МПа, приведених для сполучної тканини інших локалізацій, досліджених *in vitro*; перевищують модуль пружності фасціальних і зв'язкових структур стопи і гомілки [108-110].

Опорна поверхня стопи людини має унікальну будову жирової тканини, що пояснюється тим навантаженням, якого зазнає стопа при ходьбі. Амортизаційна здатність жирового прошарку в цій ділянці спричинена його розмірами, товщиною, розвитком фіброеластичного каркасу, що міцно зв'язує окістя надлеглих кісток та дерму плантарним апоневрозом, формою жирових часток [111].

Найважливішою механічною особливістю жирової тканини плантарної поверхні стопи є модуль Юнга (модуль пружності), який в нормі становить 1,076-1,364 кгс·см² [112].

Авторами Hashemi J., Chandrashekar N., Mansouri H. виявлено, що збільшення ригідності тканини в осіб чоловічої статі відзначається за рахунок посилення синтезу колагену, а зменшення пружності у жінок детерміновано меншою кількістю волокон, їх діаметром і відносною кількістю колагену в кожному волокні зв'язок їх стопи [113].

Розглянутому випадку відповідають результати дослідників Перепьолкін А. І., Мандріков В. Б., Краюшкин А. І, Атрощенко Е. С., які досліджували механічні властивості здорових стоп хлопців та дівчат. В даній роботі розглядалася пружна деформація стопи у вертикальній площині. В нормі модуль пружності стопи у хлопців дорівнює 616,9 кПа; у дівчат модуль пружності становить 601,2 кПа [114].

Величину тиску внутрішньої поверхні взуття на стопу можна визначити згідно Закону Гука:

$$P = k_1 E_1 \varepsilon. \quad (3.1)$$

де E_1 – модуль пружності стопи; k_1 – коефіцієнт, який враховує наявність текстильного прошарку між стопою і верхом взуття.

ε – відносна деформація стопи.

Відносна деформація стискання стопи в зоні підйома може бути представлена у вигляді:

$$\varepsilon = \frac{R_1 - R_2}{R_1}. \quad (3.2)$$

де R_1 і R_2 – зовнішній радіус зони деформації стопи до - і після стиснення відповідно.

Згідно властивостям сегмента кола:

$$R_1 \varphi = l_1. \quad (3.3)$$

$$R_2 \varphi = l_2. \quad (3.4)$$

де φ – центральний кут сегмента перерізу стопи в зоні деформації; довжина сегмента верху до - і після стиснення відповідно.

З урахуванням (3.2), (3.3) і (3.4) відносна деформація стиснення буде:

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_2}{l_1}. \quad (3.5)$$

Довжина сегмента верху після затягування застібки, з урахуванням її деформації буде:

$$l_2' = l_2 + \Delta l_2. \quad (3.6)$$

де Δl_2 – подовження застібки.

Подовження застібки визначиться із співвідношення:

$$\frac{\Delta l_2}{l_2} = \frac{\sigma}{E_2}. \quad (3.7)$$

де σ – напруження розтягання, які діють в застібці; E_2 – модуль пружності застібки.

З виразу (3.7) маємо:

$$\Delta l_2 = l_2 \frac{\sigma}{E_2}. \quad (3.8)$$

Підставляючи (3.7) в (3.8), після перетворень отримаємо:

$$l_2' = l_2 \left(1 + \frac{\sigma}{E_2} \right). \quad (3.9)$$

Підставляючи (3.9) в (3.5), отримаємо:

$$\varepsilon = 1 - \frac{l_2}{l_1} \left(1 + \frac{\sigma}{E_2} \right). \quad (3.10)$$

Підстановка (3.10) в (3.1) дає:

$$P = k_1 E_1 \left[1 - \frac{l_2}{l_1} \left(1 + \frac{\sigma}{E_2} \right) \right]. \quad (3.11)$$

Розтягуючі напруження в застібці виразимо за допомогою формули для визначення колових напружень в циліндричній оболонці, яка для нашого випадку матиме вигляд:

$$\sigma = \frac{k_2 P R_1}{h}. \quad (3.12)$$

де k_2 – коефіцієнт, який враховує нерівномірність розподілу тиску по поверхні стопи; h – товщина застібки.

Підставляючи (3.12) в (3.11), маємо:

$$P = k_1 E_1 \left[1 - \frac{l_2}{l_1} \left(1 + \frac{k_2 P R_1}{E_2 h} \right) \right]. \quad (3.13)$$

Вирішуючи рівняння (3.13) відносно P , отримаємо:

$$P = \frac{1 - \frac{l_2}{l_1}}{\frac{1}{k_1 E_1} + \frac{l_2}{l_1} \frac{k_2 R_1}{E_2 h}}. \quad (3.14)$$

При зтягуванні застібки довжина перетину верху взуття зменшується на величину ΔL . Припустимо, що довжина перетину сегмента верху, який прилягає до зони деформації стопи зменшиться на величину $l_1 - l_2$ відповідно до пропорції:

$$\frac{l_1 - l_2}{l_1} = \frac{\Delta L}{L}. \quad (3.15)$$

З (3.15) слідує:

$$\frac{l_2}{l_1} = 1 - \frac{\Delta L}{L}. \quad (3.16)$$

Підставляючи (3.16) в (3.14), отримаємо:

$$P = \frac{\Delta L}{\frac{L}{k_1 E_1} + \frac{k_2 R_1}{E_2 h} (L - \Delta L)}. \quad (3.17)$$

Вираз (3.17) дозволє визначити величину тиску на стопу в місці підйома, що впливає на відчуття рівня комфорту взуття.

Отриманими залежностями можна скористатись для визначення розмірів внутрішньої форми взуття, а отже і колодки, виходячи із умови забезпечення заданого тиску верху взуття на стопу, що відповідає найбільшому рівню комфорту.

З урахуванням виразів (3.3) і (3.4) запишемо вираз (3.13) у вигляді:

$$P = k_1 E_1 \left[1 - \frac{R_2}{R_1} \left(1 + \frac{k_2 P R_1}{E_2 h} \right) \right] \quad (3.18)$$

Вирішуючи рівняння (3.18) відносно R_2 , отримаємо:

$$R_2 = \frac{1 - \frac{P}{k_1 E_1}}{\frac{1}{R_1} + \frac{k_2 P}{E_2 h}}. \quad (3.19)$$

Тоді різниця між вимірним значенням радіуса сегмента стопи в області підйома і верхом взуття буде:

$$dR_2 = R_1 - R_2 = R_1 - \frac{1 - \frac{P}{k_1 E_1}}{\frac{1}{R_1} + \frac{k_2 P}{E_2 h}}. \quad (3.20)$$

Графічна залежність розрахункового значення різниці між радіусами сегментів стопи і внутрішньої форми верху взуття від радіуса сегмента стопи і тиску в області підйома наведена на рис. 3.2. Дана залежність побудована за формулою (3.20) з початковими даними, прийнятими для розрахунку графічних залежностей на рис 3.2.

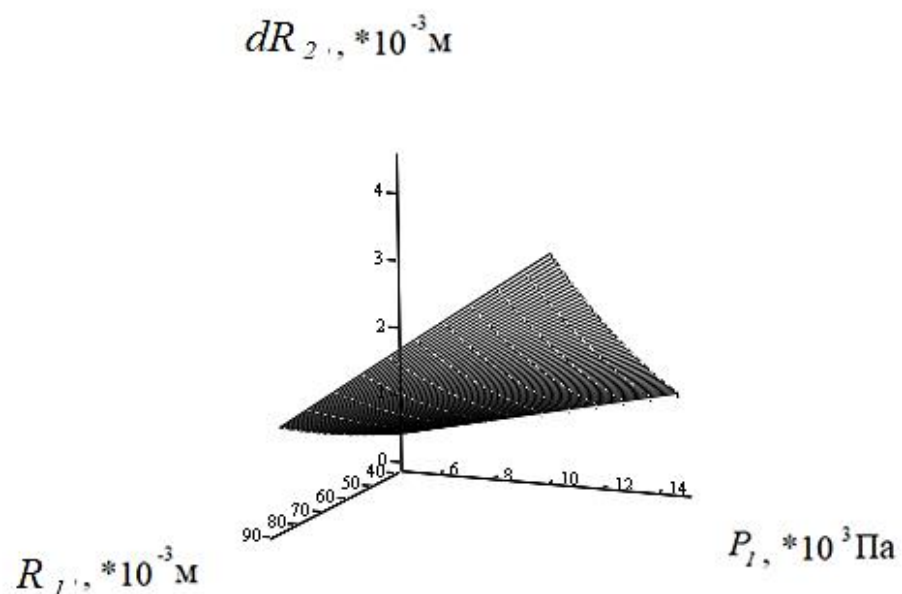


Рис. 3.2. Залежність розрахункового значення різниці між радіусами сегментів стопи і внутрішньої форми верху взуття від радіуса сегмента стопи і тиску в області підйома

Для визначення різниці між радіусами сегментів стопи і внутрішньої форми верху взуття у кожному конкретному випадку можна скористатись графічними залежностями, розрахованими за формулою (3.20), підставляючи в неї відповідні початкові дані. Для прийнятих початкових даних такі залежності представлені на рис. 3.3 і 3.4.

$$dR_{2..} \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

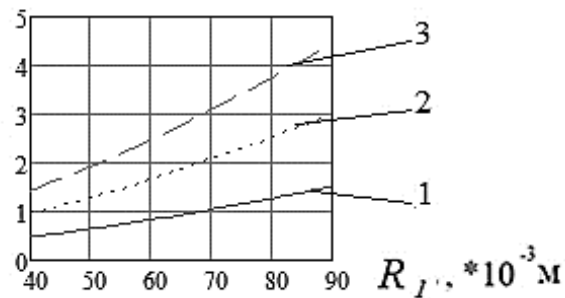


Рис. 3.3. Залежність розрахункового значення різниці між радіусами сегментів стопи і внутрішньої форми верху взуття від радіуса сегмента стопи:

1 – $P = 5 \cdot 10^3 \text{ МПа}$; 2 – $P = 10 \cdot 10^3 \text{ МПа}$; 3 – $P = 15 \cdot 10^3 \text{ МПа}$

$$dR_{2..} \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

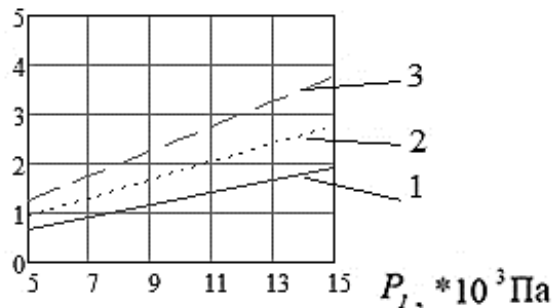


Рис. 3.4. Залежність розрахункового значення різниці між радіусами сегментів стопи і внутрішньої форми верху взуття від тиску при різних значеннях радіуса сегмента стопи:

1 – $R_1 = 50 \cdot 10^3 \text{ м}$; 2 – $R_1 = 65 \cdot 10^3 \text{ м}$; 3 – $R_1 = 70 \cdot 10^3 \text{ м}$

Розрахункове значення радіуса сегмента внутрішньої поверхні верху взуття, можна використати при проектуванні колодки для забезпечення заданого тиску на стопу з метою забезпечення найвищого рівня комфорту.

3.2. Експериментальне дослідження тиску верху взуття на стопу замовника

Для перевірки коректності математичної моделі процесу припасування макета до стопи проводилось експериментальне дослідження впливу геометричних параметрів верху взуття і стопи на тиск, що діє на стопу з боку верху взуття.

Дослідження проводилось з використанням приладу, що включає макет-трансформер і комп'ютерну систему реєстрації тиску.

Для калібрування приладу використовувались вантажі масою 0,1 кг; 0,2 кг; 0,3 кг; 0,4 кг і 0,5 кг, які встановлювались на датчик тиску через перехідний диск (рис. 3.5).

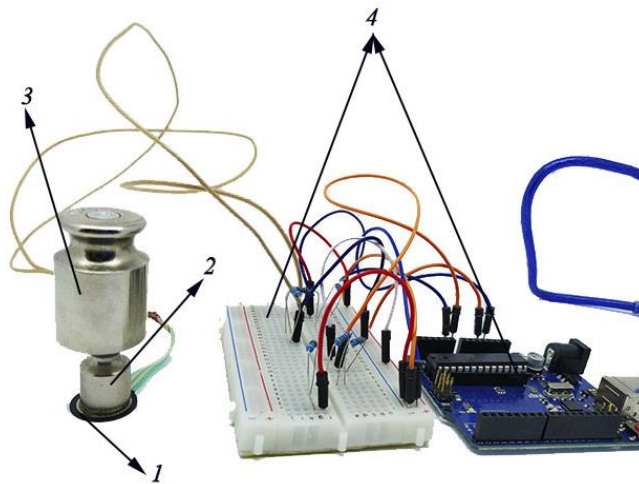


Рис. 3.5. Калібрування приладу: 1 – резистивний датчик сили; 2 – перехідний диск; 3 – вантаж; 4 – комп'ютерна система

Тиск на датчик визначався для кожного вантажу за формулою:

$$P_i = \frac{(m_i+m)g}{S}, \quad (3.21)$$

де P_i – тиск i -го вантажа, Па; m_i – маса i -го вантажа, кг; $m = 0,01$ кг маса перехідного диска; g – прискорення вільного падіння, кг/м²; S – площа перехідного диска, на яку тисне вантаж, м².

Площа, на яку тисне вантаж:

$$S = \pi r^2, \quad (3.22)$$

де 0,005м – радіус перехідного диска.

Підставляючи (3.22) в (3.21), отримаємо:

$$P_i = \frac{(m_i+m)g}{\pi r^2}, \quad (3.23)$$

За результатами проведених експериментальних досліджень, отримані дані необхідні для калібрування датчика сили в діапазоні ваги 100-500г. Результати даних наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Результати калібрування приладу для вимірювання тиску

m , кг	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
, Па	13746,5	26243,3	38740,1	51236,9	63733,7
Показання приладу	231	567	736	786	1 054

На рис. 3.6 наведено результати апроксимації калібрувальної залежності, відповідно до даних табл. 3.1.

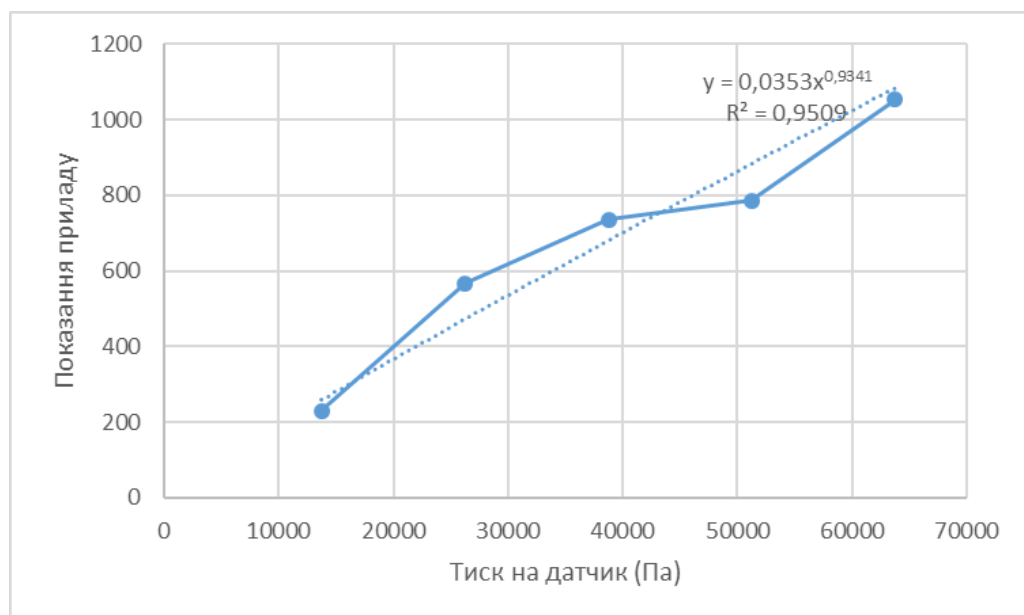


Рис. 3.6. Апроксимація калібрувальної залежності

показників приладу від тиску на датчик

Апроксимуюча функція має вигляд:

$$Y = 0,0353 \cdot P^{0,9341}, \quad (3.24)$$

де Y – показник приладу; P – тиск на датчик, Па.

З виразу (3.24) отримаємо формулу для визначення тиску на датчик в залежності від показання приладу:

$$P = \left(\frac{Y}{0,0353}\right)^{\left(\frac{1}{0,9341}\right)} \text{ (Па)}, \quad (3.25)$$

Закріплення датчиків на внутрішній поверхні макету взуття дозволяє вимірювати тиск між стопою і внутрішньою поверхнею взуття як в статичних, так і в динамічних умовах.

Результати вимірювання тиску верху на стопу при різних ступенях затягування застібок макета-трансформера в стані стояння наведені в таблиці 3.2. При цьому стан, при якому шаблон був вільно припасований до стопи взято за початковий, а стани спадання з ноги, дуже вільного припасування і пережимання відкинуто, оскільки вони відповідають низькому рівню комфорту.

Таблиця 3.2

Оцінка комфортності взуття за допомогою фіксації макета-трансформера на стопі в стані стояння

Фіксація макета на нозі:	Вільно припасовано	Припасовано	Щільно припасовано	Дуже щільно
Довжина робочої частини: застібки А, мм	39,0	34,0	31,0	28,0
застібки В, мм	39,0	34,0	30,0	29,0
застібки С, мм	26,0	22,0	19	17,0

застібки D, мм	26,5	22,0	20	17,5
застібки E, мм	26,5	20,0	17	15,5
застібки F, мм	25,0	22,0	20	17,0
застібки G, мм	25,0	20,0	17	15,5
Відчуття комфорту, бали	8	9	10	6
Тиск в точці виміру 1, Па	2944,4	8269,5	10491,2	16227,9
Тиск в точці виміру 2, Па	2540,7	7475,3	8869,9	14544,8
Тиск в точці виміру 3, Па	2221,8	7224,5	9645,0	15070,2
Тиск в точці виміру 4, Па	1861,1	4964,3	8209,1	13259,7

Аналітична, розрахована за виразом (3.17), і експериментальна графічні залежності тиску в зоні підйома від довжини затягування застібки наведені на рис. 3.7. В розрахунках прийняті такі початкові дані: $L = 220 \cdot 10^{-3}$ м; $R_1 = 70 \cdot 10^{-3}$ м; $h = 2,5 \cdot 10^{-3}$ м; $E_1 = 616,9 \cdot 10^3$ Па; $E_2 = 21 \cdot 10^6$ Па; $k_1 = 1,05$; $k_2 = 1,23$.

$P_l, *10^3$ Па

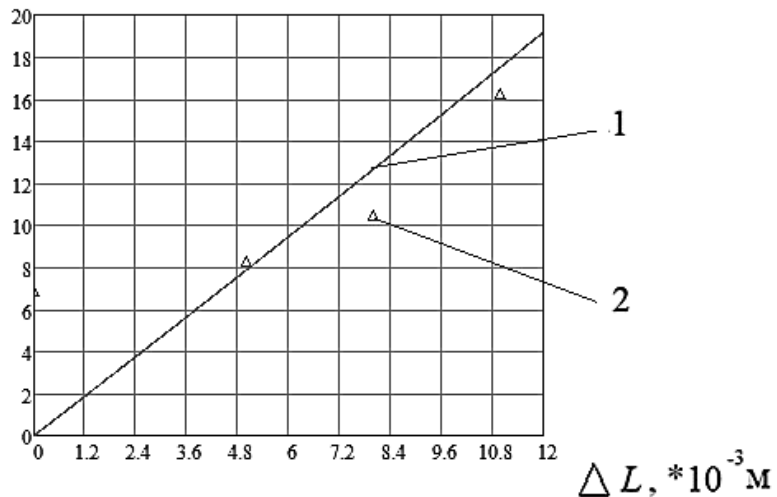


Рис. 3.7. Залежності тиску в зоні підйома від довжини затягування застібки: 1 – аналітична; 2 – експериментальна

Як видно з рис. 3.7, аналітична і експериментальні залежності задовільно узгоджуються, що дозволяє зробити висновок про коректність математичної моделі припасування шаблону до стопи.

3.3. Визначення тиску верху взуття на стопу в стані стояння і в процесі ходьби

Виготовлення індивідуального взуття розпочинається з обмірів основних антропометричних параметрів стоп, які враховуються при проектуванні колодки. Але для створення комфортного взуття обов'язково потрібно врахувати відчуття тиску на стопу.

Отримання інформації про вимірювання тиску внутрішньої поверхні взуття на стопу з урахуванням її основних анатомічних параметрів в різних ділянках стопи за допомогою структурної схеми дослідного зразка за методикою [115, 116] передбачає наступні етапи:

1. Підготовчий етап полягає у нанесенні міток на макет-трансформер (рис. 3.8) у таких ділянках:

- точка 1 на прямому підйомі $0,55\text{Дст}$,
- точка 2 внутрішнього пучка $0,72\text{Дст}$,
- точка 3 зовнішнього пучка $0,68\text{Дст}$,
- точка 4 висота п'ятки $V_{\text{п}} = 0,2N+12$

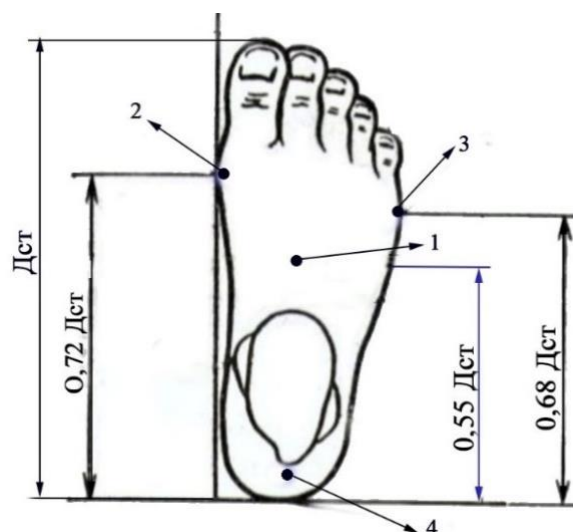


Рис. 3.8. Антропометричні точки стопи для встановлення датчиків тиску

2. Встановлення датчиків тиску з внутрішнього простору взуття у зазначених місцях кріплять до стопи поліхлорвініловою липкою стрічкою.
3. Підключення датчиків до структурної схеми дослідного зразка.
4. Замовник фіксує макет-трансформер взуття на нозі за допомогою застібок «велкро» та оцінює комфортність тиску у балах від 1-10 (табл. 3.3), при різних фіксованих довжинах робочих часин застібок .
5. Етап реєстрації даних тиску на стопу у різних стадіях відчуття комфортності –у статиці та динаміці.
6. Отримання результатів – збереження інформації.
7. Здійснення необхідних автоматизованих вимірів шляхом порівнювальних, розрахункових та графічних процедур.

Для оцінки відчуттів комфортного тиску на стопу запропоновані варіанти відповідей (в граничних межах від незначних до суттєвих виявлень у відповідності від нижнього до верхнього порогів чутливості (табл. 3.3)), замовнику пропонувалося оцінювати в балах прямим шкалуванням.

Сприймання взуття доречно розглядати як комплексне, цілісне та предметне явище, оскільки воно з'єднує відчуття людини, що йдуть від сукупності аналізаторів. Тому фактичну комфортність взуття можна встановити за результатами примірки дослідного макета-трансформера взуття на підставі аналізу відчуттів замовника.

При цьому пропонувалась наступна шкала відчуттів: незадовільний стан, важкий ступінь дискомфорту, помірний ступінь дискомфорту, відмінно.

Замовник фіксує макет-трансформер взуття на нозі за допомогою застібок «велкро» та оцінює комфортність тиску у балах від 1-100 (табл. 3.3), при різних фіксованих довжинах робочих часин застібок.

Шкала оцінювання комфортності взуття на основі фіксації застібок на макеті

Оцінка	Відчуття стану комфорту
90-100	Відмінно
60-80	Помірний ступінь дискомфорту
30-50	Важкий ступінь дискомфорту
1-20	Незадовільно

Нижче наведені параметри припасування макета до стопи замовника за його відчуттями комфорту, для визначення рівня комфортного тиску (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Параметри припасування макета до стопи замовника

Спадає з ноги							
Довжина затягнутої частини:	застібок и 1, мм	застібок и 2, мм	застібок и 3, мм	застібок и 4, мм	застібок и 5, мм	застібок и 6, мм	застібок и 7, мм
Параметри	51,0	51,0	33,0	34,0	34,0	32,0	32,0
Дуже вільно							
Довжина затягнутої частини:	застібок и 1, мм	застібок и 2, мм	застібок и 3, мм	застібок и 4, мм	застібок и 5, мм	застібок и 6, мм	застібок и 7, мм
Параметри	45,0	45,0	28,0	29,0	29,0	28,0	28,0
Вільно припасовано							
Довжина затягнутої частини:	застібок и 1, мм	застібок и 2, мм	застібок и 3, мм	застібок и 4, мм	застібок и 5, мм	застібок и 6, мм	застібок и 7, мм
Параметри	39,0	39,0	26,0	26,5	26,5	25,0	25,0
Припасовано							
Довжина затягнутої частини:	застібок и 1, мм	застібок и 2, мм	застібок и 3, мм	застібок и 4, мм	застібок и 5, мм	застібок и 6, мм	застібок и 7, мм
Параметри	34,0	34,0	22,0	22,0	20,0	22,0	20,0
Щільно припасовано							
Довжина затягнутої частини:	застібок и 1, мм	застібок и 2, мм	застібок и 3, мм	застібок и 4, мм	застібок и 5, мм	застібок и 6, мм	застібок и 7, мм

Параметр и	31,0	30,0	19,0	20,0	17,02	20,0	17,0
Дуже щільно							
Довжина затягнутої частини:	застібк и 1, мм	застібк и 2, мм	застібк и 3, мм	застібк и 4, мм	застібк и 5, мм	застібк и 6, мм	застібк и 7, мм
Параметр и	28,0	29,0	17,0	17,5	15,5	17,0	15,5
Пережимає							
Довжина затягнутої частини:	застібк и 1, мм	застібк и 2, мм	застібк и 3, мм	застібк и 4, мм	застібк и 5, мм	застібк и 6, мм	застібк и 7, мм
Параметр и	24,0	25,0	15,0	16,0	15,0	16,0	15,0

При вимірюванні тиску внутрішньої поверхні взуття на стопу, де встановлені датчики, показання приладу переводяться у величину тиску за формулою 3.25.

Значення тиску при різних фіксованих довжинах робочих часин застібок у різних стадіях, буде оцінено замовником за відчуттям комфорту стопи.

Фіксовані суб'єктивні бали споживача при примірці макета-трансформера взуття та значення тиску у стані стояння наведені у табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Оцінка комфортності взуття замовником за допомогою фіксації макета-трансформера на стопі в статиці

Фіксація макета на нозі:	Спадає з ноги	Дуже вільно	Вільно припасовано	Припасовано	Щільно припасовано	Дуже щільно	Пережимає
Суб'єктивне відчуття комфорту, бали	30	70	80	90	100	60	22
Тиск в точці виміру 1, Па	-	688,4	2944,4	8269,5	10491,2	16227,9	16952,8
Тиск в точці виміру 2, Па	-	614,1	2540,7	7475,3	8869,9	14544,8	16090,1
Тиск в точці виміру 3, Па	-	628,0	2221,8	7224,5	9645,0	15070,2	16952,8

Тиск в точці виміру 4, Па	-	628,0	1861,1	4964,3	8209,1	13259,7	15831,8
---------------------------	---	-------	--------	--------	--------	---------	---------

З таблиці видно, що найбільший суб'єктивний комфорт стопи у стані стояння замовник відчуває при щільно припасованому макеті (рис. 3.9).

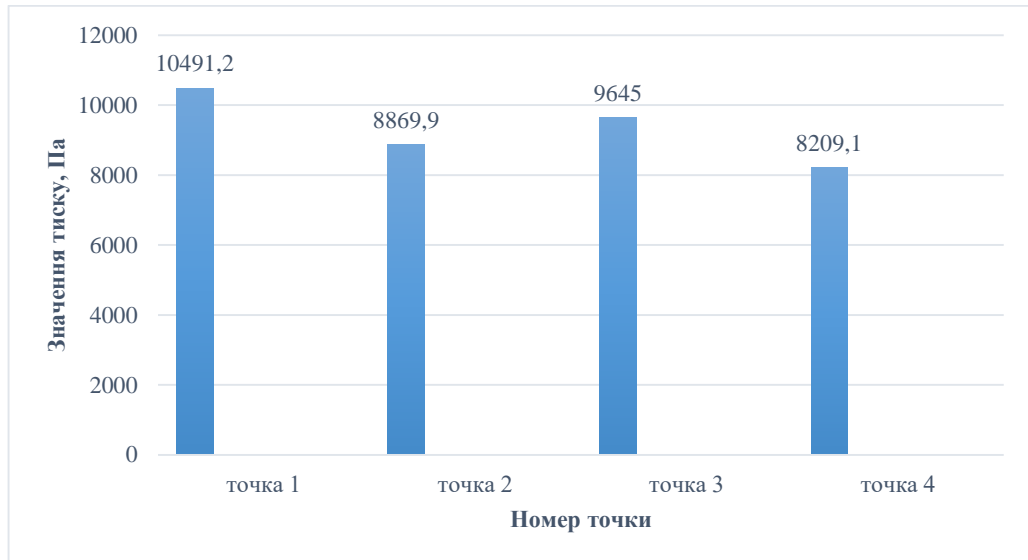


Рис. 3.9. Діаграма комфортних параметрів тиску в різних точках при щільно припасованому макеті до стопи

З табл. 3.5 видно, що найвищу оцінку комфортності у стані стояння замовник відчуває при щільно припасованих застібках макета до стопи. Фіксований тиск на стопу в різних точках при такій фіксації в межах від 8869,9 - 10491,2 Па. Первинна оцінка зручності взуття в момент його примірки зв'язана з розпізнаванням і порівнянням психічного образу взуття, що приміряється.

Наступне питання експерименту зводилось до того, щоб визначити тиск при ходьбі, який відповідає відчуттю комфорту.

Ходьба - це важке циклічне переміщення, пов'язане з відштовхуванням тіла від опорної поверхні і перенесення його в просторі [117].

Характерним для ходьби є постійне збереження опори на одну або обидві ноги. Рух людського тіла є результатом взаємодії зовнішніх і внутрішніх сил. До зовнішніх сил відносяться сила тяжіння тіла, опорні реакції, опір середовища. Внутрішні сили виникають всередині тіла людини, при взаємодії окремих його ділянок [117].

Виходячи з механізму руху, при ходьбі розрізняють наступні фази кроку [116, 117], рис. 3.10:

- 1 – а) переكات через п'яту;
- 2 – б) опора на всю стопу;
- 3 – в) переكات через передній відділ;
- 4 – г) переносний період.

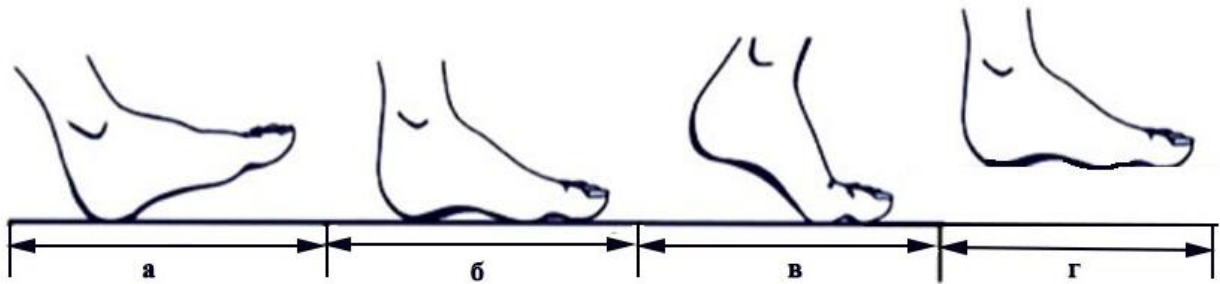


Рис. 3.10. Фази кроку

В умовах ходьби тиск вимірювався при комфортному припасуванні застібок.

З табл.3.5 видно, що найбільш задовільний комфорт взуття у стані стояння замовник отримує за умови щільно припасованого макету до стопи.

Для визначення тиску в процесі ходьби, використано ті ж дані зручної затяжки застібками. Отримані результати представлені нижче (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Оцінка комфортності взуття за допомогою фіксації макета-трансформера на стопі в стані ходьби

Спадає				
Фази кроку:	Фаза 1 - переكات через п'яту	Фаза 2 – опора на всю стопу	Фаза 3 – переكات через передній відділ	Фаза 4 – переносний період
Тиск, Па в точці 1	-	-	-	-
Показання приладу: в точці 1	-	-	-	-

Тиск, Па в точці 2	-	-	-	-
Показання приладу: в точці 2	-	-	-	-
Тиск, Па в точці 3	-	-	-	-
Показання приладу: в точці 3	-	-	-	-
Тиск, Па в точці 4	-	-	-	-
Показання приладу: в точці 4	-	-	-	-
Відчуття комфорту, бали	1			
Дуже вільно				
Фази кроку:	Фаза 1 - перекат через п'яту	Фаза 2 – опора на всю стопу	Фаза 3 – перекат через передній відділ	Фаза 4 – переносний період
Тиск, Па в точці 1	3804,1	3804,1	4065,8	3595,6
Показання приладу: в точці 1	78,0	78,0	83,0	74,0
Тиск, Па в точці 2	3647,7	3388,0	3856,3	3026,6
Показання приладу: в точці 2	75,0	70,0	79,0	63,0
Тиск, Па в точці 3	3908,6	3699,8	3961,0	3388,0
Показання приладу: в точці 3	80,0	76,0	81,0	70,0
Тиск, Па в точці 4	2872,6	2668,0	2923,8	2668,0
Показання приладу: в точці 4	60,0	56,0	61,0	56,0

Відчуття комфорту, бали	5			
Вільно припасовано				
Фази кроку:	Фаза 1 - перекат через п'яту	Фаза 2 – опора на всю стопу	Фаза 3 – перекат через передній відділ	Фаза 4 – переносний період
Тиск, Па в точці 1	8264,0	8209,1	8869,9	7825,2
Показання приладу: в точці 1	161,0	160,0	172,0	153,0
Тиск, Па в точці 2	7934,8	7170,0	8209,1	7006,8
Показання приладу: в точці 2	155,0	141,0	160,0	138,0
Тиск, Па в точці 3	8319,0	7551,8	8759,5	7224,5
Показання приладу: в точці 3	162,0	148,0	170,0	142,0
Тиск, Па в точці 4	7279,0	7061,2	7224,5	7061,2
Показання приладу: в точці 4	143,0	139,0	142,0	139,0
Відчуття комфорту, бали	7			
Припасовано				
Тиск, Па в точці 1	10424,2	9645,0	11039,1	9201,6
Показання приладу: в точці 1	200,0	186,0	211,0	178,0
Тиск, Па в точці 2	9035,6	8154,2	9367,7	8319,0
Показання приладу: в точці 2	175,0	159,0	181,0	162,0
Тиск, Па	9478,5	8704,4	9922,8	8704,4

в точці 3				
Показання приладу: в точці 3	183,0	169,0	191,0	169,0
Тиск, Па в точці 4	8374,0	8099,3	8209,1	8044,4
Показання приладу: в точці 4	163,0	158,0	160,0	157,0
Відчуття комфорту, бали	10			
Щільно припасовано				
Тиск, Па в точці 1	13067,1	10647,5	14146,0	10535,8
Показання приладу: в точці 1	247,0	204,0	266,0	202,0
Тиск, Па в точці 2	10201,2	9201,6	10647,5	9312,3
Показання приладу: в точці 2	196,0	178,0	204,0	180,0
Тиск, Па в точці 3	10480,0	9867,2	11263,3	9811,6
Показання приладу: в точці 3	201,0	190,0	215,0	189,0
Тиск, Па в точці 4	8814,7	8209,1	8869,9	8209,1
Показання приладу: в точці 4	171,0	160,0	172,0	160,0
Відчуття комфорту, бали	8			
Дуже щільно				
Фази кроку:	Фаза 1 - перекат через п'яту	Фаза 2 – опора на всю стопу	Фаза 3 – перекат через передній відділ	Фаза 4 – переносний період
Тиск, Па в точці 1	16090,1	14944,51	16664,94	14659,0

Показання приладу: в точці 1	300,0	280,0	310,0	275,0
Тиск, Па в точці 2	13237,0	10983,1	13691,0	11263,3
Показання приладу: в точці 2	250,0	210,0	258,0	215,0
Тиск, Па в точці 3	13577,4	12671,0	14430,8	12388,6
Показання приладу: в точці 3	256,0	240,0	271,0	235,0
Тиск, Па в точці 4	11487,8	10424,2	11656,4	10424,2
Показання приладу: в точці 4	219,0	200,0	222,0	200,0
Відчуття комфорту, бали	6			
Переживає				
Фази кроку:	Фаза 1 - перекат через п'яту	Фаза 2 – опора на всю стопу	Фаза 3 – перекат через передній відділ	Фаза 4 – переносний період
Тиск, Па в точці 1	19035,1	16549,8	18860,9	16664,9
Показання приладу: в точці 1	351,0	308,0	348,0	310,0
Тиск, Па в точці 2	17068,1	14944,5	17818,5	15975,2
Показання приладу: в точці 2	371,0	280,0	330,0	310,0
Тиск, Па в точці 3	17529,6	15516,6	16090,1	15230,3
Показання приладу: в точці 3	325,0	290,0	300,0	285,0
Тиск, Па в точці 4	15803,1	14373,8	16377,3	14373,8

Показання приладу: в точці 4	295,0	275,0	305,0	270,0
Відчуття комфорту, бали	1			

З таблиці 3.6 видно, що найбільший комфортний тиск макета на стопу споживач отримує при фіксації макета - «припасовано». Максимальні значення комфортного тиску у різних фазах ходьби при «припасованому» макеті виділено у табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Максимальний тиск взуття в різних фазах кроку при «припасованому» макеті

Фіксація макета на нозі:	Припасовано
Відчуття комфорту, бали	100
Максимальний тиск в точці виміру 1, в різних фазах кроку, Па	11039,1
Максимальний тиск в точці виміру 2, в різних фазах кроку, Па	9367,7
Максимальний тиск в точці виміру 3, в різних фазах кроку, Па	9922,8
Максимальний тиск в точці виміру 4, в різних фазах кроку, Па	8209,1

Нижче, рис.3.11 наведена діаграма зміни отриманих значень у визначених точках стопи при ходьбі.

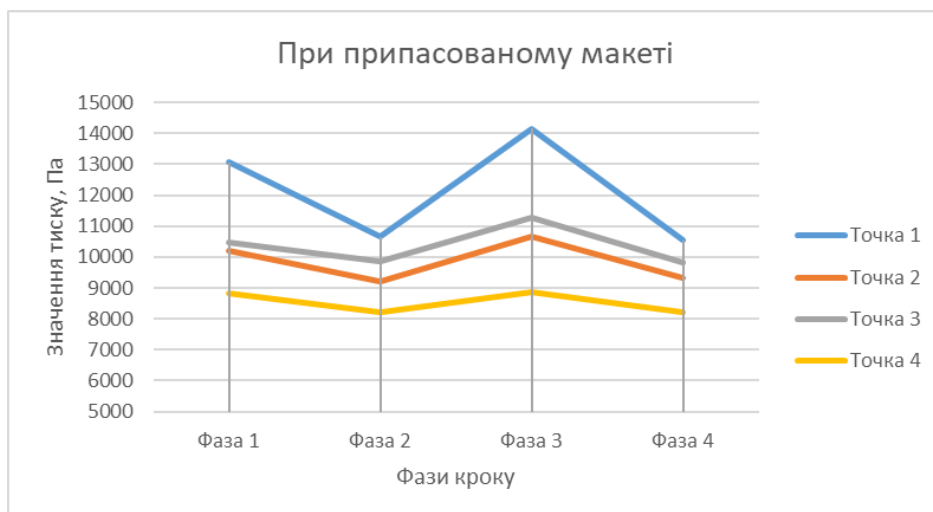


Рис. 3.11. Діаграма зміни тиску у визначених точках при ходьбі (припасований макет)

В результаті можна зазначити, що максимальний комфортний тиск у стані стояння сягає $10491,2 \pm 45$ Па, а при ходьбі значення підвищується до $11039,0 \pm$

45 Па. Різниця даних значень дорівнює $547,8 \pm 45$ Па. Для того, щоб замовник відчував комфорт не тільки стоячи, а й при ходьбі, в умовах стояння потрібно зменшити тиск на стопу за допомогою застібок на різницю $547,8 \pm 45$ Па.

Піковий задовільний тиск в статиці повинен бути: $10491,2 - 547,8 = 9943,4 \pm 45$ Па. Тоді, з урахуванням величини збільшення тиску при ходьбі людина буде відчувати комфортний тиск на стопу, аналогічний тому, який визначається в умовах.

На діаграмі (рис.3.12) видно, як змінюються фіксовані значення тиску у різних антропометричних точках стопи, при однаковому припасуванні макета. При цьому суб'єктивна оцінка комфортного тиску споживача у різних фазах ходьби була різною.

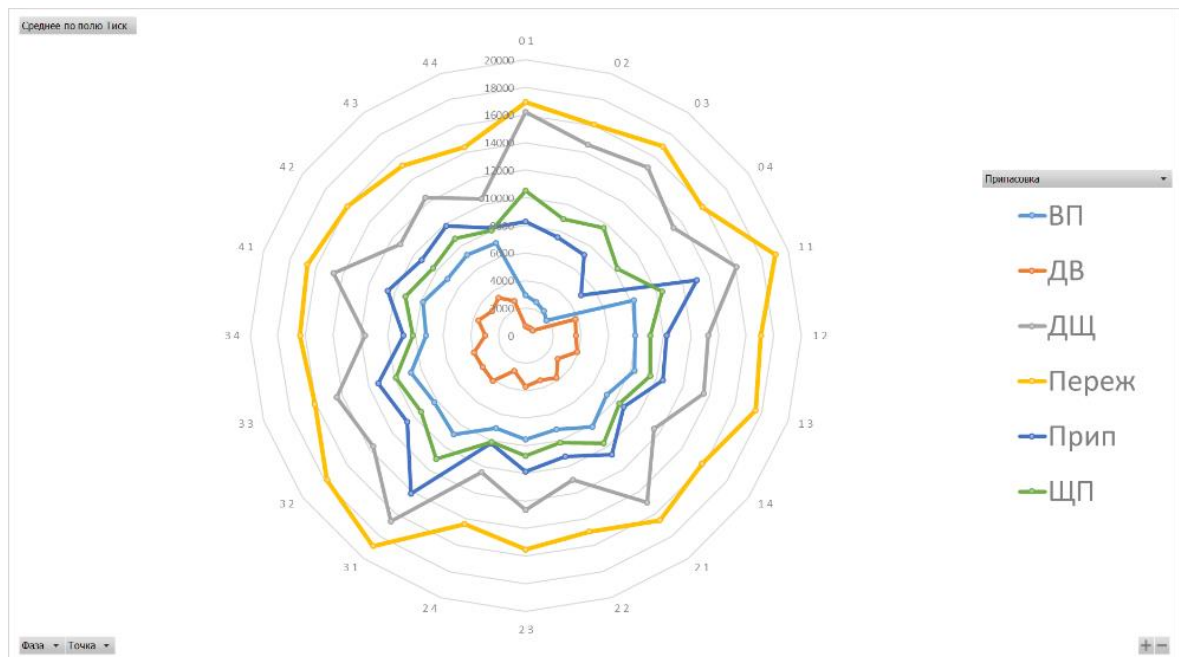


Рис. 3.12. Діаграма порівняння оцінювання відчуття суб'єктивного комфорту у різних станах

3.4 Оцінювання ступеня комфорту взуття в залежності від тиску верху взуття на стопу

Для дослідження параметрів тиску внутрішньої поверхні взуття на стопу було сплановано та реалізовано двофакторний експеримент.

Для виявлення залежності відчуття комфорту методом багатофакторного експерименту беремо до розрахунку залежність тиску в т.1 та т.4 у третій найрепрезентативнішій фазі ходьби за даними проведеного раніше експерименту.

Максимальні значення тисків у точці підйому та точці висоти п'ятки, визначаються граничними показниками замірів попереднього експерименту.

Тому за верхню границю факторів P_1, P_4 прийняті такі значення: 16×10^3 Па; 11×10^3 Па. Мінімальне значення фактора P_1 визначається з попереднього експерименту і дорівнює 8×10^3 Па. Мінімальне значення фактора P_4 дорівнює 5×10^3 Па.

Дослідження багатофакторного процесу (факторів ≥ 2) вимагає проведення великої кількості дослідів. Тому доводиться вирішувати задачу планування експерименту, що полягає у встановленні мінімально необхідного числа дослідів. Планування експериментів значно знижує число дослідів, необхідних для одержання моделі розглянутого процесу [118].

Планування експерименту проводилося з використанням ротатабельного плану Бокса для двофакторного експерименту.

Для отримання точної моделі (параметра оптимізації) використовувався алгебраїчний поліном другого порядку [118]:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + b_{11} \cdot x_1^2 + b_{22} \cdot x_2^2, \quad (3.26)$$

де $b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{11}, b_{22}$ – коефіцієнти регресії;

x_1, x_2 – змінні фактори.

Для запису умов експерименту і обробки експериментальних даних рівні факторів кодувались.

Прийняті такі змінні фактори:

1. Тиск у точці прямого підйома– X_1 ,
2. Тиск у точці висоти п'ятки– X_2 ,

При кодуванні значень X_1, X_2 рівні позначають: $-1,414; -1; 0; +1; +1,414$.

Кодування фактора X_i визначається виразом [118]:

$$X_i = \frac{x_i - x_{0i}}{\varepsilon_i} \quad (3.27)$$

де i – номер фактора; x_i – натуральне значення i -го фактора; x_{0i} – натуральне значення нульового рівня i -го фактора; ε_i – інтервал зміни i -го фактора.

Експериментальні дослідження залежності комфортності стопи при ходьбі при змінному тиску у точках підйому та висоти п'ятки проводились на рівнях та з інтервалами, які наведені в табл. 3.8.

Таблиця 3.8

Рівні та інтервали зміни факторів

Познач.	Фактори	Рівні варіювання					Інтервал варіювання
		- 1,414	- 1	0	+ 1	+ 1,414	
X_1	Тиск у точці прямого підйому, $10^3 \times \text{Па}$	8,0000	9,1631	12,0000	14,8369	16,0000	2,8288
X_2	Тиск у точці висоти п'ятки, $10^3 \times \text{Па}$	5,0000	5,8723	8,0000	10,1277	11,0000	2,1216

Визначення потрібного числа вимірів, що очевидно зменшує випадкові помилки при відомій надійній ймовірності, проводилося відповідно до [118]. Як відомо загальна величина помилки вимірів дослідження не повинна перевищувати 5%. Отже, було встановлено, що в кожному досліді слід проводити чотири паралельних виміри.

Матриця плану для композиційного рототабельного планування другого порядку наведена в. (Додаток Г, табл Г.1).

Після реалізації робочої матриці (додаток Г, табл. Г.2), при чотирьох паралельних дослідах, дисперсію спостережень розраховували за даною формулою.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m [(y_i)_i - \text{уср}_i]^2}{m-1}} \quad (3.28)$$

де m - кількість спостережень (число повторень дослідів); y_i - значення параметра оптимізації для окремого спостереження; уср_i - середнє значення параметра,

Отримані значення дисперсій наведені у Додатку 4, табл 4.2.

Перевірка результатів дослідів проводилась з урахуванням критерію Кохрена. Табличне значення критерія Кохрена = 0,2758.

$$G = \frac{\max(s)^2}{\sum_{i=1}^N (s_i)^2} \quad (3.29)$$

де N - число дослідів;

$\max(s)$ - максимальна дисперсія;

s_i - дисперсія похибки кожного дослідів;

$$G = 0,2075$$

Розрахункове значення критерію менше за табличне ($0,2075 < 0,2758$), тому з 95% ймовірністю був зроблений висновок, що всі дисперсії помилок однорідні [118].

Коефіцієнти рівняння регресії (3.26) отримали за допомогою матричного методу [118]. Розраховані значення коефіцієнтів регресії наведені у табл. 3.9.

Таблиця 3.9

Коефіцієнти рівняння регресії

Коефіцієнт регресії	Значення
b_0	98,6209

b_1	4,3473
b_2	1,1909
b_{12}	0,9375
b_{11}	-5,2616
b_{22}	-6,6987

Підставляючи значення коефіцієнтів у (3.26), отримаємо рівняння регресії з кодованими значеннями факторів:

$$y(x_1, x_2) = 98,6209 + 4,3473 x_1 + 1,1909 x_2 + 0,9375 x_1 x_2 - 5,2616 x_1^2 - 6,6987 x_2^2 \quad (3.30)$$

Проведемо перевірку значущості коефіцієнтів рівняння регресії. Наявність інформації про значущість коефіцієнтів дозволяє спростити рівняння.

З метою оцінки значущості коефіцієнтів регресії визначались довірчі інтервали [118]:

$$\begin{aligned} \Delta b_0 &= 0,5929 ; \\ \Delta b_1 &= 0,6687 ; \\ \Delta b_2 &= 0,4687 ; \\ \Delta b_{12} &= 0,6629 ; \\ \Delta b_{11} &= 0,5028 ; \\ \Delta b_{22} &= 0,5028 . \end{aligned} \quad (3.31)$$

Порівняння абсолютної величини коефіцієнтів і відповідних довірчих інтервалів показало, що всі коефіцієнти статично значні, і тому рівняння регресії (3.30) не спрощується.

Адекватність отриманого рівняння регресії реальним процесом перевірялася за допомогою критерію Фішера:

$$F = \frac{s_{ad}^2}{s_{\{y\}}^2} \quad (3.32)$$

де s_{ad}^2 – залишкова дисперсія (дисперсія адекватності).

Згідно з [118], залишкова дисперсія визначається з рівняння:

$$s_{ad}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N N_p \cdot (y_{cp_i} - \hat{y}_i)^2}{N - \lambda - (n_0 - 1)} \quad (3.33)$$

де \hat{y}_i – розрахункове значення параметра оптимізації; $\lambda = 6$ – число коефіцієнтів рівняння; $n_0 = 5$ – число повторень нульового досліджу.

Підставивши значення (Додаток 4, табл. 4.2) в рівняння (3.33), отримали дисперсію адекватності:

$$s_{ad}^2 = \frac{4 \cdot 6,4389}{13 - 6 - (5 - 1)} = 8,5852$$

Далі визначалось розрахункове значення критерію Фішера:

$$F_{розр} = \frac{s_{ad}^2}{s_y^2} = \frac{8,5852}{3,0897} = 2,7787 \quad (3.34)$$

Порівнюючи знайдений критерій Фішера з табличним ($2,7787 < 2,9$), при вибраній надійній ймовірності, встановили, що рівняння регресії (3.34) можна рахувати адекватним з 95% ймовірністю [118].

Для одержання рівняння регресії для натуральних факторів підставимо значення кодованих факторів X_i , згідно з виразом (3.27), у рівняння (3.30) і одержимо функцію залежності рівня комфорту взуття залежно від тиску в точці підйома (P_1) і від тиску в точці висоти п'ятки (P_4):

$$K = -98,6209 + 4,3473P_1 + 1,1909P_4 + 0,9375P_1P_4 - 5,2616P_1^2 - 6,6987P_4^2 \quad (3.35)$$

На рис. 3.13 наведена графічна залежність рівня комфорту стопи від тиску у точці підйому та точці висоти п'ятки.

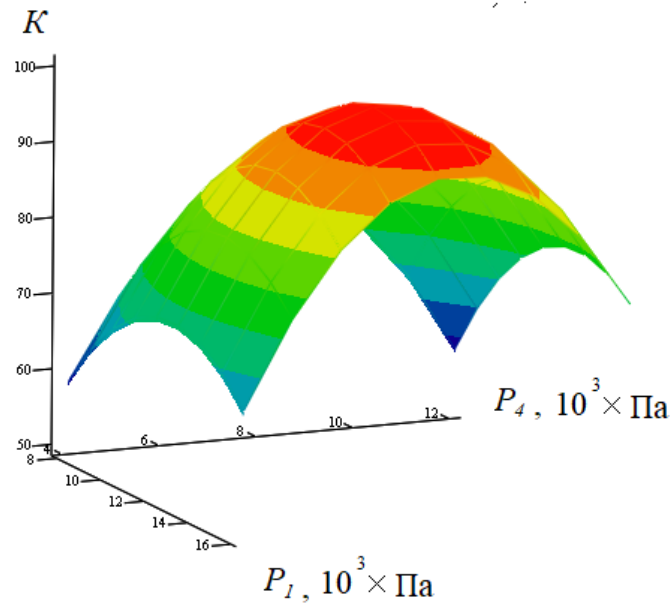


Рис. 3.13. Графічні залежності комфорту стопи від тиску у точці підйому та точці висоти п'ятки

Для пошуку оптимальних параметрів тиску комфортного припасування макета до стопи в роботі застосовано метод релаксації [118]. Алгоритм методу полягає у відшукуванні осьового напрямку, уздовж якого цільова функція зростає найшвидше.

З огляду на те, що встановлювалася максимізація показників тиску стопи, кроки в напрямку збільшення значень функції мети вирішувалися доки значення критерію оптимізації обраного осьового напрямку не закінчувало зростати. Орієнтиром закінчення пошуку було знаходження точки, при русі з якої в будь-якому напрямі не здійснювалося збільшення критерію оптимізації. До уваги враховувалося те, що оптимум знаходиться всередині області допустимих відхилень вимірювальних факторів, так як в точці оптимуму значення похідних близькі до нуля.

При відомому математичному описі об'єкта дослідження у вигляді рівняння другого порядку (3.35), критерій оптимізації у вихідній точці був рівний $K = 58,601$. Ця точка пошуку мала наступні координати: $P_1^{(0)} = 8 \text{ кПа}$; $P_4^{(0)} = 5 \text{ кПа}$.

Пошук вели спершу в напрямку осі p_4 , в зв'язку з чим зберігали значення $P_1^{(0)} = 8$ кПа постійним:

$$K = -12,178 + 23,613p_4 - 1,4797p_4^2 \quad (3.36)$$

Максимум функції (3.36) знаходимо із умови:

$$\frac{dK}{dP_4} = 23,613 - 2,959p_4 = 0 \quad (3.37)$$

Прирівнявши вираз (3.37) до нуля і визначивши p_4 , отримаємо: $P_4^{(1)} = 7,98$ кПа.

В новій точці на постійному рівні фіксували фактор p_4 , координати точки наступні: $P_1^{(1)} = P_1^{(0)} = 8$ кПа; $P_4^{(1)} = 7,98$ кПа

Значення критерію оптимізації піднялось до $K = 82,031$

Далі вели пошук в напрямку осі p_1 з врахуванням нового рівняння для функції мети, яке знайшли із рівняння (3.26):

$$K = -13,89 + 17,22p_1 - 0,6538p_1^2 \quad (3.38)$$

Максимум функції мети знайшли із умови рівності нулю похідної:

$$\frac{dK}{dP_1} = 17,22 - 1,308p_1 = 0 \quad (3.39)$$

Звідси $P_1^{(2)} = 13,165$ кПа.

Координати нової точки: $P_4^{(2)} = P_4^{(1)} = 7,98$ кПа.

Величина критерію оптимізації збільшилась до $K = 99,503$.

Після цього рух знову продовжували вздовж осі p_4 , в зв'язку з чим зберігали значення $P_1^{(2)} = 13,165$ кПа постійним:

$$K = -1,108 + 24,416p_4 - 1,4797p_4^2 \quad (3.40)$$

Максимум функції (3.35) знаходимо із умови:

$$\frac{dK}{dP_4} = 24,416 - 2,959p_4 = 0 \quad (3.41)$$

Прирівнявши вираз (3.41) до нуля і визначивши p_4 , отримаємо: $P_4^{(3)} = 8,251$ кПа.

В новій точці на постійному рівні фіксували фактор P_4 ; координати точки наступні: $P_1^{(3)} = P_1^{(2)} = 13,165 \text{ кПа}$; $P_4^{(3)} = 8,251 \text{ кПа}$.

Значення критерію оптимізації піднялось до $K = 99,611$.

Отже, після трьох циклів обчислень в результаті установили максимальне значення критерію оптимізації, яке склало 99,611, Результати пошуку зведені в табл. 3.10.

Таблиця 3.10

Знаходження максимального значення критерію оптимізації

Цикл	Фактор		Значення критерію оптимізації K
	$P_1, 10^3 \times \text{Па}$	$P_4, 10^3 \times \text{Па}$	
0	8	5	58,601
1	8	7,98	82,031
2	13,165	7,98	99,503
3	13,165	8,251	99,611

На рис. 3.14 показано схему пошуку оптимуму в координатах натуральних величин.

$P_4, 10^3 \times \text{Па}$

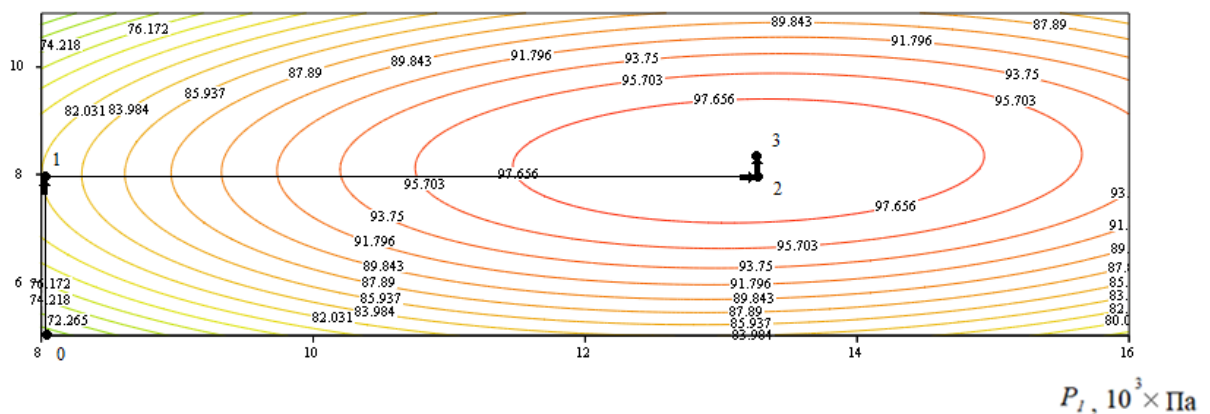


Рис. 3.14. Схема пошуку оптимуму при русі методом релаксації

Отже, оптимальними значеннями технологічних параметрів процесу припасування шаблона до стопи є тиск у точці підйому 13,165 кПа та точці

висоти п'ятки 8,251 кПа. При цих значеннях технологічних параметрів досягається максимальне значення рівня комфорту взуття 99,611.

Висновки до розділу 3

1. Розроблена математична модель силової взаємодії верху макета трансформера взуття і стопи споживача, яка враховує геометричні параметри і фізико-механічні властивості елементів системи «верх взуття - стопа». Отримано вираз для визначення радіуса сегмента внутрішньої поверхні верху макета-трансформера взуття для забезпечення заданого тиску на стопу з метою забезпечення найвищого рівня комфорту.

2. Проведене експериментальне дослідження, в результаті якого виконане порівняння аналітичної і експериментальної залежностей тиску від затяжки робочої частини застіжки, які задовільно узгоджуються. Дане дослідження дає можливість дослідити відчуття комфорту стопи у взутті, і спрогнозувати забезпечення виготовлення високої якості взуття закритого типу за індивідуальним замовленням.

3. Визначені взаємозалежності між тиском на стопу, співвідношенням геометричних параметрів верху взуття і стопи і відчуттям рівня комфорту споживача. Встановлені величини комфортного тиску верху взуття на стопу, який у стані стояння сягає $10491,2 \pm 45$ Па. При цьому в процесі ходьби тиск підвищується до $11039,0 \pm 45$ Па. Різниця даних значень дорівнює $547,8 \pm 45$ Па. Для того, щоб замовник відчував комфорт не тільки стоячи, а й при ходьбі, в умовах стояння потрібно зменшити тиск на стопу на величину встановлено різниці $547,8 \pm 45$ Па.

4. В результаті проведення двофакторного експерименту другого порядку встановлені значення рівня комфорту в залежності від тиску в антропометричних точках тиску підйому та висоти п'ятки стопи. Оптимальними значеннями тиску у точці підйому 13,165 кПа та точці висоти п'ятки 8,251 кПа. При цих значеннях технологічних параметрів досягається максимальне значення рівня комфорту взуття 99,611 кПа.

5. Рекомендований в роботі метод вимірювання сили тиску верху взуття на стопу людини за допомогою комп'ютерної установки та запропонованого макета-трансформера взуття дозволяє підвищити ефективність конструкторсько–технологічної підготовки для виготовлення взуття за індивідуальним замовленням.

6. На основі порівняльного аналізу результатів антропометричних досліджень стоп і суб'єктивних відчуттів комфортності взуття обґрунтовано доцільність удосконалення процесу проектування взуття за індивідуальним замовленням з використанням універсального макета-трансформера взуття.

РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ВИГОТОВЛЕННЯ КОМФОРТНОГО ВЗУТТЯ НА ЗАМОВЛЕННЯ

4.1. Розробка структурної моделі процесу створення раціональної внутрішньої форми взуття

При виготовленні індивідуального взуття на замовлення, за результатами дослідження антропометричних параметрів стопи та параметрів бажаної колодки майстри використовують чотири варіації модифікації колодки під стопу замовника [119]:

- 1) Взуттєву колодку не потрібно коригувати (параметри обраної колодки повністю співпадають з антропометричними даними стопи замовника);
- 2) Взуттєва колодка потребує використання накладних личин у визначених зонах (антропометричні параметри стопи у визначених частинах незначно відрізняються: обхват підйому, зона вн. пучка, обхват пучків, обхват пальців та інше);
- 3) Властивості будови стопи замовника, існуючі деформації та відхилення потребують врахувати параметри застосованих ортопедичних чи профілактичних вставок, при проектуванні колодки.
- 4) Обраний фасон колодки має значні відмінності з антропометричними параметрами стопи та вимагає проектування нової колодки.

Нижче наведена структурна модель процесу проектування взуттєвої колодки в умовах індивідуального замовлення взуття (рис. 4.1).

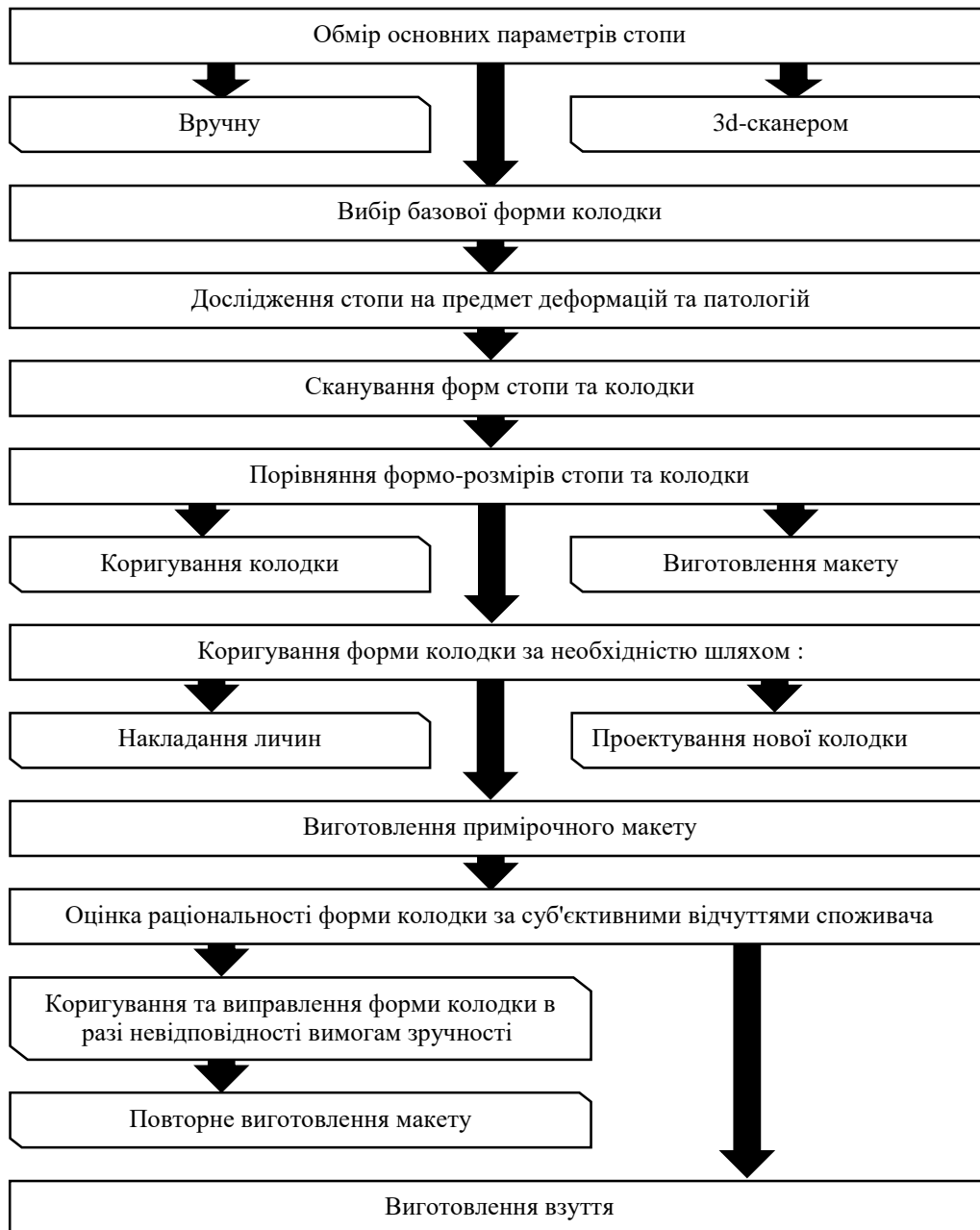


Рис. 4.1. Структурна модель процесу проектування взуттєвої колодки в умовах виробництва взуття за індивідуальним замовленням

З урахуванням розглянутих чотирьох варіантів адаптації колодки до стопи в залежності від результатів попереднього дослідження антропометричних параметрів стопи та обраної колодки окремого споживача, була побудована структурна модель послідовності розробки доцільної внутрішньої форми взуття, яка дозволяє досягти відчуття комфорту при носінні замовнику.

4.2. Порівняльний аналіз антропометричних параметрів стопи і параметрів колодок

На основі безконтактних обмірів за допомогою 3D сканера стопи та сканованих існуючих колодок українських виробників (Zotti, JB Plast та Lviv Plast), відповідного 43 розміру узгоджених за фасоном було отримано порівняльні параметри (табл.4.1). На рис. 4.2 представлена сканована та імпортована поверхня стопи замовика та обраної колодки в середовищі LastMaker.

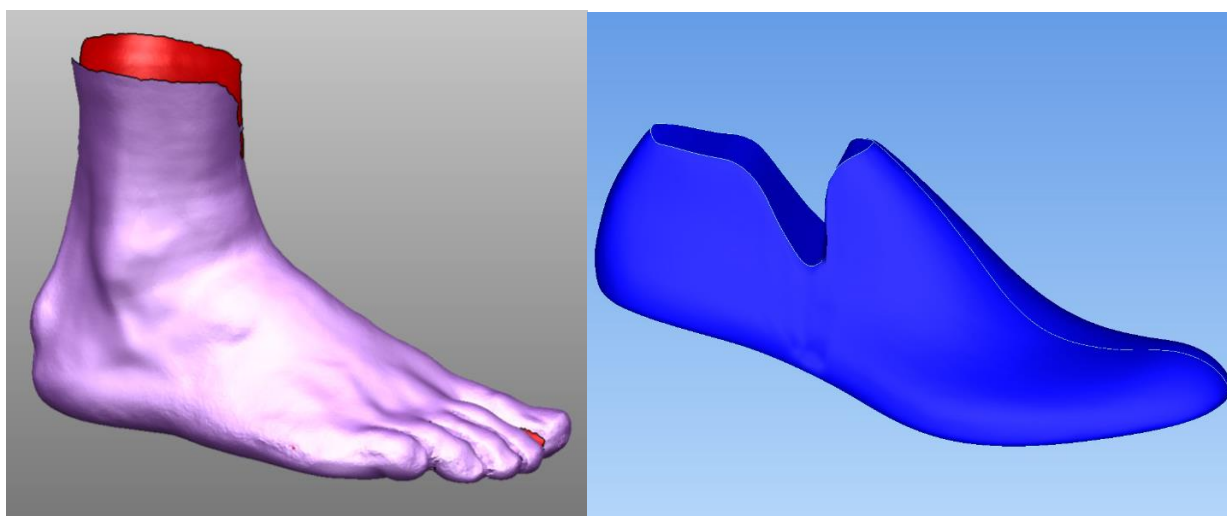


Рис. 4.2. Сканована стопа та колодка на 3D сканері

Таблиця 4.1

Порівняльний аналіз антропометричних параметрів стопи і параметрів колодок (приклад)

Параметр и	Обмір р стоп и	Існую	Існую	Існую	Відхилен	Відхилен	Відхилен	
		ча колод ка 1 (Zotti)	ча колод ка 2 (JB Plast)	ча колод ка 3 (Lviv Plast)	ня колодки 1 від стопи (1-2)	ня колодки 2 від стопи (1-3)	ня колодки 3 від стопи (1-4)	
	1	2	3	4	5	6	7	
1	Довжи на	275, 0	290,0	292,0	294,0	-15,0	-17,0	-19,0

	СТОПИ, ММ							
2	Довжи на до кінця 5 пальця, ММ	243, 0	242,0	244,0	243,0	1,0	-1,0	0
3	Довжи на до вн. пучка, ММ	190, 0	187,0	191,0	189,0	3,0	-1,0	1,0
4	Довжи на до зовн. пучка, ММ	181, 0	179,5	177,8	182,0	1,5	3,2	-1,0
5	Обхват пальців , ММ	214, 8	215,6	215,0	215,0	-0,8	-,02	-0,2
6	Обхват пучків, ММ	289, 0	275,0	274,0	278,0	14,0	15,0	11,0
7	Обхват через згин та п'яту, ММ	360, 0	351,0	350,0	352,0	9,0	10,0	8,0
8	Обхват підйом а, ММ	301, 0	287,0	289,0	285,5	14,0	12,0	13,5
9	Висота І пальця, ММ	25,0	27,0	26,0	27,0	-2	-1	-2

Проведений порівняльний аналіз обмірів стопи і існуючої колодки показав, що потрібно суттєво коригувати взуттєві базові колодки, а саме в охоплювальних параметрах. Найбільші відмінності параметрів - в області охоплення пучків і підйому (рис.4.3, 4.4).

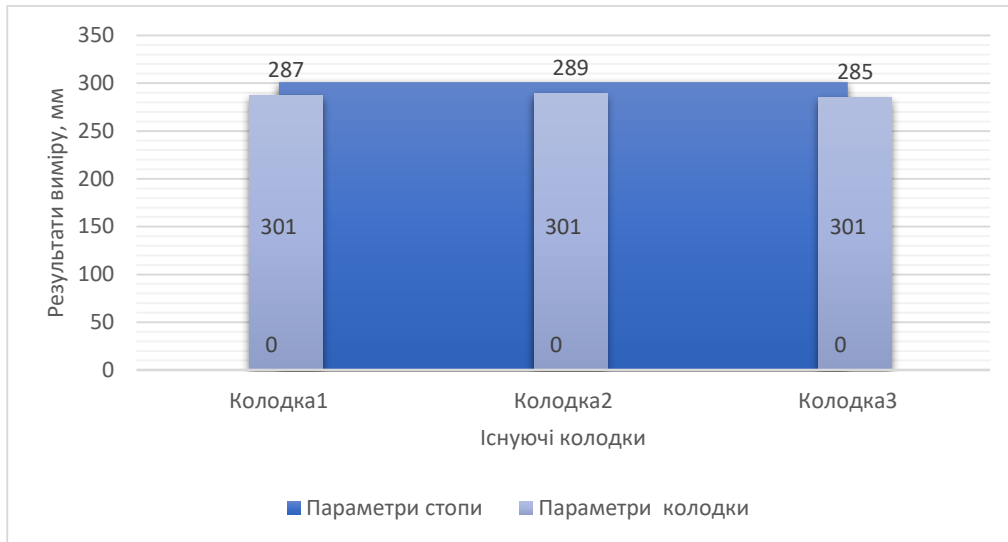


Рис. 4.3. Порівняльний аналіз відхилень в охоплювальних параметрах стопи з параметрами існуючих колодок у зоні підйому

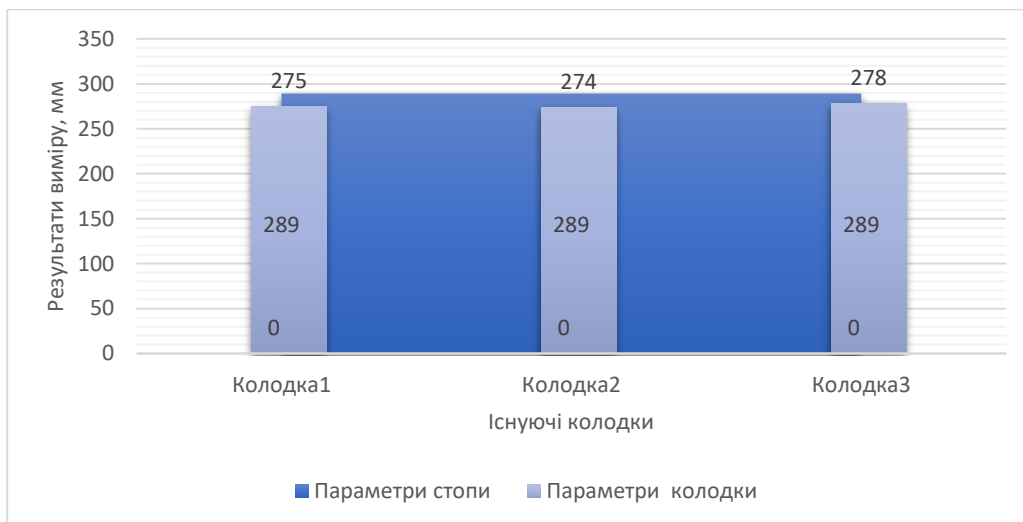


Рис. 4.4. Порівняльний аналіз відхилень в охоплювальних параметрах стопи з параметрами існуючих колодок у зоні пучків

Проаналізувавши число звернень споживачів до виготовлення взуття ручної роботи можна зазначити зони взуттєвої колодки, які найчастіше не відповідають антропометричним параметрам стоп замовників, а саме в таких ділянках: в пучках стопи (11-32%), на підйомі стопи (40%), або одночасно в пучках і підйомі стопи (17%) (рис.4.5).



Рис. 4.5 Ділянки стопи, які найчастіше потребують коригування в існуючих колодках

Раціонально відкоригувати взуттєву колодку у невідповідних з стопою антропометричних зонах за допомогою личин у вигляді накладок. Це мінімалізує термін виготовлення нової індивідуальної колодки та знизить вартість, таким чином можна використовувати одну і ту ж колодку для різних замовників, змінюючи тільки індивідуальні накладки на колодку.

4.3. Коригування форми і розмірів колодок

Отримавши 3D модель стопи та колодки, необхідно оцінити та визначити антропометричні зони коригування колодки індивідуальними накладками під окремого споживача (рис.4.6).

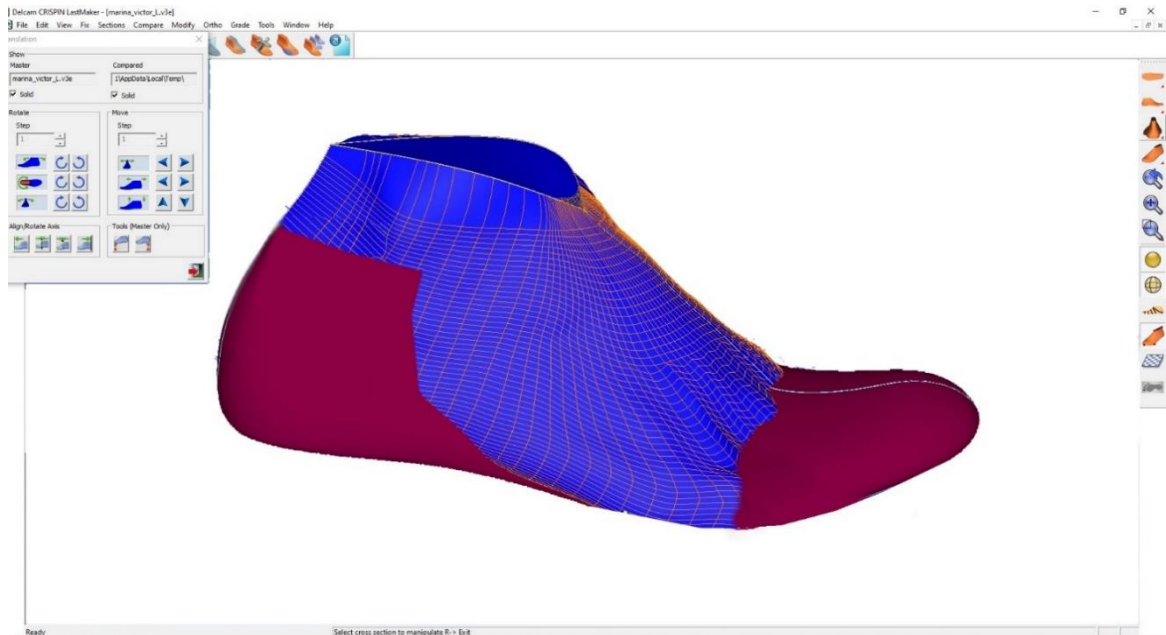


Рис. 4.6. Співставлення існуючої колодки та стопи замовника

Проаналізувавши цифрові моделі існуючої стопи та колодки, доцільно спроектувати та виготовити накладки в зоні зовнішнього пучка та підйому на існуючій узгодженій взуттєвій колодці враховуючи індивідуальні параметри стопи замовника. Необхідне просторове моделювання індивідуальної накладки виконуємо у графічній системі DELCAM LastMaker і PowerShape.

Коригування форми і розмірів колодок здійснюється за рахунок використання накладок, які враховують відхилення розмірів і форми колодки і стопи індивідуального замовника.

Для визначення геометричних параметрів накладки потрібно визначити радіуси накладки в зоні зовнішнього пучка та підйому для забезпечення заданого комфортного рівня тиску взуття на стопу. Тоді внутрішні радіуси накладки будуть дорівнювати радіусам колодки, а зовнішні – радіусам внутрішньої поверхні взуття, розрахованими за формулою (3.18).

Кінцевим результатом процесу коригування колодки є отримана цифрова копія прототипу накладки, яку можна застосовувати для моделювання взуття в 3D-просторі сучасних САПР ShoeMaker.

Найефективнішим способом моделювання поверхні колодки є проектування її поверхні в середовищі CRISPIN LastMaker [120].

Для моделювання додаткових елементів колодки відповідного розміру, які б забезпечили підвищення комфорту внутрішнього простору взуття, перш за все потрібно завантажати 3D скан моделі стопи споживача та існуючу відскановану колодку у програмний модуль LastMaker. Далі необхідно співставити стопу та колодку, виявити невідповідність параметрів у антропометричних зонах та за допомогою функцій програмного модуля LastMaker відкоригувати колодку у відповідність з необхідними параметрами.

За допомогою функції «Расширенные настройки», програма дозволяє шляхом інтерактивної зміни коригувати колодку в окремих антропометричних зонах, перетинах та контурах.

Функцією «Изменить верх сечений» модифікуємо поверхню взуттєвої колодки шляхом редагування поперечних перерізів у антропометричних ділянках стопи. На рис. 4.7 бачимо необхідність коригувати зону прямого підйому (0,55 Д).

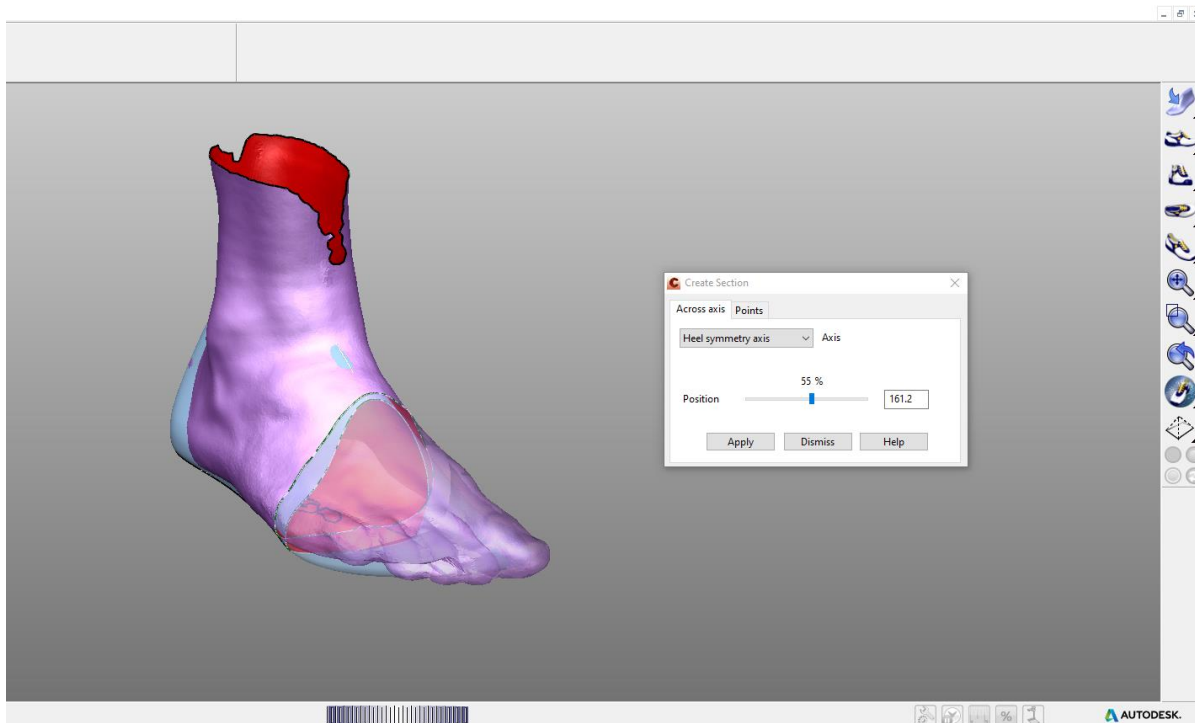


Рис. 4.7. Зображення зони коригування колодки (0,55Д) по індивідуальним параметрам

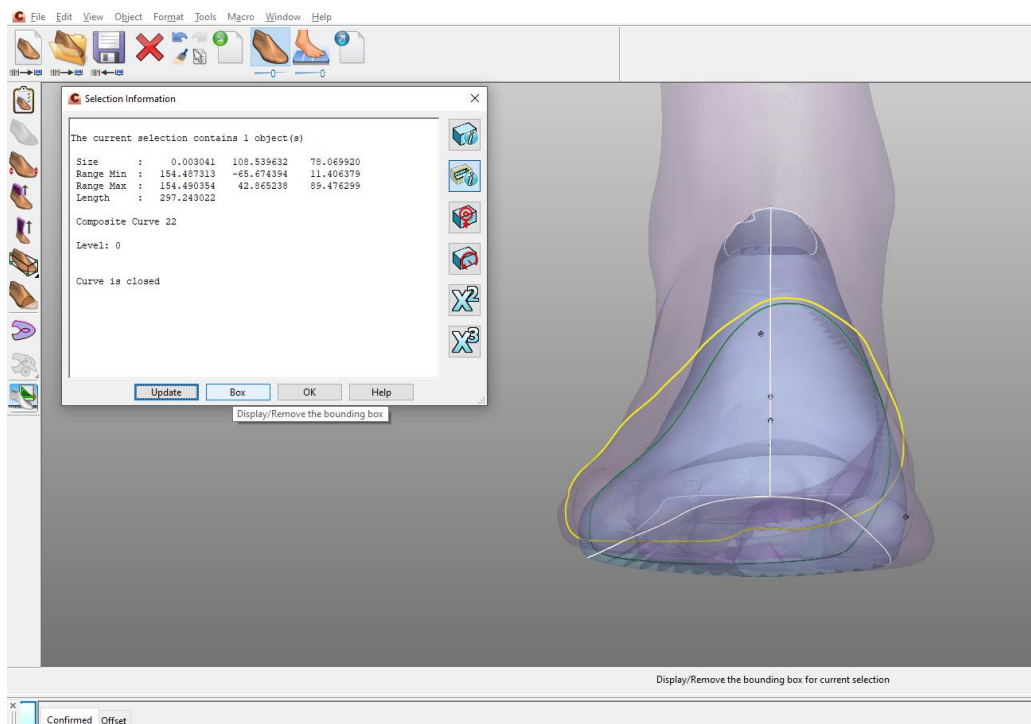


Рис. 4.8. Отримання параметрів поперечного перерізу (0,55Д) стопи

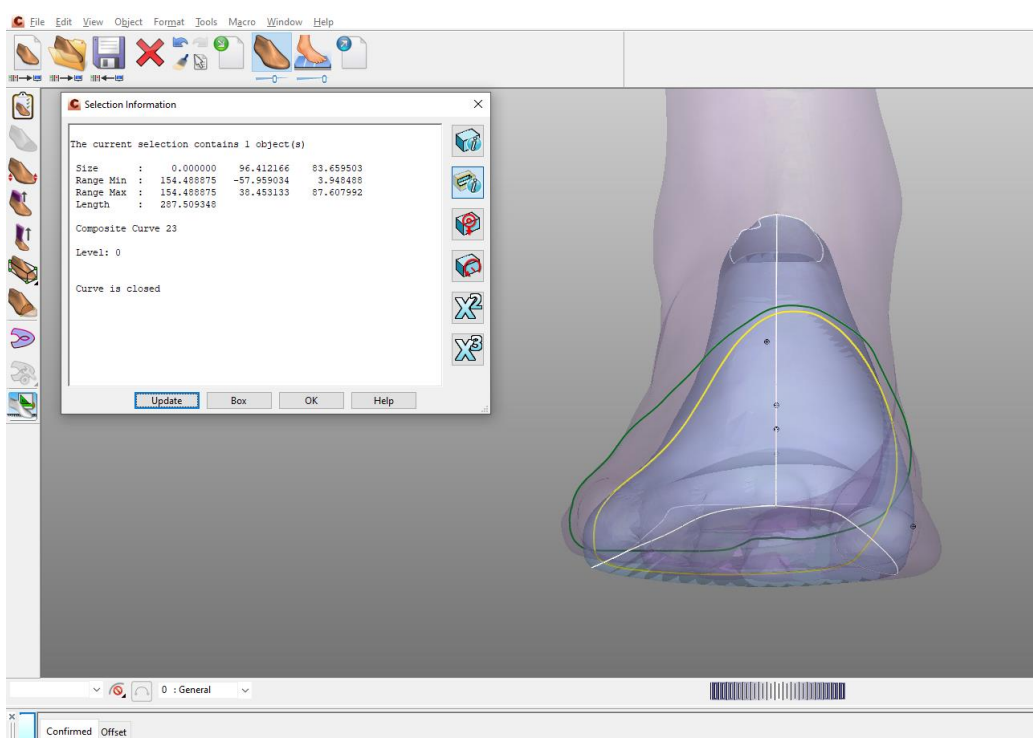


Рис. 4.9. Отримання параметрів поперечного перерізу (0,55Д) колодки

Співставляємо отримані перерізи прямого підйому колодки та стопи в середовищі LastMaker (рис.4.10).

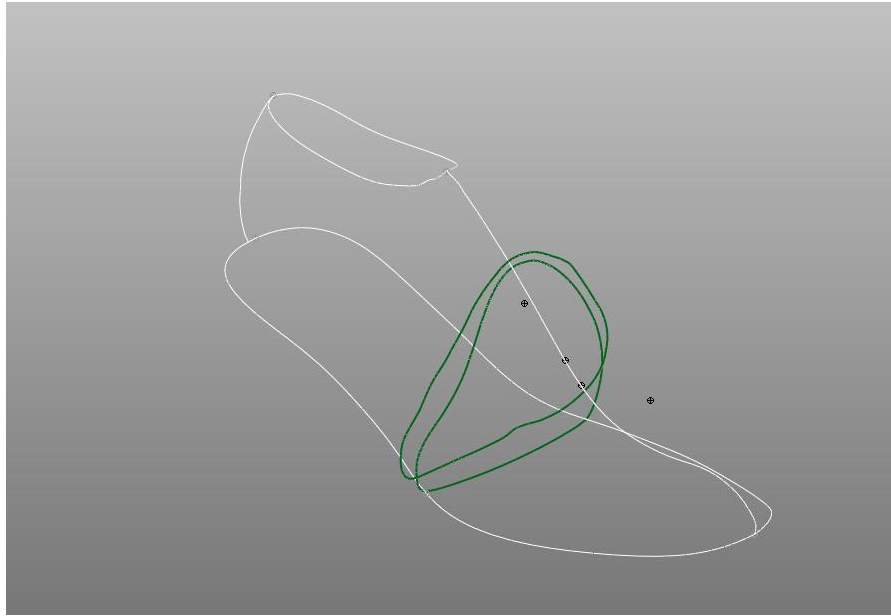


Рис. 4.10. Отримані співставлені поперечні перерізи в зоні підйому (0,55Д) індивідуальної стопи та колодки

Для визначення потрібної висоти коригування поздовжньо-вісьового перерізу потрібно провести графо-аналітичне дослідження параметрів поперечно-вертикального перерізу на рівні прямого підйому (0,55Д).

Досліджуємо необхідну величину коригування взуттєвої колодки поперечного перерізу у зоні прямого підйому.

Використовуючи радіусографічний метод конструювання накладки, за методикою Фукіна В.А. [46] розбиваємо переріз 0,55Д на 12 сегментів: АВ, ВС, CD, DE, EF, FG, GH, HI, IJ, JK, KL, LA (рис. 4.11). Розглянемо переріз у декартовій системі координат з опорними точками $A(X_a; Y_a)$, $B(X_b; Y_b)$, $K(X_k; Y_k)$, $L(X_l; Y_l)$.

$$Y_d = a_1 \cdot X_d + b_1 \quad (4.1)$$

$$Y_e = a_1 \cdot X_e + b_1 \quad (4.2)$$

$$a_1 = \left(\frac{y_e - y_d}{x_e - x_d} \right); b_1 = \left(\frac{y_e \cdot x_d - y_d \cdot x_e}{x_d - x_e} \right); \quad (4.3)$$

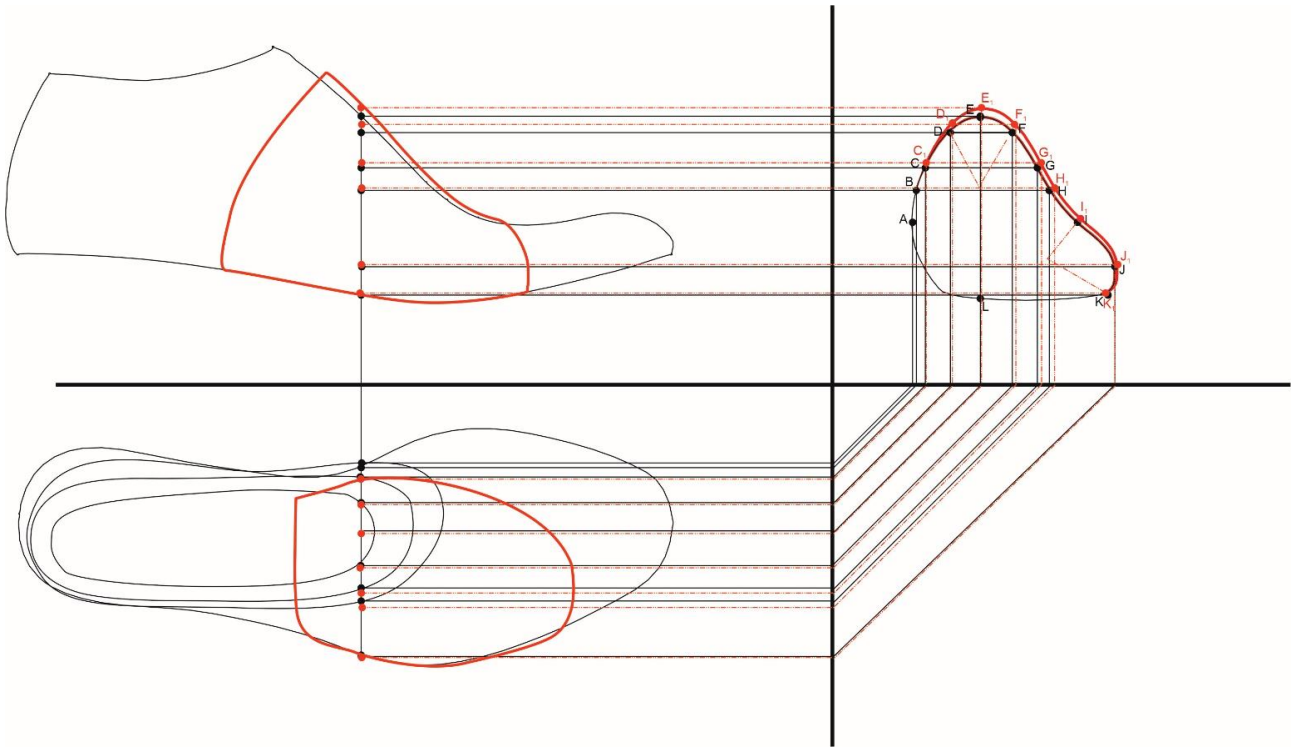


Рис. 4.11. Креслення проектування індивідуальної накладки на колодку в зоні підйома (0,55Д)

$$Y_e = a_2 \cdot X_e + b_2 \quad (4.4)$$

$$Y_f = a_2 \cdot X_f + b_2 \quad (4.5)$$

$$a_2 = \left(\frac{y_e - y_f}{x_e - x_f} \right); b_2 = \left(\frac{y_e \cdot x_f - y_f \cdot x_e}{x_e - x_f} \right); \quad (4.6)$$

Система рівнянь прямих, що проходять через середини відрізків ліній, що з'єднують точки з вищевказаними координатами, може бути записана як:

$$y = -\frac{1}{a_1} \cdot x + b_3; y = -\frac{1}{a_2} \cdot x + b_4 \quad (4.7)$$

$$b_3 = \left(\frac{y_e + y_d}{2} \right) + \left(\frac{x_e + x_d}{2 \cdot a_1} \right); b_4 = \left(\frac{y_f + y_e}{2} \right) + \left(\frac{x_f + x_e}{2 \cdot a_2} \right); \quad (4.8)$$

Перетин цих двох ліній визначає координати центра та довжину радіуса округлості, що формує дугу DEF (центр O_1) аналогічно знаходимо центри дуг GHI (O_2) та IJK (O_3) (рис.4.12).

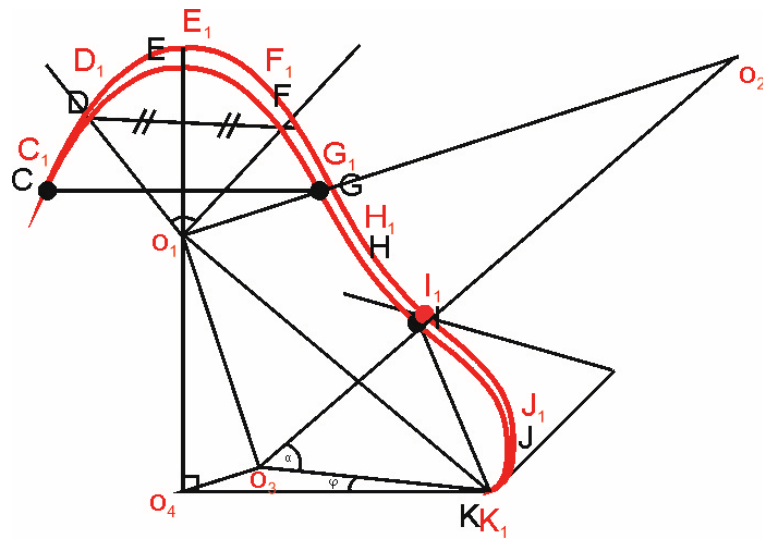


Рис. 4.12. Графічне зображення опису поперечного перерізу накладки в зоні підйому

$$x = \frac{(b_4 - b_3) \cdot a_2 \cdot a_1}{a_1 - a_2} \quad (4.9)$$

$$y = \frac{b_3 \cdot a_1 - b_4 \cdot a_2}{a_1 - a_2} \quad (4.10)$$

$$R = \sqrt{(x_e - x)^2 + (y_e - y)^2} \quad (4.11)$$

Використовуючи властивості спряження дуг

$$\varphi_1 = 2\pi + \operatorname{arctg} K \quad (4.12)$$

де φ – кут нахилу радіуса вектора до першої точки дуги, K - коефіцієнт.

$$K_1 = \frac{z_1 - z_{01}}{Y_1 - Y_{01}} \quad (4.13)$$

де z_{01} і Y_{01} - координати центру, z_1, y_1 – координати досліджуваної точки.

$$a = \operatorname{arctg} \frac{K_2 - K_1}{1 + K_2 K_1} \quad (4.14)$$

де K_1, K_2 - коефіцієнти

$$K_2 = \frac{z_{01} - z_{02}}{Y_{01} - Y_{02}} \quad (4.15)$$

де $z_{01}, z_{02}, Y_{01}, Y_{02}$ – координати центрів окружностей що спрягаються дугами.

Рівняння точок що належать шуканим дугам.

$$\left. \begin{aligned} Y_i &= Y_1 + R_1 \cos(\varphi_1 + i\Delta\alpha) \\ Z_i &= Z_1 + R_1 \sin(\varphi_1 + i\Delta\alpha) \end{aligned} \right\} \quad (4.16)$$

$$|\varphi_1 + i\Delta\alpha| \leq |\varphi_1 + \alpha| \quad (4.17)$$

Таким чином маючи за вихідні дані різницю розмірів перерізу відповідної Д колодки та досліджуваної стопи формуємо поняття точок невідповідності колодки

$$C(X_c; Y_c) > C_1(X_{c1}; Y_{c1})$$

$$\text{де } X_{c1} = X_c + q_n, Y_{c1} = Y_c + q_n$$

q_n – різниця фактичних розмірів стопи та колодки в кожній опорній точці n ,

$$x = \frac{\left(\left(\frac{y_{f1} + y_{e1}}{2} \right) + \left(\frac{x_{f1} + x_{e1}}{2} \right) - \left(\left(\frac{y_{e1} + y_{d1}}{2} \right) + \left(\frac{x_{e1} + x_{d1}}{2} \right) \right) \right)}{\left(\frac{y_{e1} - y_{d1}}{x_{e1} - x_{d1}} \right) - \left(\frac{y_{e1} - y_{f1}}{x_{e1} - x_{f1}} \right)} \cdot \left(\frac{y_{e1} - y_{f1}}{x_{e1} - x_{f1}} \right) \cdot \left(\frac{y_{e1} - y_{d1}}{x_{e1} - x_{d1}} \right) =$$

$$\frac{(y_{f1} \cdot (y_{e1} - y_{d1}) \cdot (y_{e1} - y_{f1}) - y_{d1} \cdot (y_{e1} - y_{d1}) \cdot (y_{e1} - y_{f1}) + (y_{e1} - y_{d1}) \cdot (x_{f1} + x_{e1}) \cdot (x_{e1} - x_{f1}) - (x_{e1} + x_{d1}) \cdot (x_{e1} - x_{d1}) \cdot (y_{e1} - y_{f1}))}{2 \cdot (-y_{e1} \cdot x_{f1} - y_{d1} \cdot x_{e1} + y_{d1} \cdot x_{f1} + y_{e1} \cdot x_{d1} + y_{f1} \cdot x_{e1} - y_{f1} \cdot x_{d1})} \quad (4.18)$$

$$y = \frac{\left[\left(\frac{y_e + y_d}{2} \right) + \left(\frac{x_e + x_d}{2} \right) \right] \cdot \left(\frac{y_e - y_d}{x_e - x_d} \right) - \left[\left(\frac{y_f + y_e}{2} \right) + \left(\frac{x_f + x_e}{2} \right) \right] \cdot \left(\frac{y_e - y_f}{x_e - x_f} \right)}{\left(\frac{y_e - y_d}{x_e - x_d} \right) - \left(\frac{y_e - y_f}{x_e - x_f} \right)} \quad (4.19)$$

Крім того маючи координати кожного центру округлостей, що формують спряжиння форми дуг, що повторює форму колодки взуття з новими координатами, де R_1 (центр O_1), R_2 (центр O_2), R_3 (центр O_3).

Таким чином, пошук точок новостворених дуг відповідає заданому при комфортному тиску (P) величині об'єму внутрішньої форми взуття, що у нашому випадку формує функціональну накладку.

Точки формування відрізка що формує нову висоту колодки (за рахунок накладки) є відповідно $E_1(X_{e1}; Y_{e1})$ та $O_4(X_{o4}; Y_{o4})$

$$X_{o4} = X_{e1}; Y_{o4} = Y_{k1} = Y_k$$

Розрахункове значення радіуса R накладки, можна використовувати у формулі (3.18)

$$R = (y_{e1} - y_k) \quad (4.20)$$

Проаналізувавши цифрові моделі існуючої стопи та колодки, необхідно спроектувати та виготовити накладку в зоні зовнішнього пучка та підйому на існуючій узгодженій взуттєвій колодці (рис. 4.13).

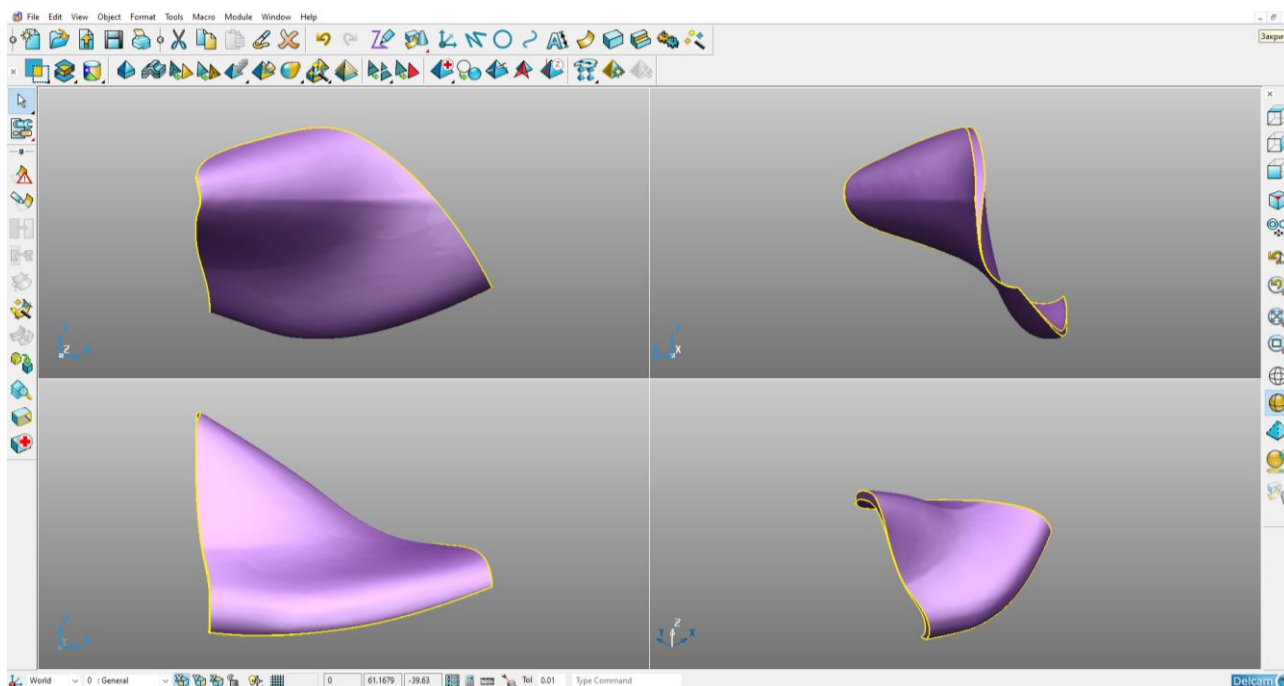


Рис. 4.13. Спроектвана антропометрична накладка на колодку у графічному середовищі Delcam Crispin

За допомогою програмного комплексу Power Shape, для тривимірного і твердотільного моделювання, застосовуючи функцію «Віднімання поверхні», віднімаємо спроектовану накладку на колодці (різницю висоти у зоні прямого підйому стопи з існуючою колодкою), та отримуємо твердотільную модель накладки готову до 3D друку зберігаючи в STL – форматі (рис. 4.14).

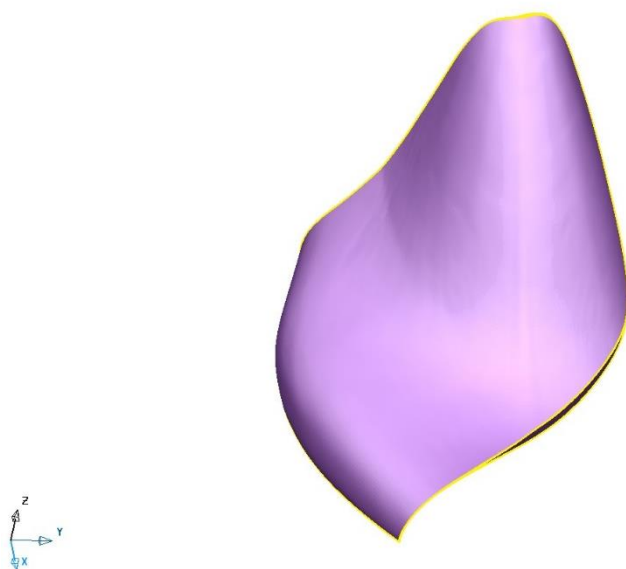


Рис. 4.14. Модель індивідуальної накладки в програмному комплексі Power Shape

Представлена систематичність коригування форми тіла колодок за допомогою твердотілого моделювання в середовищах графічних САПР допускає здійснити конструкторсько-технологічну підготовку для виготовлення коригуючих накладок на взуттєві колодки методом FDM 3D друку.

4.4. Визначення раціональних технологічних параметрів 3D друку коригуючих накладок на колодки

Для досягнення підвищення експлуатаційних характеристик у використанні накладок, доцільно виготовити їх за допомогою 3D друку, дослідивши матеріали. Сучасні 3D принтери мають можливість створювати моделі різної складності з різних видів пластиків, за доступною вартістю та швидким терміном виконання.

Для дослідження використовували 5 видів пластику для 3D друку, параметри друку підбирали по рекомендованим технічним характеристикам для кожного матеріалу (табл. 4.2). Надруковані досліджувані зразки представлені на рис. 4.15.

Таблиця 4.2

Параметри друку досліджуваних зразків

№ п/п	Вид пластик у	Температура друку,	Температура платформи,	Заповнення лінії, %	Швидкість друку, мм/с	Щільність кришки підтримки, %
1	Elastan D70	250	90	100	50	24
2	PETg	240	80	100	40	24
3	PLA	235	80	100	45	24
4	ABS	250	90	100	50	24
5	PCTG	225	85	100	40	24



Рис. 4.15. Надруковані досліджувані зразки з різних видів пластику: 1 – Elasthan D70; 2 - PETg; 3 – PLA; 4 – ABS; 5 – PCTG

Далі зразки зважувалися на електронних вагах для отримання ваги пластикових матеріалів, дані вказані у табл.4.3, і випробовувалися на розрив на випробувальній модернізованій розривній машині. Отримані графіки напруження-деформації при розтягненні зразків з досліджуваних матеріалів представлені на рисунках 4.16 – 4.20.

Таблиця 4.3

Фізичні властивості пластикових зразків

№п/п	Вид пластику	Товщина нитки, мм	Вага досліджуваного зразка, г
1	Elastan D70	1,75	5,3
2	PETg	1,75	6,8
3	PLA	1,75	6,0
4	ABS	1,75	5,8
5	PCTG	1,75	6,0

m.: abs; S=24мм²; D=мм; A=6мм; B=4мм; L=53мм; f.: 16Гц; 23.06.2021 18:02:46;
Fмакс.=754,900Н; Предел прочности=48,45417МПа;

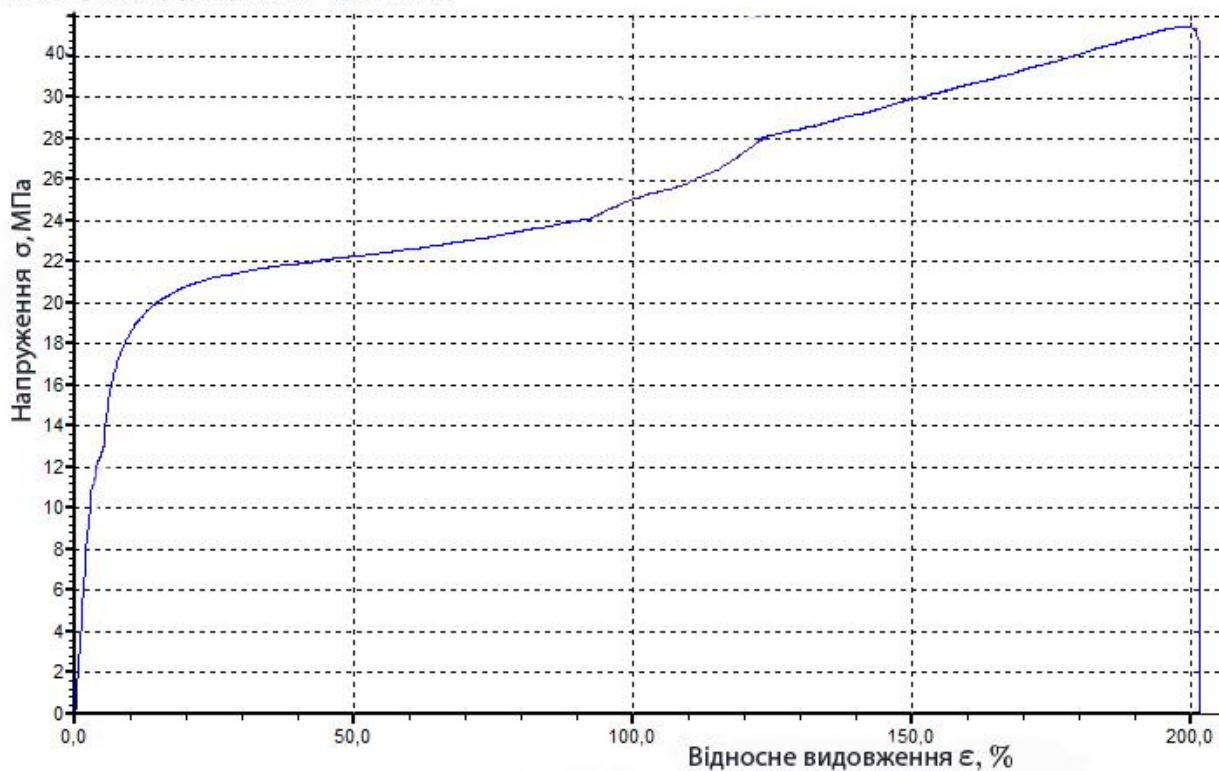


Рис. 4.16. Графік напруження-деформація при розтягненні зразка із Elstan D70

m.: abs; S=24мм²; D=мм; A=6мм; B=4мм; L=59,5мм; f.: 16Гц; 23.06.2021 17:56:35;
Fмакс.=700,900Н; Предел прочности=29,20417МПа;

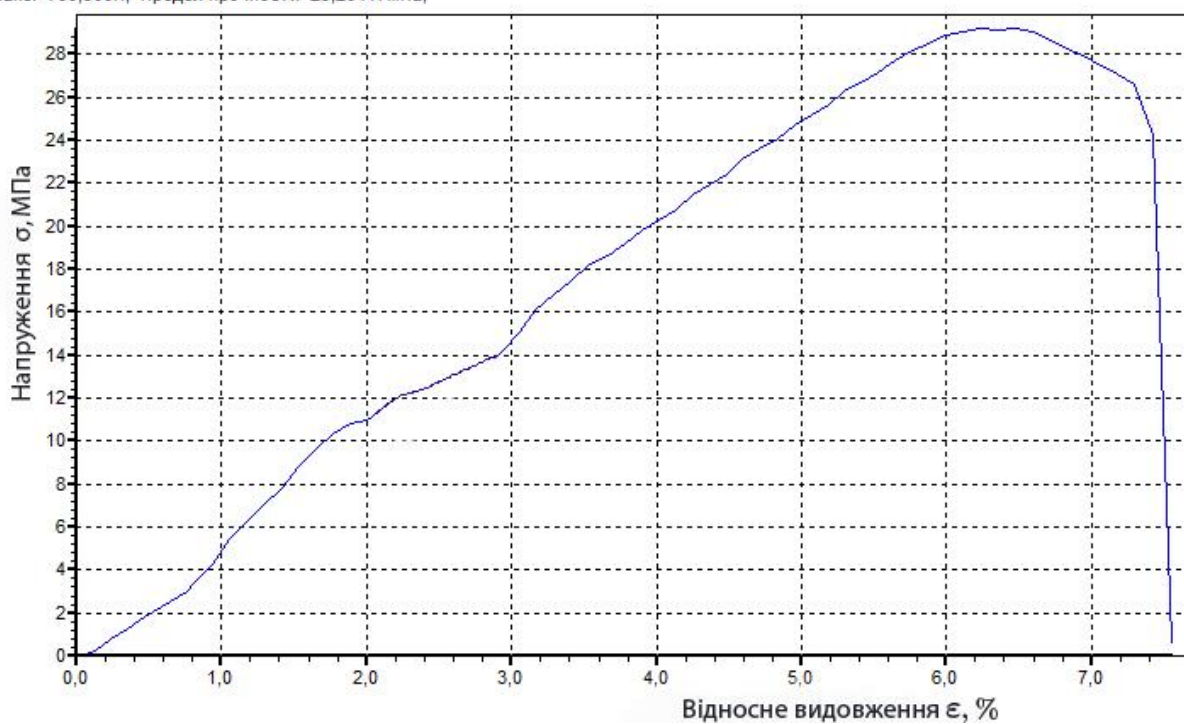


Рис. 4.17. Графік напруження-деформація при розтягненні зразка із ABS

m.: 3; S=22,21мм²; D=мм; A=2,21мм; B=10,05мм; L=73мм; f.: 16Гц; 14.06.2021 20:49:13;
F_{макс.}=683,600Н; Предел прочности=30,77824МПа;

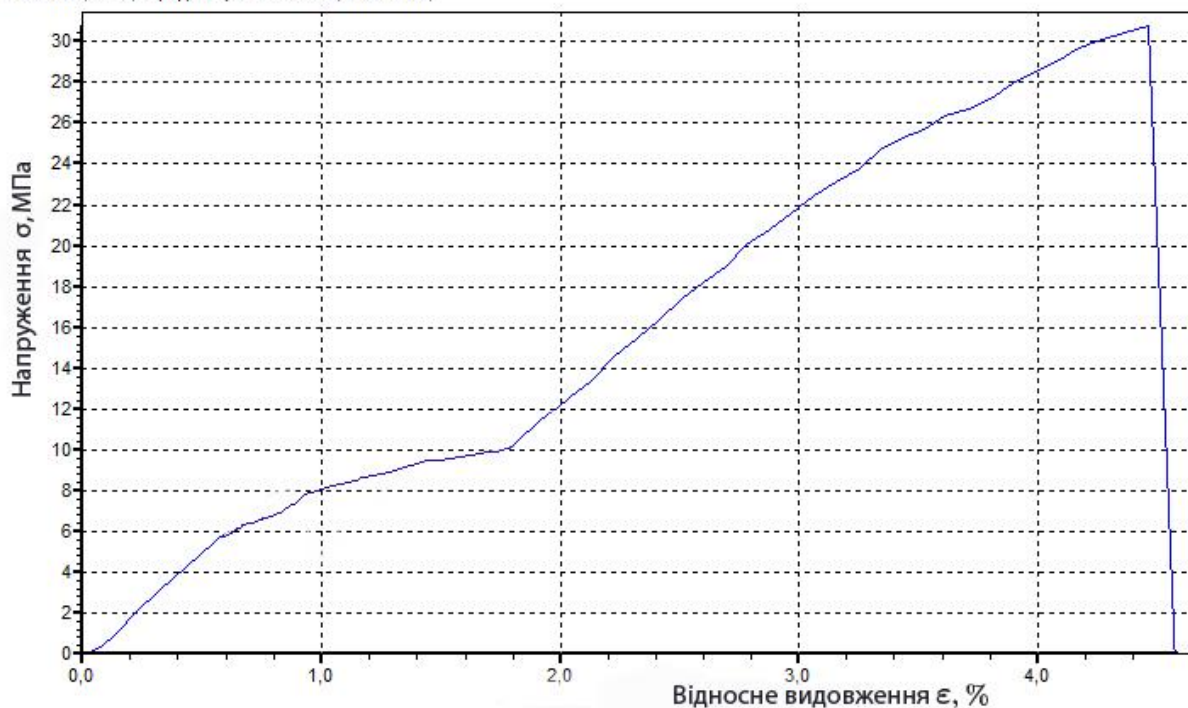


Рис. 4.18. Графік напруження-деформація при розтягненні зразка із PLA

m.: 5; S=22,21мм²; D=мм; A=2,21мм; B=10,05мм; L=73мм; f.: 16Гц; 14.06.2021 20:56:19;
F_{макс.}=542,500Н; Предел прочности=24,42538МПа;

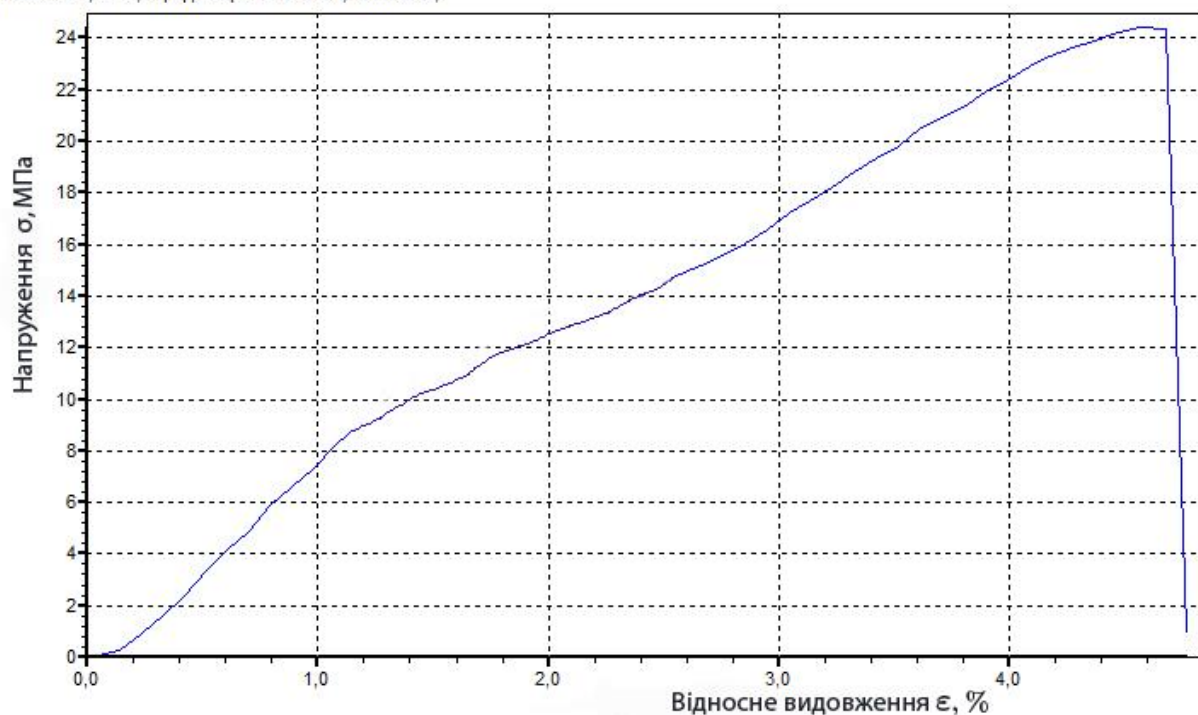


Рис. 4.19. Графік напруження-деформація при розтягненні зразка із PCTG

m.: 1; S=22,21мм²; D=мм; A=2,21мм; B=10,05мм; L=73мм; f.: 16Гц; 14.06.2021 20:45:05;
Fмакс.=864,600Н; Предел прочности=38,92753МПа;

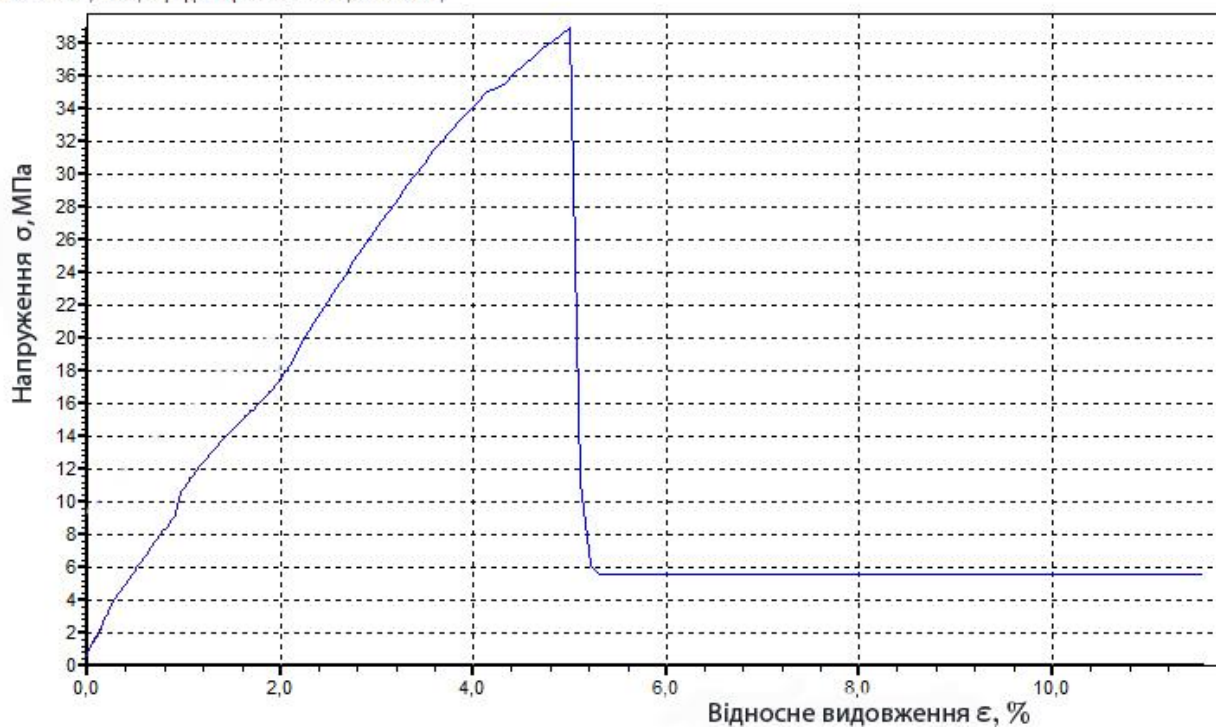


Рис. 4.20. Графік напруження-деформація при розтягненні зразка PETg

З отриманих експериментальних даних на розтяг пластикових матеріалів було побудовано графік на якому показано межі міцності досліджуваних пластиків (рис. 4.21).

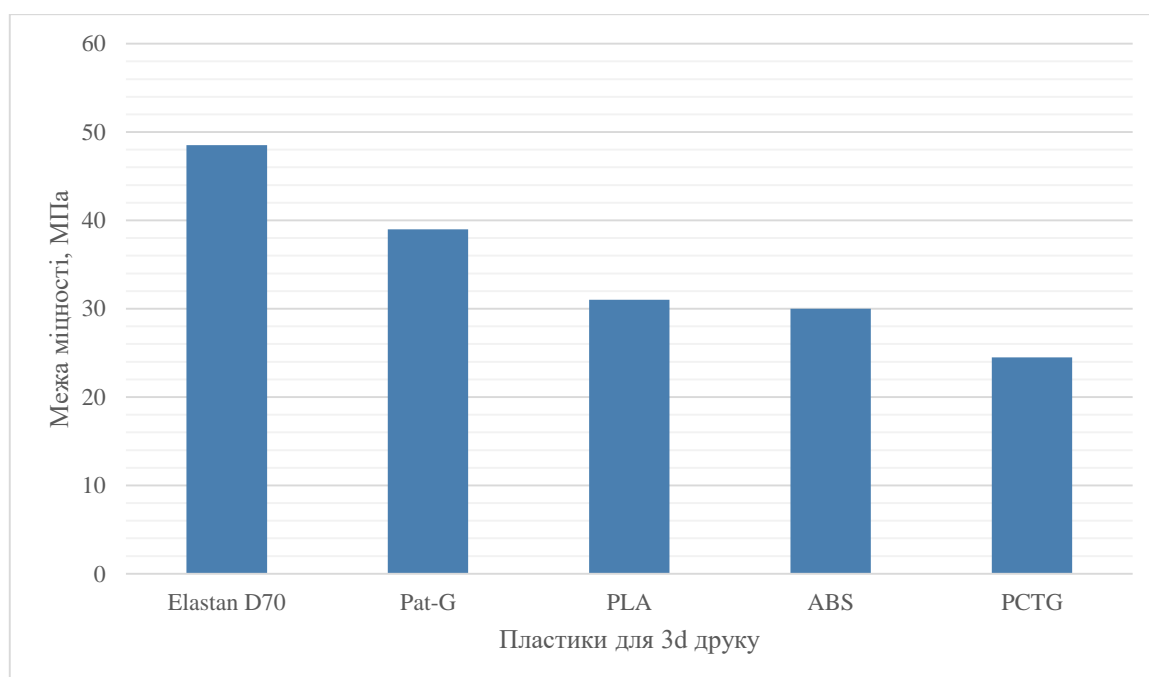


Рис. 4.21. Графік межі міцності досліджуваних пластиків

З досліджених матеріалів було обрано Elasthan який задовольняє фізико - механічні характеристики для виготовлення накладки на колодку та подальшу експлуатацію виробу.

Нижче наведено 3D зображення у stl – форматі, досліджуваної накладки на взуттєву колодку у слайсері Ultimaker Cura, необхідну для забезпечення підвищення комфорту взуття для індивідуального замовлення, підібрані необхідні налаштування та розрахований час друку деталі з пластику Elasthan D70 (рис. 4.22, табл. 4.4).

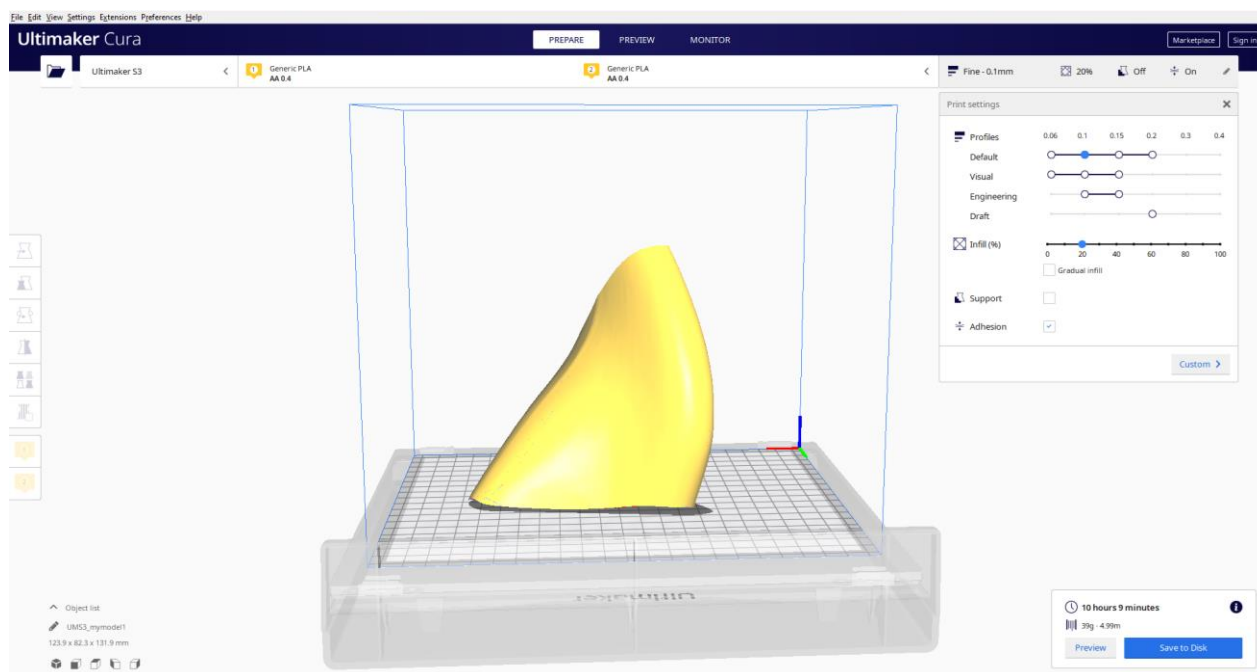


Рис. 4.22. Готове 3D зображення накладки у слайсері Ultimaker Cura

Таблиця 4.4

Параметри друку накладки з пластику Elasthan D70

Параметри друку	Стандарті значення	Використані налаштування для друку накладки
		D 70
Температура друку	230-260 °C	250 °C Оптимальна температура друку, при ній полімер с екструдера виходить рівномірно.

Температура платформи	90-110 °С	90 °С якщо вибрати нужчу, то перший слой полімера не щільно приклеюється до платформи. Вища на декілька десятих градуса температура призведе, до того, що полімер не встигне остигати і буде плисти.
Напрямок друку	горизонтальний, вертикальний вертикальний z	x-y, горизонтальний
Заповнення лінії	10-100	20
Обдув	+	+
Швидкість друку	30 - 80мм/с	50 мм/с Оптимальна швидкість друку, при ній полімер рівномірно остигає і чітко накладається шар за шаром.
Усадка при друку, %	0,7	0,7
Щільність кришки підтримки, %	20-30	24

Нижче (рис. 4.23) зображені надруковані з пластику Elastan D70 індивідуальні накладки на праву та ліву колодку.



Рис. 4.23. Друкована індивідуальна накладка 3D друком

Отриману індивідуальну друковану накладку кріпимо на існуючу колодку за допомогою скобів, що забезпечить стійкість накладки на колодці (рис. 4.24).



Рис. 4.24. Прикріплена друкована індивідуальна накладка на колодку

Розроблена методика проектування та виготовлення оснащення взуття методом 3D друку, була впроваджена на виробництво взуття за індивідуальним замовленням (Додаток Е). Дана технологія дозволяє скоротити термін виготовлення індивідуального взуття та зменшити витрати на виготовлення нової колодки в порівнянні з методом фрезерування чи 3D друку нової колоди.

4.5. Дослідження деформацій верху взуття в процесі затягування на коригованій колодці

При русі людини у взутті найбільшого впливу зазнає союзка, а саме та її частина, яка розташована над плюсно-фаланговим суглобом стопи. Механічні властивості матеріалу союзки значно впливають на її деформацію в поперечному напрямку. Метою дослідження є дослідити деформаційні властивості шкіри для

виготовлення взуття, а саме виросток, та визначити межі коригування затягувальної кромки у деталях союзки при різних повнотах колодки.

За італійською методикою «ARS Sutoria» отримали розміри та конфігурацію досліджуваних деталей союзки (рис. 4.25.а).



Рис. 4.25. а) Підготовлена існуюча колодка до нанесення конструктивних ліній; б) скоригована індивідуальною накладкою колодка

Одержані зліпки поверхні (зовнішні та внутрішні) колодки з'єднують та отримують усереднену розгортку бічної площини тіла взуттєвої колодки (УРК). Для побудови УРК по лінії гребеня колодки в т. Кальцати контур розводять на 1-1,5 мм [91].

Експериментальним шляхом згідно до методик представлених в ДСТУ ISO 5404:2007[90], для проведення дослідження обрано союзки чоловічих напівчеревиків 275 розміру із шкіри ВРХ (виросток, хромового дублення, товщина шкіри 1,2мм), на які нанесена допоміжна сітка ліній квадратів 20*20 мм (рис. 4.26). Обрані союзки проектувалися на параметри даної колодки (рис. 4.26.а) і будуть формовані на існуючу та кориговану накладками колодки. Зміну лінійних розмірів встановлювали після формування союзок на колодках: виконували вимірювання лінійних розмірів по загальній довжині всіх ліній та сторонам квадратів з точністю до 0,1 мм.

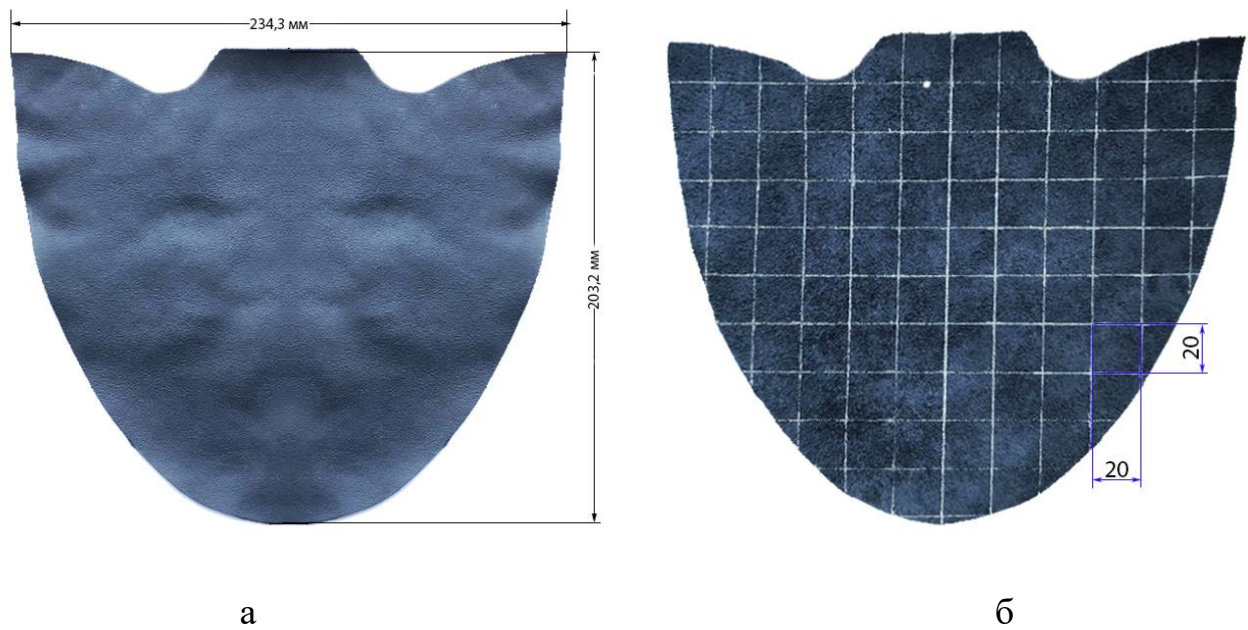


Рис. 4.26. Досліджувана союзка

Для дослідження обрано зразки союзок із шкіри ВРХ, а саме виросток. Досліджені союзки були викроєні з різних ділянок шкіри:

- (№ 1) з чепракової частини шкіри в поздовжньому напрямі,
- (№ 2) друга – із чепракової ділянки в поперечному напрямі,
- (№ 3) третя викроюється у поздовжньому напрямі із крайньої зони чепракової частини шкіри припольової ділянки. Всього 18 зразків [121, 122].

З бахтармяної сторони деталі наноситься сітка ліній, що утворює квадрати розміром 20×20 мм; поперечні лінії (перпендикулярні лінії перегину деталі) нумерують арабськими цифрами, поздовжні лінії нумерують з внутрішньої і зовнішньої сторін союзки римськими цифрами (рис. 4.27).

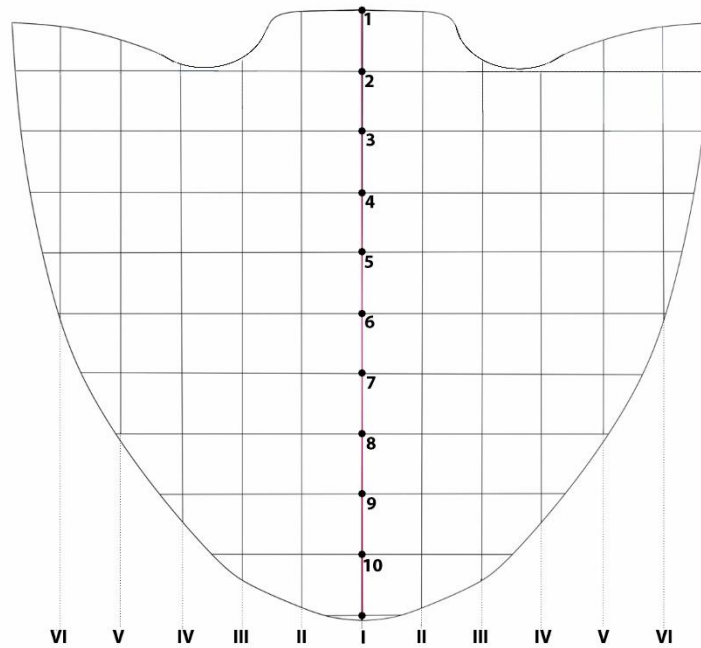


Рис. 4.27. Графічне зображення досліджуваних зразків союзки

В процесі формування союзки на взуттєвій колодці здійснюється примусове розтягування деталі одночасно в декількох напрямках, тобто відбувається багатовісна деформація. Перед процесом зтягування заготовки на колодку здійснюється зволоження деталей верху доступним способом (за допомогою теплого вологого повітря, під час проходження заготовки тунельною зволожувальною камерою) для покращення властивостей еластичності шкіри. Потрібно звернути увагу, що при формуванні максимальне зволоження модельного взуття 10-16% [123]. Досліджувані союзки формувалися на зтяжній машині ЗНК-3-О на клей-розплав за допомогою кліщів і пластин (скобів). Робочий тиск в гідросистемі, МПа - 5, температура зтяжних пластин 60-120⁰С. При ручному формуванні майстер зтягує деталі на цвяхи за допомогою кліщів і молотка. Потрібно враховувати той факт, що рухи зтяжної машини є однаковими за частотою відтворюваності руху та прикладеним до заготовки зусиллям. При ручному зтягуванні майстер не може відтворити рухи та прикладене зусилля з однаковою фізичною частотою.

Після процесу зтягування зразки витримують добу на колодці та потім

знімають. Вимірювання деформації матеріалів по загальній довжині ліній і сторонам квадратів виконувались після зняття союзок з колодки через 40 хв. штангенциркулем з точністю до 0,1 мм.

По формулі (4.21) визначено величину деформації по лініям зразка

$$E = (l - l_0) / l_0 \quad (4.21)$$

де l_0 - початкова довжина лінії (20 мм);

l – довжина ліній після випробувань, мм.

Значення вимірювання розмірів кожного квадрату дев'яти зразків деталей першого варіанту (на існуючій колодці) та дев'яти зразків другого варіанту (на коригованій колодці накладкою в антропометричній зоні підйому стопи) після деформації усереднювали і враховували зміни при відхиленнях в $\pm 2,5\%$ і більше від початкового розміру.

Отримані результати досліджених зразків при формуванні на існуючу колодку зазначені в табл. 4.5.

Таблиця 4.5

Розподіл деформації після формування досліджуваних зразків на існуючій колодці

Лінії	Поздовжня деформація						Поперечна деформація						
	I	II	III	IV	V	Σl , мм/ $E_{ср}$, %	I	II	III	IV	V	Σl , мм/ $E_{ср}$, %	
1	l , мм	20,1	20,0	-	-	-	160,4	20,5	-	-	-	-	8,2
	E , %	0,5	0	-	-	-		2,5	-	-	-	-	
2	l , мм	20,3	20,2	20,2	20,3	20,3	77,9	21,1	20,9	20,8	21,1	21,1	21,0
	E , %	1,5	1	1	1,5	1,5		5,5	4,5	4	5,5	5,5	
3	l , мм	20,6	20,4	20,4	20,4	20,3	48,6	20,9	20,8	20,9	20,4	20,2	32,5
	E , %	3	2	2	2	1,5		4,5	4	4,5	2	1	
4	l , мм	20,1	20,2	20,1	20,1	20,0	201	20,3	21,0	20,5	20,1	20,1	51,0
	E , %	0,5	1,0	0,5	0,5	0		1,5	5	2,5	0,5	0,5	
5	l , мм	20,2	20,3	20,4	20,1	20,0	80,8	20,5	20,2	20,1	20,2	20,2	84,3

	<i>E, %</i>	1,0	1,5	2,0	0,5	0		2,5	1,0	0,5	1,0	1,0	
6	<i>l, мм</i>	20,2	20,0	20,2	20,0	20,0	200,8	20,3	20,3	20,2	20,2	20,3	77,9
	<i>E, %</i>	1,0	0	1,0	0	0		1,5	1,5	1,0	1,0	1,5	
7	<i>l, мм</i>	20,9	21,0	20,3	20,0	20,1	44,5	20,5	20,3	20,6	20,1	-	43,5
	<i>E, %</i>	4,5	5	1,5	0	0,5		2,5	1,5	3,0	0,5	-	
8	<i>l, мм</i>	20,9	20,6	20,2	20,1	-	21,8	21,6	21,1	20,5	20,0	-	20,8
	<i>E, %</i>	4,5	3,0	1,0	0,5	-		7,5	5,5	2,5	0	-	
9	<i>l, мм</i>	20,5	20,3	20,0	-	-	45,6	21,6	20,8	20,5	-	-	13,1
	<i>E, %</i>	2,5	1,5	0	-	-		7,5	4,0	2,5	-	-	
10	<i>l, мм</i>	18,7	18,9	-	-	-	-5,1	20,3	20,8	-	-	-	14,9
	<i>E, %</i>	-6,5	-5,5		-	-		1,5	4,0	-	-	-	

У таблиці 4.5 наведені усереднені значення зміни лінійних розмірів досліджуваної союзки при формуванні на існуючу колодку у різних напрямках зі шкіри виросток, хромового дублення, товщина матеріалу 1,2 мм.

При формуванні спостерігаємо нерівномірну деформацію досліджуваного зразка в різних частинах. При поперечній деформації (рис. 4.28): у носковій частині деформація досягає 2,5 - 8%, у зоні підйому 2 - 5,5%, у зоні близькій до устілкової грані колодки досягає 5,5%.

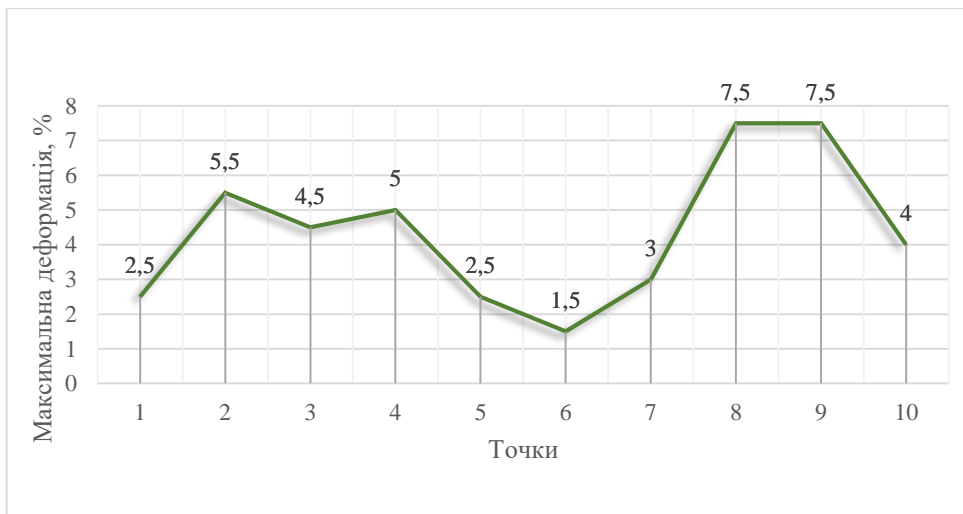


Рис. 4.28 Графік поперечної деформації досліджуваної союзки на існуючій колодці

Таблиця 4.6

Розподіл деформації після формування досліджуваних зразків на коригованій накладкою колодці в зоні підйому стопи

Лінії	Поздовжня деформація						Поперечна деформація						
	I	II	III	IV	V	$\Sigma l, \text{мм}$ / $E_{\text{сєр}}, \%$	I	II	III	IV	V	$\Sigma l, \text{мм}$ / $E_{\text{сєр}}, \%$	
1	<i>l, мм</i>	20,8	20,7	-	-	-	11,7	21,8	-	-	-	-	2,4
	<i>E, %</i>	4	3,5	-	-	-		9	-	-	-	-	
2	<i>l, мм</i>	20,8	20,4	21,6	20,3	20,5	28,8	22,7	22,2	22,1	21,9	21,2	10,9
	<i>E, %</i>	4,0	2,0	8,0	1,5	2,5		13,5	11	10,5	9,5	6	
3	<i>l, мм</i>	20,0	20,7	20,9	20,8	20,9	31,3	22,1	22,0	21,7	21,5	20,9	13,2
	<i>E, %</i>	0	3,5	4,5	4,0	4,5		10,5	10,0	8,5	7,5	4,5	
4	<i>l, мм</i>	21,4	21,0	20,1	20,0	20,0	41	21,7	21,9	21,3	21,3	20,8	15,2
	<i>E, %</i>	7,0	5,0	0,5	0	0		8,5	9,5	6,5	6,5	4	
5	<i>l, мм</i>	20,5	20,6	20,4	20,2	20,1	56,5	21,3	21,4	21,0	20,9	20,9	19,1
	<i>E, %</i>	2,5	3,0	2,0	1,0	0,5		6,5	7,0	5,0	4,5	4,5	
6	<i>l, мм</i>	20,3	20,2	20,1	20,0	20,0	167,7	21,1	20,9	20,9	20,7	20,6	24,8
	<i>E, %</i>	1,5	1,0	0,5	0	0		5,5	4,5	4,5	3,5	3	
7	<i>l, мм</i>	21,3	21,1	20,7	20,0	20,4	29,6	20,1	20,1	20,2	20,3	-	92,2
	<i>E, %</i>	6,5	5,5	3,5	0	2		0,5	0,5	1,0	1,5	-	
8	<i>l, мм</i>	21,2	21,5	20,3	20,1	-	21,4	21,6	21,1	20,1	20,1	-	22,9
	<i>E, %</i>	6,0	7,5	1,5	0,5	-		8,0	5,5	0,5	0,5	-	
9	<i>l, мм</i>	21,2	20,8	20,2	-	-	16,9	21,0	21,1	20,6	-	-	13,9
	<i>E, %</i>	6,0	4,0	1,0	-	-		5,0	5,5	3,0	-	-	
10	<i>l, мм</i>	18,5	18,7	-	-	-	-5,3	20,5	21,3	-	-	-	9,2
	<i>E, %</i>	-7,5	-6,5	-	-	-		2,5	6,5	-	-	-	

Аналізуючи рисунок 4.29, можна спостерігати суттєву деформацію досліджуваної союзки, яка формувалася на кориговану колодку в зоні підйому.

Так, в носковій частині деталі деформація досягає 8%, у зоні підйому 13,5%, у частині близькій до устілкової грані колодки 6%. Найбільшої

деформації досліджувана союзка на коригованій колодці зазнала у поперечному напрямку відповідно зоні підйому стопи.

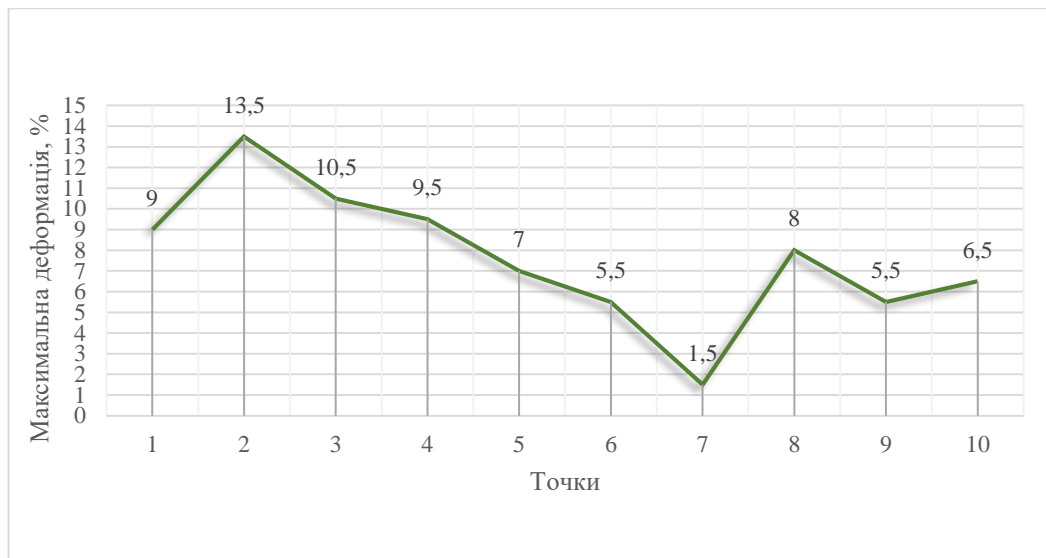


Рис. 4.29 Графік поперечної деформації досліджуваної союзки на коригованій колодці

Визначення зміни лінійних розмірів досліджуваних деталей визначалось способом порівняння союзок після формування на існуючій колодці та коригованій колодці індивідуальною накладкою (рис. 4.30.б), шляхом сканування деформованих деталей союзок, та за допомогою графічного редактора CorelDRAW дані зображення деталей порівнювалися зі збереженим масштабом. У такий спосіб, спостерігаємо реальні лінійні зміни поперечної деформації порівнювальних союзок у зоні підйому стопи, де і була зафіксована індивідуальна накладка на колодці (рис. 4.30.б).

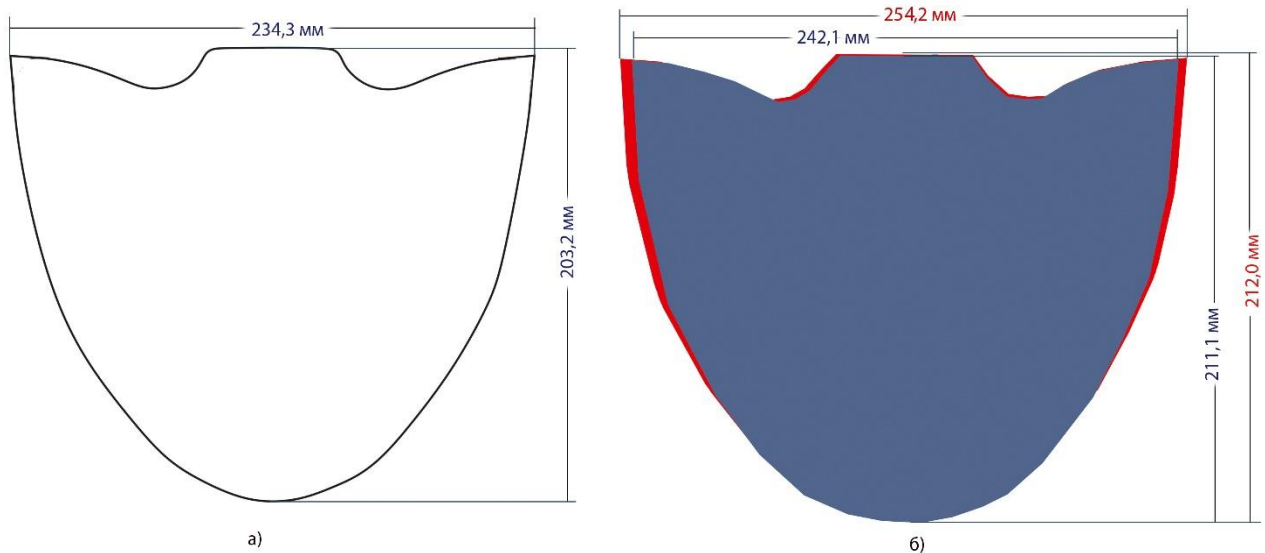


Рис. 4.30. Зміна розмірів союзок при формуванні деталей на колодках

Отже, експериментальним шляхом було виявлено деформацію деталей при формуванні. Різниця досліджуваних союзок (із шкіри виросток) після формування на існуючу та кориговану колодку в поперечному напрямі (поперечні лінії 1-6, рис. 4.30 та рис. 4.31) в зоні підйому та пучків досягає 12,1мм. Ця різниця складає 5 % від ширини заготовки, розрахованої для стандартної заготовки. Отже, для досягнення величин деформації союзки при використанні колодки з накладкою, потрібно збільшити поперечні розміри заготовки у зоні підйому та пучків на 5 - 6 %.

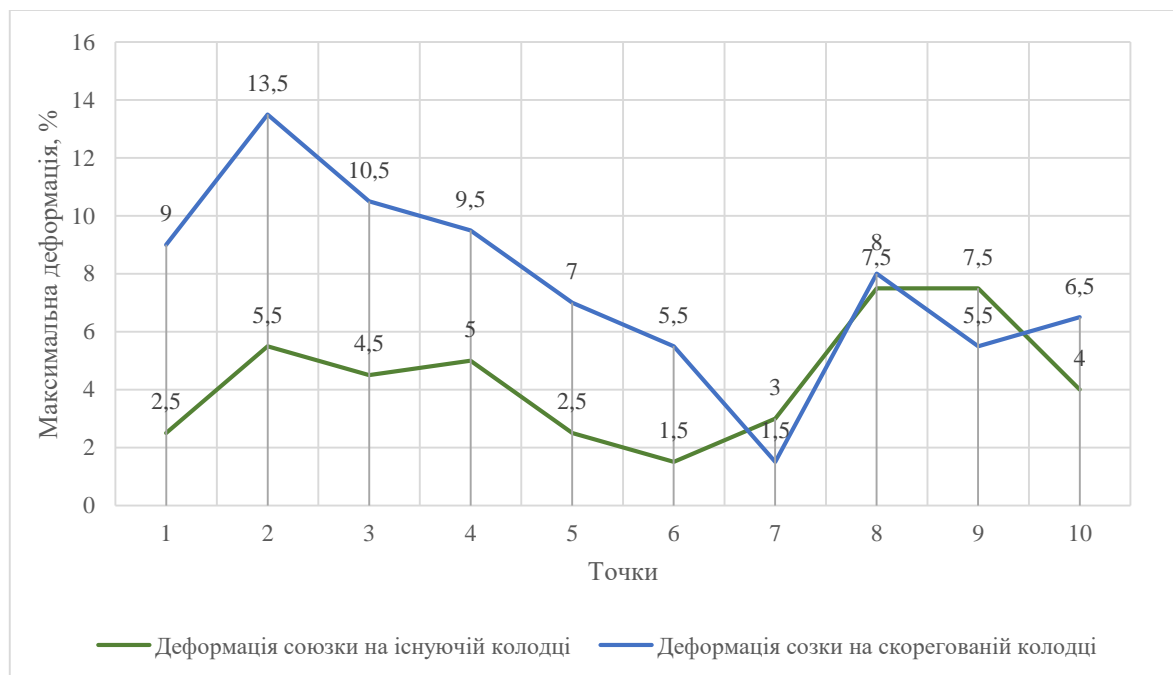


Рис. 4.31 Графік порівняння поперечної деформації досліджуваних союзок

З отриманих результатів дослідження можна зазначити, що досліджуваний матеріал союзок, а саме виросток, хромового методу дублення піддається розтягу та витримує деформацію у зоні підйому на коригованій колодці. Але слід зазначити, що після виготовлення верх взуття приформовується до стопи приблизно за два-три тижні носіння [92]. Навіть при нормальному підборі матеріалів і повній відповідності формо-розмірів взуття і стопи вже при першому взуванні матеріал деталей верху взуття з різних матеріалів розтягується. В цей час різні частини союзки розтягуються в поперечному напрямку в різних фазах ходьби від 2,9 до 10,9%.

Для виготовлення якісного та комфортного взуття необхідно враховувати всі антропометричні особливості стопи, особливо при проектуванні нової моделі для замовника. При незначних відхиленнях (до 5 мм) антропометричних параметрів стопи замовника від існуючої колодки в зонах підйома та пучків, для виготовлення взуття необхідно обирати достатньо еластичні шкіри, які своєю тягучістю дозволяють не коригувати вже існуючі шаблони деталі союзки [123, 124]. В іншому випадку, необхідно враховувати різницю параметрів колодки від окремої стопи замовника, при конструюванні та виготовленні моделі взуття додаючи необхідний припуск по затяжній кромці у визначених зонах, щоб запобігти швидкому руйнуванню шкіри та втрати естетичного вигляду виробу.

Для створення формостійкого верху слід розтягнути шкіру не більше ніж на 7-10%, оскільки це може призвести до швидкого руйнування верху взуття та дискомфорту стопам споживача [125].

Враховуючи експериментальне дослідження деформації союзок було виготовлено чоловічі напівчеревики типу «монки» (рис. 4.32), 275 розміру, на кориговану колодку індивідуальною накладкою, зі шкіри виросток, хромового методу дублення, товщина матеріалу верху 1,2 мм.



Рис. 4.32. Виготовлені чоловічі напівчеревики з подовженим берцем

На шаблонах деталей даної моделі взуття, яка була спроектована на існуючу колодку, заготовка верху формувалася на скориговану накладками колодку, з коригуванням припуску на затяжну кромку у частині підйому та пучків на 12,1 мм. Після дослідного носіння трьох тижнів замовником була відмічена позитивна оцінка комфорту та збережений естетичний вигляд взуття.

4.6. Розробка комфортного взуття з використанням шкір екзотичних тварин

В результаті аналізу сучасних напрямків моди та думок споживачів, отриманих на основі проведеного анкетування за критеріями вагомості (рис. 4.33), була розроблена концепція досліджень, сформована діаграма пріоритетів споживчих переваг клієнтів-замовників індивідуального взуття, підібрана асортиментна серія матеріалів для дослідження і підтвердження правильності гіпотези.

В процесі дослідження, було проведено анкетування замовників індивідуального взуття у кількості 110 осіб, згідно відомих методів [126] виявлено, що ціна на вироби не є переважаючим показником вагомості думок споживачів, а от комфорт, зовнішній вигляд і якість матеріалів є переважаючими у діаграмі вагомості (рис. 4.33). Тому питаннями створення комфортного взуття

виробнику необхідно займатися більш глибоко на етапі обміру стоп, побудови конструкції та виборі матеріалу.

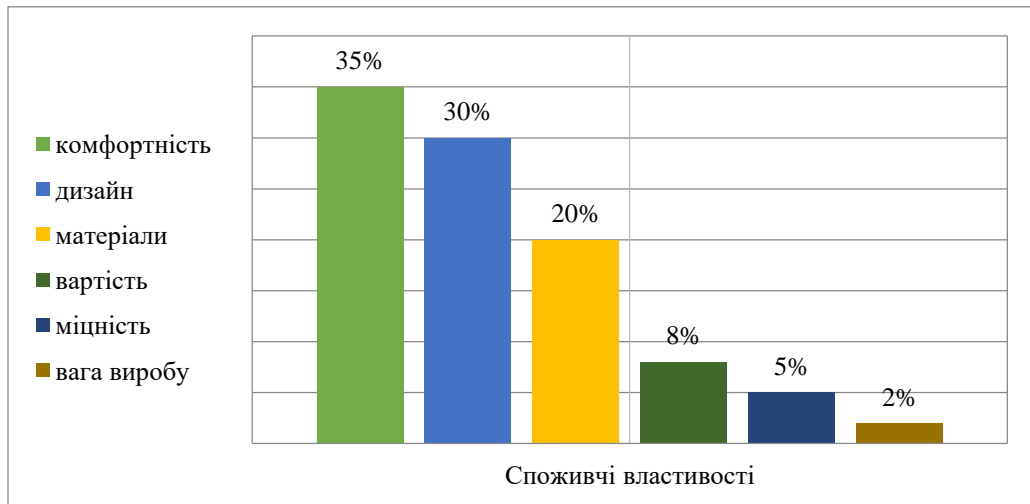


Рис. 4.33. Розподіл пріоритетів споживчих переваг при виборі критеріїв вагомості за індивідуальним замовленням

Деформаційні властивості матеріалів для виготовлення взуття на замовлення є найбільш важливими властивостями, які в свою чергу визначають якість технологічних операцій при виробництві взуття, і від яких залежить комфортність виробу та збереження естетичних вимог в процесі експлуатації. Характер деформації матеріалів верху взуття на пряму залежить від фізико-механічних властивостей матеріалів.

Отже, обрані для досліджень зразки були оцінені на якість за показниками фізико-механічних властивостей. Результати проведених досліджень представлені в табл. 4.7.

Для оцінки якості шкір за фізико-механічними властивостями дослідження проводилось згідно методик описаних в ДСТУ [90, 121, 122]. На відповідні випробування було відібрано шість зразків різних видів шкіри (рис. 4.34).



Рис. 4.34. Фото досліджуваних зразків шкіри

Загальні органолептичні ознаки досліджуваних зразків шкір представлені в табл. 4.7.

Таблиця 4.7

Органолептичні ознаки досліджуваних матеріалів для верху взуття

Показник	Зразок шкіри					
	1	2	3	4	5	6
Назва	Флотар	Виросток	Крокодил (алігатор)	Пітон (куртус)	Страус	Ігуана
Артикул	350-P15- 5505	400-P-785	650-P-154352	100-P-110601	200-P-151215	500-P-9923
Колір	голубий	Темно-синій	чорний	фіолетовий	коричневий	чорний
Стан мережівки	Крупнозерниста мережівка з тисненням	Природний стан мережівки	Чітко виражені сегменти мережівки	Природні чітко виражені лусочки	Природні чітко виражені отвори	Чітко виражена зернистість
Метод дублення	хромовий	хромовий	натуральний	натуральний	натуральний	хромовий

Для дослідження було обрано шкіри натурального та хромового методу дублення. Виготовлені вироби зі шкіри натурального дублення характеризуються довговічністю, міцністю та екологічністю. Даний метод дублення виконується за допомогою таніна (натуральна дубильна речовина, яка є в коріннях дерев, листі, плодах).

Шкіра хромового дублення є наслідком хімічного дублення (спеціальні речовини рівномірно розподіляються, а надлишок солі усувається з допомогою промивання водою).

Фізичні властивості обраних матеріалів наведені в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8

Фізичні властивості досліджуваних шкір

Зразок шкіри	Лінійні розміри зразка шкіри	Питома вага шкіри, г/см ³	Температура зварювання, °С
	Товщина, мм		
1	1,4	1,245	105
2	1,2	1,314	104
3	1,2	1,324	104
4	1,1	1,215	106
5	1,3	1,341	105
6	1,1	1,176	104

Температура зварювання представлених досліджуваних зразків натуральних матеріалів в межах 104-105°C, що вказує про високий та якісний рівень формування структури дерми зразків шкіри та прогнозує подальшу високу зносостійкість виготовленого взуття з зазначених матеріалів.

Результати експериментальних досліджень фізико-механічних випробувань шкір (межа міцності, відносне видовження при розриві та навантаженні) наведено в табл. 4.9.

Таблиця 4.9

Фізико-механічні випробування досліджуваних зразків

Зразок шкіри	Межа міцності при розтягненні, ×9,8 МПа	Відносне видовження, при навантаженні 9,8 МПа, %	Відносне видовження при розриві, %	Місце розриву, кіл-ть тріщин/розривів
1	1,64	53,5	76,0	1

2	1,67	54,0	74,0	2
3	1,81	40,0	77,0	1
4	1,53	35,0	58,0	3
5	1,60	31,0	55,0	2
6	1,56	30,1	53,0	5
Вимоги стандарту	1,5	20,0-40,0	-	4

Отже, за результатами експериментальних досліджень слід зазначити, що всі досліджувані зразки натуральних шкір для верху взуття відповідно до фізико-механічних властивостей цілком задовольняють вимоги нормативних документів.

За показниками фізичних властивостей (товщина матеріалу, температура зварювання, питома вага) представлені досліджувані зразки натуральних шкір можуть бути використані для виготовлення верху взуття. Для виготовлення взуття на замовлення доцільно пропонувати екзотичні натуральні шкіри (враховуючи їхню високу вартість у порівнянні з іншою сировиною), оскільки показники матеріалів є досить високими, та відповідають стандартним вимогам. Слід відмітити шкіру крокодила (алігатора), яка на 21% має більший показник межі міцності на розтяг в порівнянні з вимогами стандарту. Екзотичні шкіри задовільняють не тільки естетичні вимоги до виробу, а й мають високі показники фізико-механічних досліджень.

Для підтвердження експериментального дослідження, було спроектовано чоловічі напівчеревики з настрочними берцями того ж розміру на кориговану колодку. В табл. 4.10 зазначені параметри індивідуальної стопи замовника та існуючої колодки.

Таблиця 4.10

Порівняння антропометричних параметрів стопи замовника з існуючою колодкою

Параметри	Обмір стопи	Існуюча колодка (Lviv Plast, 43 р.)
-----------	-------------	-------------------------------------

		1	2
1	Довжина стопи, мм	275,0	285,0
2	Довжина до кінця 5 пальця, мм	243,0	242,0
3	Довжина до вн. пучка, мм	189,0	187,0
4	Довжина до зовн. пучка, мм	180,0	179,5
5	Обхват пальців, мм	214,8	215,6
6	Обхват пучків, мм	281,0	275,0
7	Обхват через згин та п'яту, мм	360,0	351,2
8	Обхват підйома, мм	298,0	287,1
9	Висота I пальця, мм	25,4	27,0

Також порівняли УРК існуючої колодки з коригованою колодкою по антропометричним параметрах стопи (рис. 4.35).



Рис. 4.35. Порівняння УРК існуючої та коригованої колодки

Спроектвану союзку на кориговану колодку співставили з союзкою, яка формувалася раніше та була спроектована по параметрам існуючої колодки. Різниця між поперечними розмірами союзки отриманої з існуючої колодки в порівнянні з союзкою отриманою з коригованої колодки в зоні підйому досягає 11,7 мм (рис. 4.36).

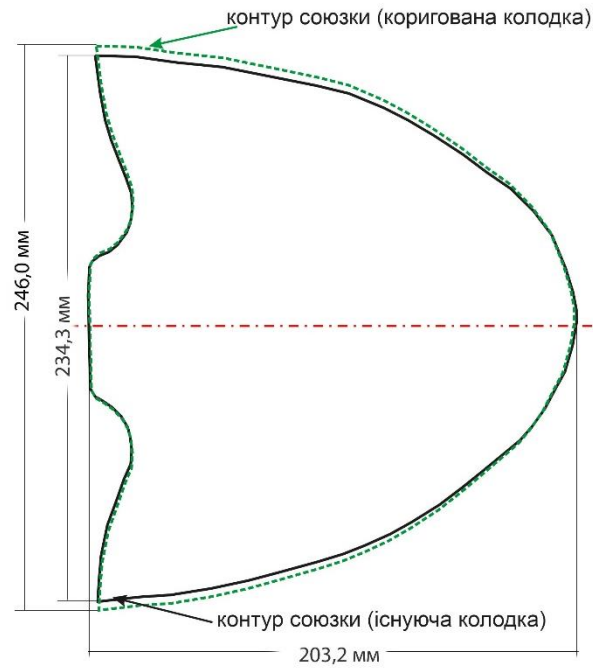


Рис. 4.36. Порівняння деталей союзок отриманих по параметрах існуючої та коригованої колодках

Для отримання розміру союзки, кориговану накладкою колодку обклеювали липкою стрічкою за італійською методикою та отримали усереднену умовну розгортку. За допомогою програми USM було спроектовано шаблони деталей верху (рис. 4.37).

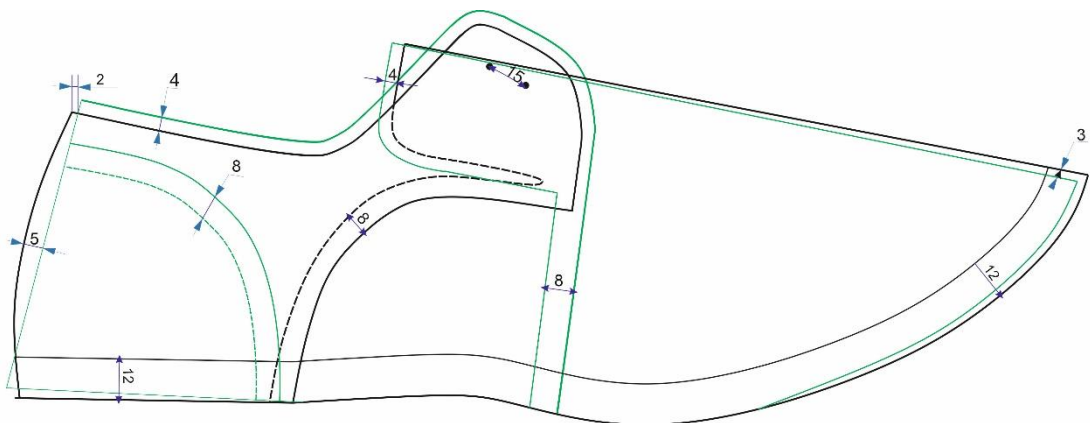


Рис. 4.37. Робоче креслення чоловічих напівчеревику з настрочними берцями

За індивідуальним замовленням виготовлено чоловічі напівчеревики з настрочними берцями (рис. 4.38) зі шкіри пітона (куртус), товщина матеріалу 1,1 мм.



Рис. 4.38. Виготовлені індивідуальні чоловічі напівчеревики з настрочними берцями на кориговану накладками колодку

Потрібно врахувати той факт, що дослідження було проведено на один розмір (довжиною 275мм). При виготовленні взуття по індивідуальним параметрам, за отриманими експериментальними даними, було скориговано параметри деталей, саме у невідповідних із стопою ділянках. Для підтвердження експерименту, на кориговану колодку спроектували модель, на якій деталь союзки мала ту ж саму форму. Різниця між експериментальними та теоретичними даними лінійних параметрів у поперечному напрямку на коригованій колодці складає 0,4 мм, дана різниця допустима, та підтверджує експериментальне дослідження.

В результаті моделювання повністю чи коригування індивідуальної колодки у відповідних зонах отримуємо цифрову копію прототипу моделі, яку надалі можемо застосовувати для моделювання верху та підошви взуття в 3D просторі графічних САПР ShoeMaker.

Створення та розробка ескізного проекту індивідуального чоловічого взуття:

Отриману колодку експортуємо в формат. stl. Наступним етапом є створення конструктивних ліній майбутньої моделі взуття на поверхні колодки (рис. 4.39). Для цього потрібно активізувати шар «Стилевые линии» (Sketch style line).

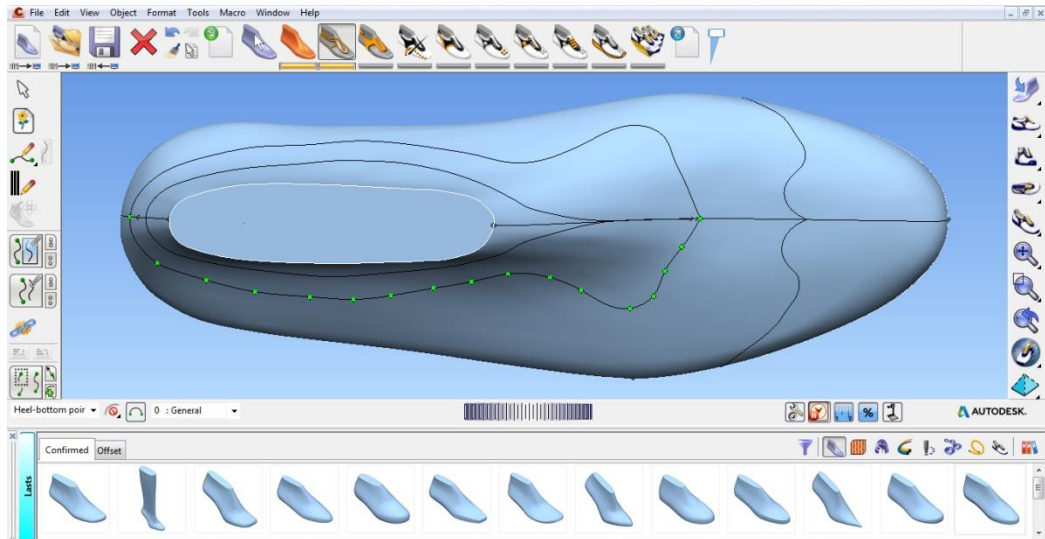


Рисунок 4.39. Промальований контур моделі чоловічих напівчеревику

Після нанесення на колодку конструктивних ліній, створюємо деталі верху. Переходимо в шар «Деталі» (Piece) (рис. 4.40).

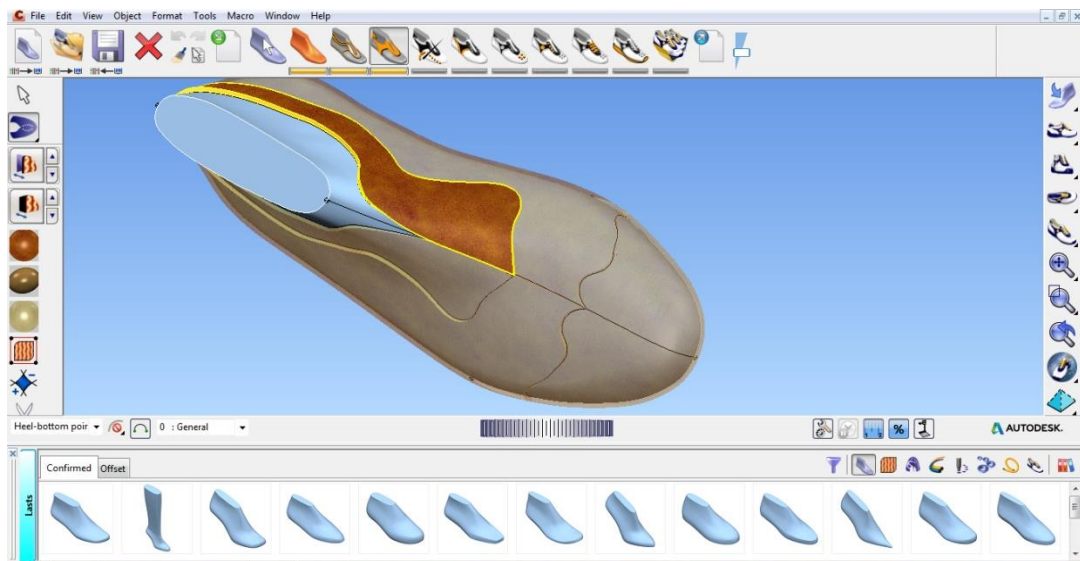


Рисунок 4.40. Створення деталей на колодці чоловічих напівчеревику

Коли деталь активована, можемо змінити її основні параметри, обрати колір та текстуру матеріалу, обробити краї деталей, створити реалістичні строчки (рис. 4.41), використовуючи функції панелі «Деталі», що розташована зліва робочого поля.

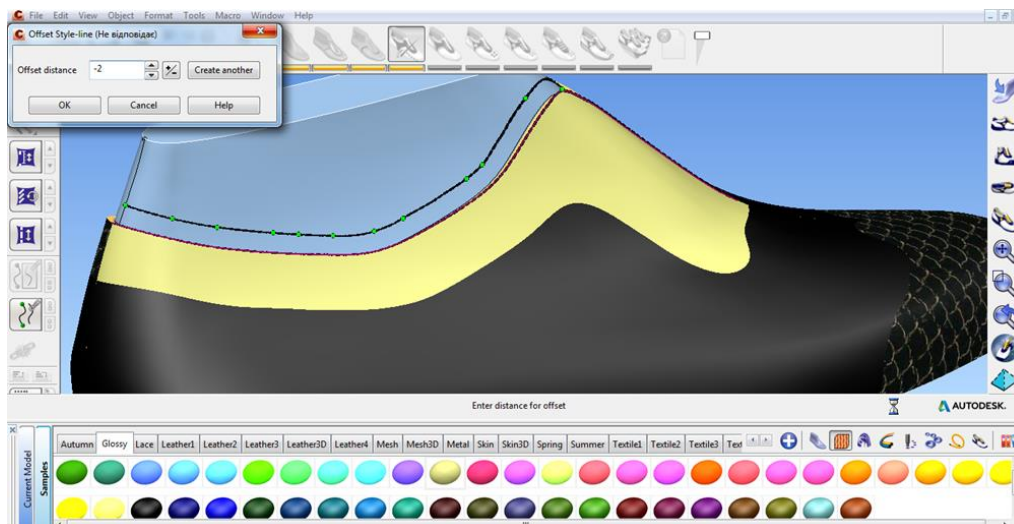


Рисунок 4.41. Створення строчок на моделі чоловічого взуття

Для створення перфорації на деталях взуття тиснемо на «Punch», з'явиться панель інструментів «Перфорація» (рис. 4.42).

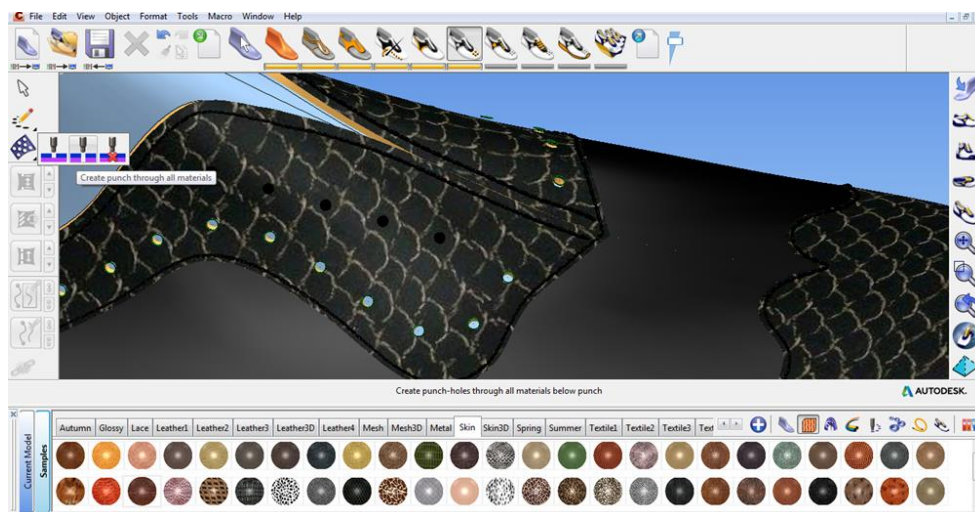


Рисунок 4.42. Створення перфорації на деталях

Останнім етапом моделювання є нанесення шнурівки та додавання деталей низу (рис. 4.43, 4.44).

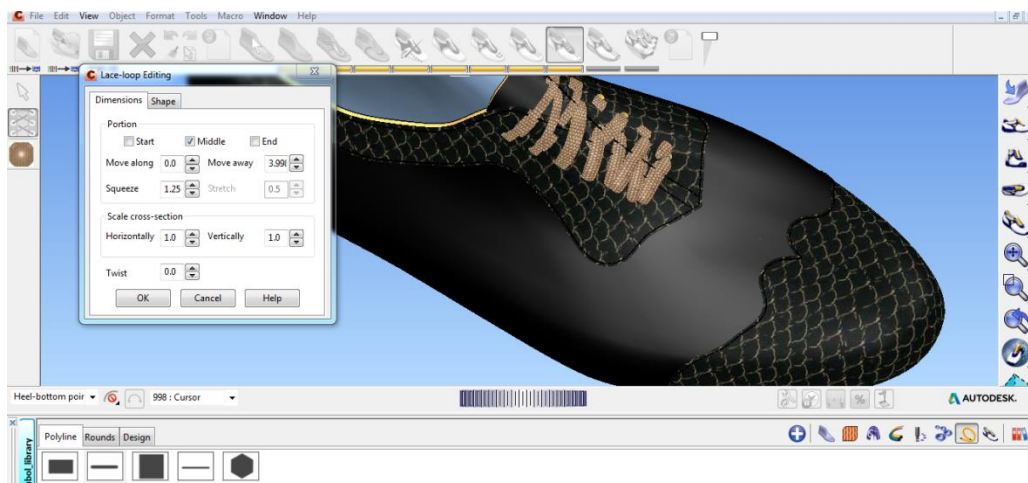


Рисунок 4.43. Нанесення та редагування шнурівки на напівчеревицях

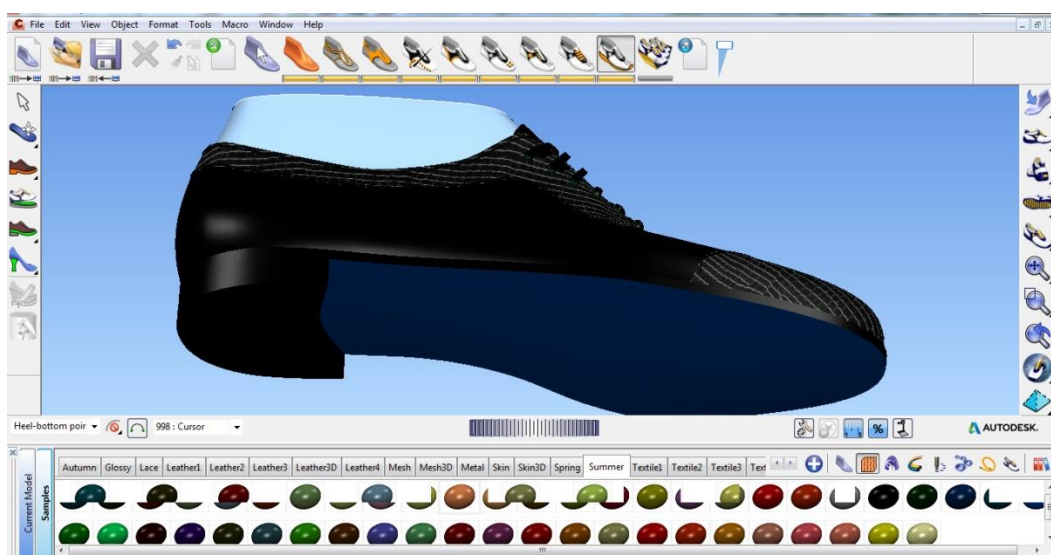


Рисунок 4.44. Створення деталей низу взуття

У результаті на індивідуальній колодці була спроектована модель чоловічих напівчеревицків за індивідуальним замовленням. (рис. 4.45).

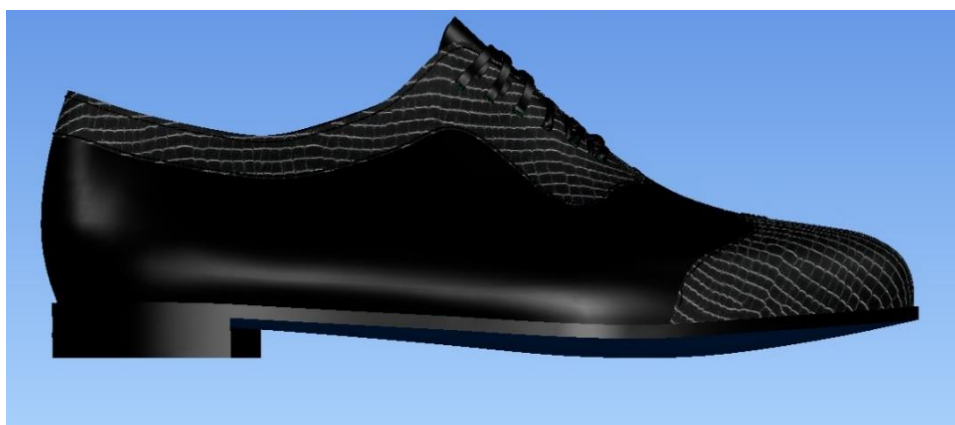


Рис. 4.45. 3D модель взуття за ідивідуальним замовленням в програмному модулі ShoeMaker

Чоловічі напівчеревики з настрочними надблочниками з подовженими крилами проектувалися по індивідуальним параметрам та побажань замовника (рис. 4.46).

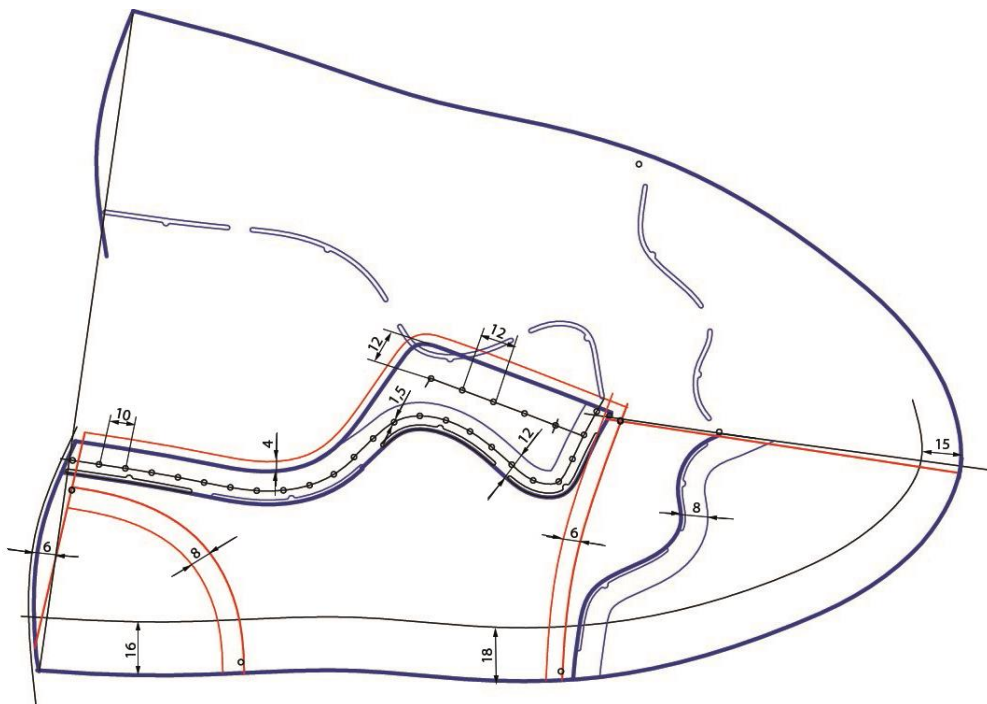


Рис. 4.46. Побудова моделі верху індивідуальних чоловічих напівчеревиків (USM)

Нижче рис. 4.47 наведено фото готової індивідуальної пари чоловічих напівчеревиків.



Рис. 4.47. Фото виготовленої індивідуальної пари напівчеревиків замовника

Випробування виготовлених індивідуальних пар взуття (у кількості 17 пар), згідно до результатів дослідження в умовах масових маркетингових заходах компанії ТОВ «ТТВК» пройшло успішно. Співробітники відзначили підвищений комфорт взуття (Додаток Є).

Висновки до розділу 4

1. Розроблена структурна модель процесу розробки раціональної внутрішньої форми взуття, яка дозволяє виготовити комфортне взуття за індивідуальними антропометричними даними та відчуттями замовника-споживача.

2. За результатами аналізу та анкетування споживачів, які користуються послугами індивідуального пошиву взуття, у кількості 110 осіб, було сформовано діаграму пріоритетів та підібрано досліджуваний асортимент видів натуральної шкіри для виготовлення верху взуття та виявлено необхідні зони коригування взуттєвих існуючих колодок українських виробників, а саме в обхоплювальних параметрах.

3. Запропонована послідовність коригування форми колодок за допомогою твердотілого моделювання в середовищах САПР Delcam Crispin, LastMaker і Power Share, яка дозволяє здійснити конструкторсько-технологічну підготовку для виготовлення коригуючих накладок методом 3D друку. Запропонована методика коригування колодок дозволяє виготовити комфортне взуття за індивідуальними антропометричними даними та відчуттями замовника.

4. Для досягнення підвищення експлуатаційних характеристик у використанні накладок виготовлених за допомогою 3D друку визначали фізико-механічні властивості пластикових матеріалів, були проведені експериментальні дослідження розтягу зразків, отриманих методом 3D друку на модернізованій розривній машині 2167 P-50. З досліджених матеріалів було обрано Elastan D70, який має задовільні фізико-механічні характеристики для виготовлення накладки на колодку та забезпечує подальшу експлуатацію виробу. Визначені раціональні технологічні параметри процесу 3D друку коригуючих накладок.

5. Експериментальним шляхом відповідно до методик ДСТУ ISO 5404:2007, досліджено деформацію деталі союзки з шкіри виросток, хромового методу дублення формовану на існуючу колодку 275 розміру та кориговану накладкою колодку того ж розміру по індивідуальних параметрах стопи замовника. Визначено різницю в поперечних напрямках, а саме в зоні прямого підйому стопи – 12,1 мм, що складає 5% від ширини існуючої заготовки, спроектованої на існуючу колодку.

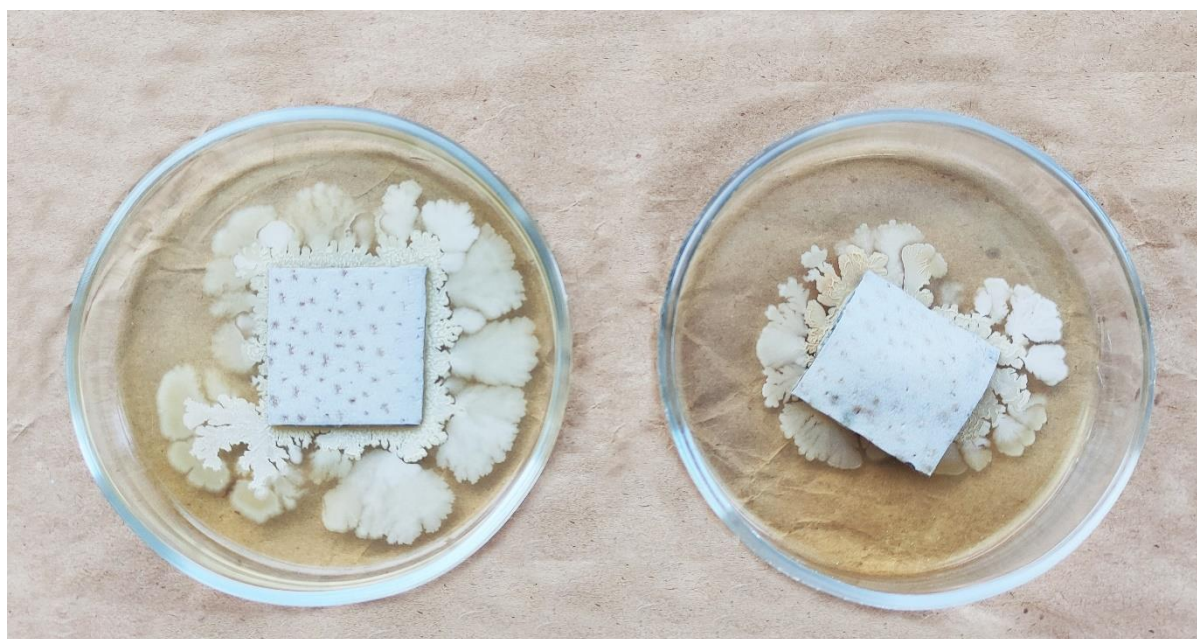
6. В дослідженні визначено фізико-механічні властивості натуральних шкір різних видів (флотар, виросток, крокодил, пітон, страус, ігуана). В результаті слід відмітити, що всі досліджувані зразки натуральної шкіри задовольняють критерії нормативних документів. Зразок шкіри крокодила показав найкращий показник межі міцності при розтягненні, що становить на 21% більше зазначених в нормах стандарту, що характеризує шкіру як міцну та еластичну.

7. За результатами досліджень виготовлено чоловічі напівчеревики з подовженими берцями відповідного розміру, на кориговану колодку індивідуальною накладкою, зі шкіри виросток, хромового методу дублення. Після дослідного носіння трьох тижнів замовником була відмічена позитивна оцінка комфорту та збережений естетичний вигляд взуття. Також, за індивідуальним замовленням виготовлено чоловічі напівчеревики з настрочними берцями зі шкіри пітона (куртус) натурального методу дублення. Випробування виготовлених індивідуальних пар взуття (у кількості 17 пар), згідно до результатів дослідження в умовах масових маркетингових заходах компанії ТОВ «ТТВК» пройшло успішно. Співробітники відзначили підвищений комфорт взуття.

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА ВКЛАДНИХ ГІГІЄНИЧНИХ УСТІЛОК З ТВЕРДОТІЛЬНИМИ ВКЛЮЧЕННЯМИ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН АНТИМІКРОБНОЇ ДІЇ

5.1. Визначення гігієнічних властивостей водних екстрактів лікарських рослин

Вивчення рослинної сировини на пригнічення бактерій викликає певний науковий інтерес. Перед початком дослідження сировини рослинного походження на антибактеріальні властивості, було проведено попереднє дослідження впливу зразків устілок (з таблетованими рослинними вставками та без) на ріст мікроорганізмів. Нестерильні зразки устілок (30*30 мм) розміщували на стерильній поверхні агаризованого поживного середовища NA (Nutrient Agar, HiMedia Ltd.) та витримували 24 години за температури 37°C. Після цього оцінювали ступінь розростання мікроорганізмів по поверхні (рис. 5.1).



а)

б)

Рис. 5.1. Мікробний ріст: а) матеріал устілки (натуральна підкладкова шкіра); б) підкладкова шкіра з таблетованою вставкою з рослинної сировини (чебрець)

В результаті показано зменшення мікробного росту за площею поверхні у зразку з таблетованою вставкою в порівнянні з матеріалом без рослинного наповнення всередині. Це свідчить про наявність антимікробної дії таблетованих вставок рослинного походження та актуальність проведення подальших досліджень.

Під час проведення експерименту з вивчення антимікробної активності екстрактів чебрецю та шавлії, використовували представників грам-негативних культур, а саме *Staphylococcus aureus*, *P.aeruginosa* ATCC 27853 та *K.pneumoniae* ATCC 10031.

Pseudomonas aeruginosa (Синьогнійна паличка) (рис. 5.2) – поширена бактерія, яка може викликати захворювання у тварин і людей. Вона зустрічається в ґрунті, воді, шкірній флорі та більшості антропогенних середовищ у всьому світі. Це умовно-патогенний мікроорганізм для людини [127]. Цей штам бактерій зазвичай використовують для перевірки антимікробної активності.

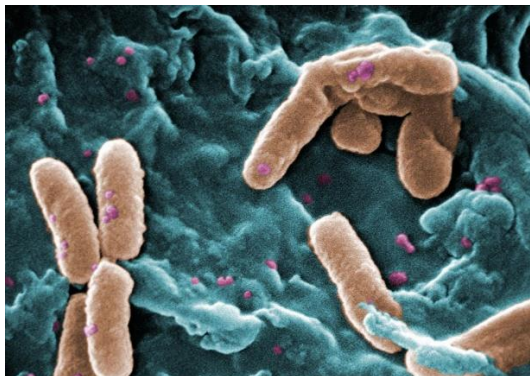


Рис. 5.2. *Pseudomonas aeruginosa*, СЕМ комп'ютерне забарвлення

Klebsiella pneumoniae (клебсієла пневмонії, паличка Фрідлендера) (рис. 5.3) [128-131] є важливим умовно-патогенним мікроорганізмом і частою причиною внутрішньолікарняних інфекцій. Інфекції *K. pneumoniae* можуть виникнути практично на будь-якій ділянці тіла. На відміну від багатьох інших бактеріальних збудників, *K. pneumoniae* поширений у природі всюди [132, 133]. Повсюдність *K. pneumoniae* у природі та загальна здатність цих штамів заражати

людей можуть пояснити високу частоту опортуністичних інфекцій, спричинених ЦИМ ВИДОМ.



Рис. 5.3. *Klebsiella pneumoniae*, СЕМ

В результаті досліджень було показано, що водні екстракти шавлії та чебрецю інгібують приріст біомаси грам-негативних бактерій в планктонній культурі (Рис. 5.4, 5.5). Слід відмітити, досліджувані клітини перебували у стані стреса, через розбавлення поживного середовища, для отримання різної концентрації розчину рослинних екстрактів (0,5 – 5%). Розрахункові дані впливу водного екстракту чебрецю та шавлії на ріст грам-негативних бактерій в планктонній культурі наведено в Додатку Д, табл. Д.1.

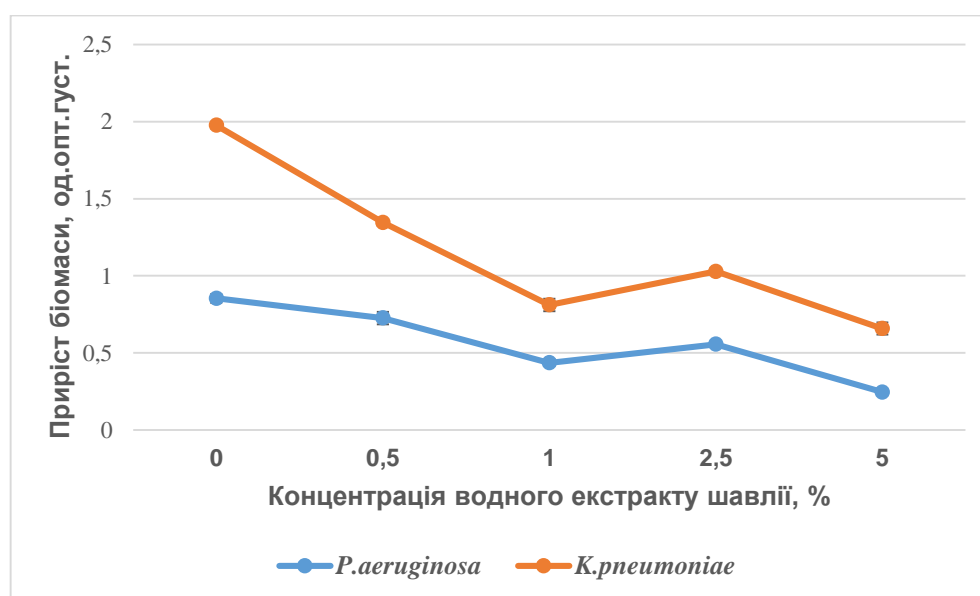


Рис. 5.4. Вплив водного екстракту шавлії на приріст біомаси грам-негативних бактерій в планктонній культурі.

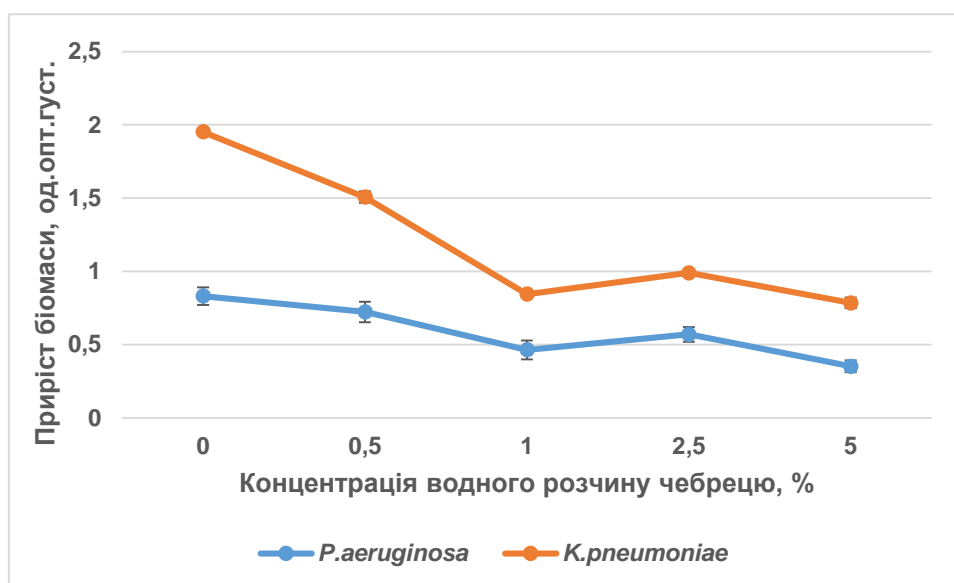


Рис. 5.5. Вплив водного екстракту чебрецю на приріст біомаси грам-негативних бактерій в планктонній культурі.

Результати пригнічення росту бактерій рослинною сировиною в планктонній культурі наведені в табл. 5.1.

Табл. 5.1

Результати пригнічення росту грам-негативних бактерій в планктонній культурі.

№ п/п	Назва рослинної сировини	Пригнічення <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , %				Пригнічення <i>Klebsiella pneumoniae</i> , %			
		Концентрація водного розчину, %							
		0,5%	1,0%	2,5%	5,0%	0,5%	1,0%	2,5%	5,0%
1	Чебрець	14,0	44,3	31,5	57,7	30,0	66,0	62,5	61,4
2	Шавлія	15,0	49,0	34,9	71,2	44,8	66,6	58,0	63,3

З отриманих результатів (табл. 5.1) можна зазначити, що досліджена рослинна сировина чебрецю та шавлії має досить високий інгібуючий ефект на грам-негативні бактерії в планктонній культурі. А саме, при концентрації водного розчину чебрецю 1,0% та 5,0% відбувається найбільше пригнічення росту бактерії *Pseudomonas aeruginosa* на 44,3% та 57,7% відповідно, при концентрації водного розчину шавлії 1,0% та 5,0% пригнічення росту бактерії *Pseudomonas aeruginosa* на 49,0% та 71,2% відповідно. Найкращі результати для пригнічення бактерії *Klebsiella pneumoniae* при водному розчині чебрецю 1% та 2,5%, що пригнічують ріст на 66,0% та 62,5% відповідно. При концентрації водного розчину шавлії 1% та 5% відбувається пригнічення росту на 66,6% та 63,3% відповідно.

При дослідженні впливу водних екстрактів шавлії та чебрецю на біоплівкоутворення грам-негативних бактерій був показаний ефект інгібування приросту біомаси в стаціонарній культурі (Рис. 5.6, 5.7) та стимуляції прикріплення клітин до поверхні (Рис. 5.8, 5.9) для обох трав. Підвищення рівня прикріплення клітин до поверхні може бути пов'язано з наявністю мікрочастинок трав в екстрактах, що слугують додатковою поверхнею для бактерій.

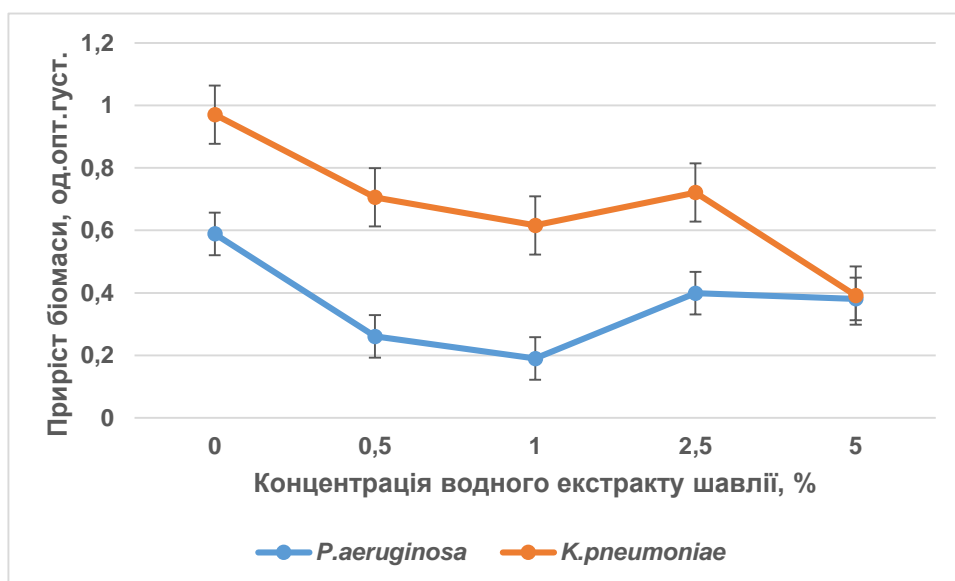


Рис. 5.6. Вплив водного екстракту шавлії на приріст біомаси грам-негативних бактерій в стаціонарній культурі (біоплівка).

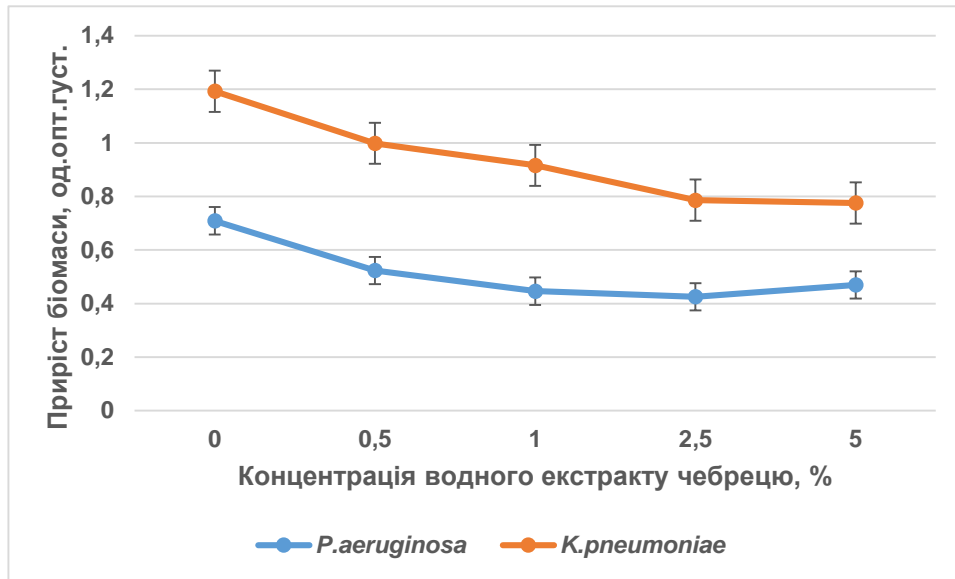


Рис. 5.7 Вплив водного екстракту чебрецю на приріст біомаси грам-негативних бактерій в стаціонарній культурі (біоплівка).

Розрахункові дані впливу водного екстракту чебрецю та шавлії на ріст грам-негативних бактерій в стаціонарній культурі (біоплівка) наведено в Додатку Д, табл. Д.2.

Результати пригнічення росту бактерій рослинною сировиною в стаціонарній культурі наведені в табл. 5.2.

Результати пригнічення росту грам-негативних бактерій в стаціонарній культурі (біоплівка).

Таблиця 5.2

№ п/п	Назва рослинної сировини	Пригнічення <i>Pseudomonas</i> <i>aeruginosa</i> , %				Пригнічення <i>Klebsiella</i> <i>pneumoniae</i> , %			
		Концентрація водного розчину, %							
		0,5%	1,0%	2,5%	5,0%	0,5%	1,0%	2,5%	5,0%
1	Чебрець	68,5	79,3	40,0	33,7	1,9	3,0	25,5	36,8
2	Шавлія	55,7	67,7	32,2	35,3	-16,6	-11,6	15,5	97,2

Аналізуючи результати табл. 5.2, зазначимо що кращого результату пригнічення росту грам-негативних бактерій в стаціонарній культурі досягає концентрація водного розчину чебреця 1% на бактерію *Pseudomonas aeruginosa*, що складає 79,3%, концентрація водного розчину чебреця 5,0% на бактерію *Klebsiella pneumoniae* – 35,8%. Водний розчин шавлії концентрацією 1,0% пригнічує ріст бактерії *Pseudomonas aeruginosa* на 67,7%, концентрацією 5,0 % пригнічує ріст бактерії *Klebsiella pneumoniae* на 97,2%.

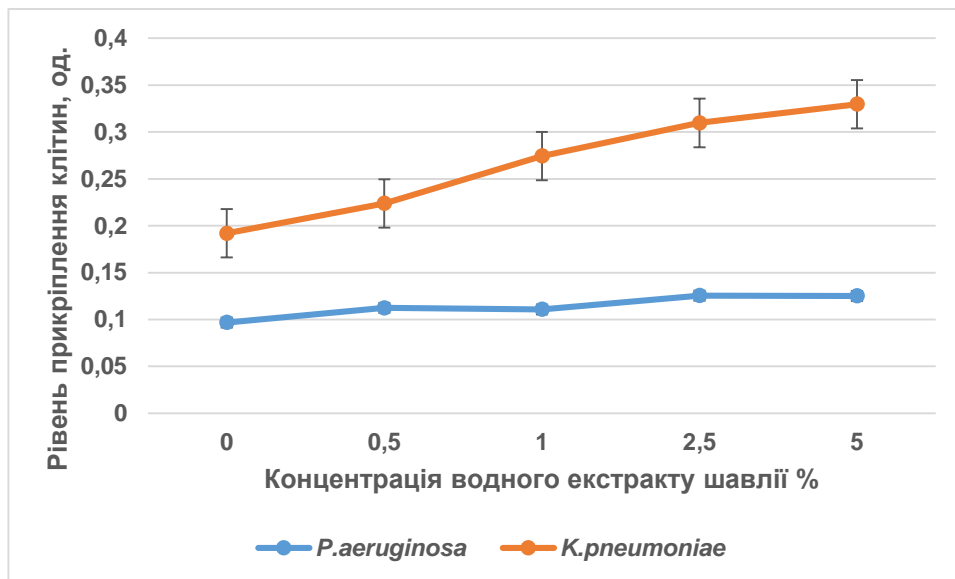


Рисунок 5.8. Вплив водного екстракту шавлії на рівень прикріплення клітин грам-негативних бактерій в стаціонарній культурі (біоплівка).

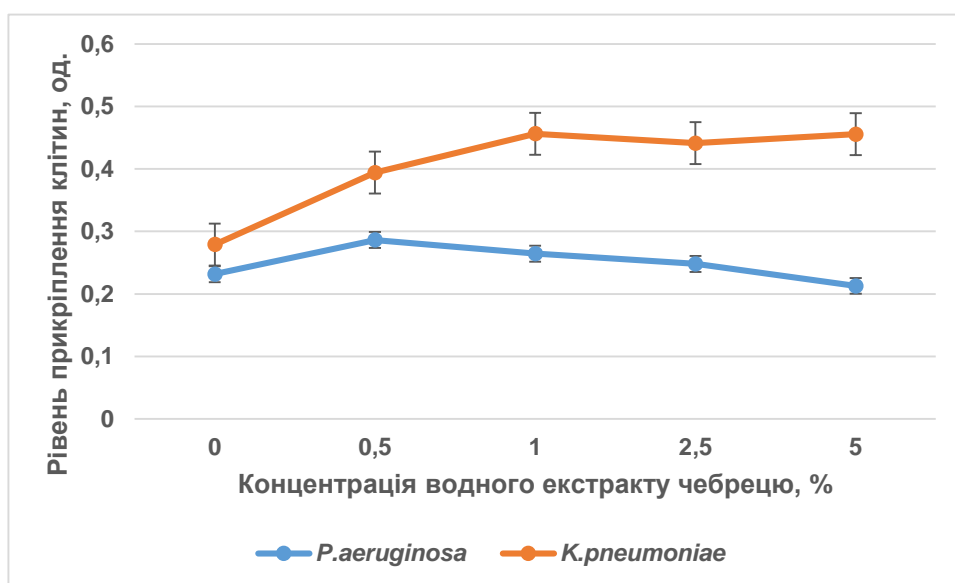


Рисунок 5.9. Вплив водного екстракту чебрецю на рівень прикріплення клітин грам-негативних бактерій в стаціонарній культурі (біоплівка).

Розрахункові дані впливу водного екстракту чебрецю та шавлії на прикріплення клітин грам-негативних бактерій в стаціонарній культурі (біоплівка) наведено в Додатку Д, табл. Д.3.

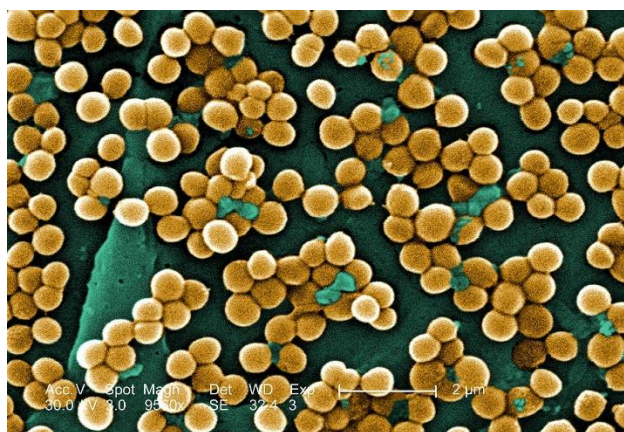
Результати прикріплення клітин бактерій в стаціонарній культурі наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3

Рівень прикріплення клітин бактерій в стаціонарній культурі

№ п/п	Назва рослинної сировини	Прикріплення <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , %				Прикріплення <i>Klebsiella</i> <i>pneumoniae</i> , %			
		Концентрація водного розчину, %							
		0,5%	1,0%	2,5%	5,0%	0,5%	1,0%	2,5%	5,0%
1	Чебрець	-23,6	-14,1	-7,1	8,1	-127,7	-304,8	-307,5	-412,3
2	Шавлія	10,3	57,5	68,8	53,8	-8,4	43,2	55,1	61,8

Staphylococcus aureus (золотистий стафілокок) (рис. 5.10) – грампозитивна умовно-патогенна бактерія, поширена повсюдно. У нормі золотистий стафілокок може перебувати у людини на слизовій оболонці носа, в черевній порожнині та на шкірі [134-136].

Рис. 5.10. Фото *Staphylococcus aureus*

Графічна інтерпретація результатів експериментальних досліджень представлена на рис. 5.11, 5.12.

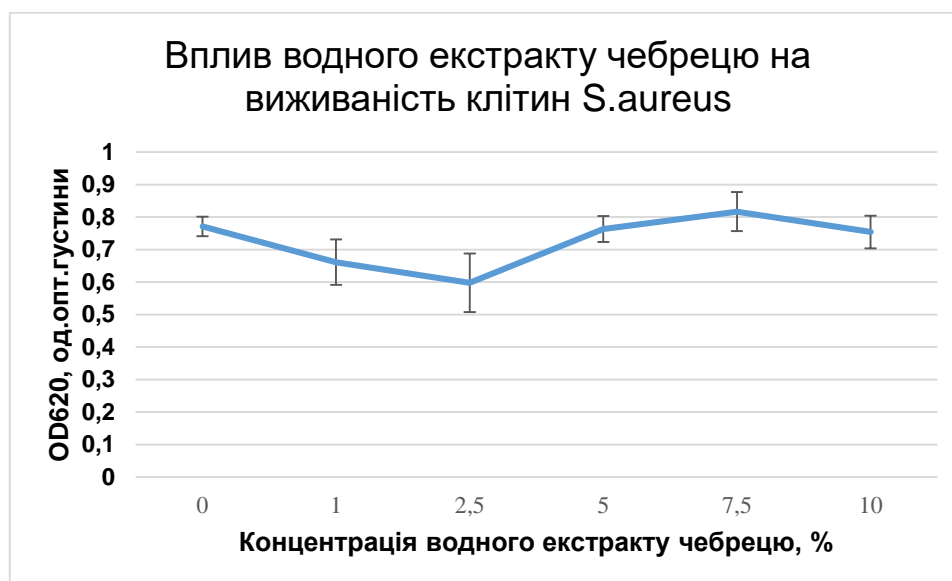


Рис. 5.11. Вплив водного екстракту чебрецю на приріст біомаси клінічного ізоляту *S.aureus* 1536 за оптичною густиною (OD₆₂₀).

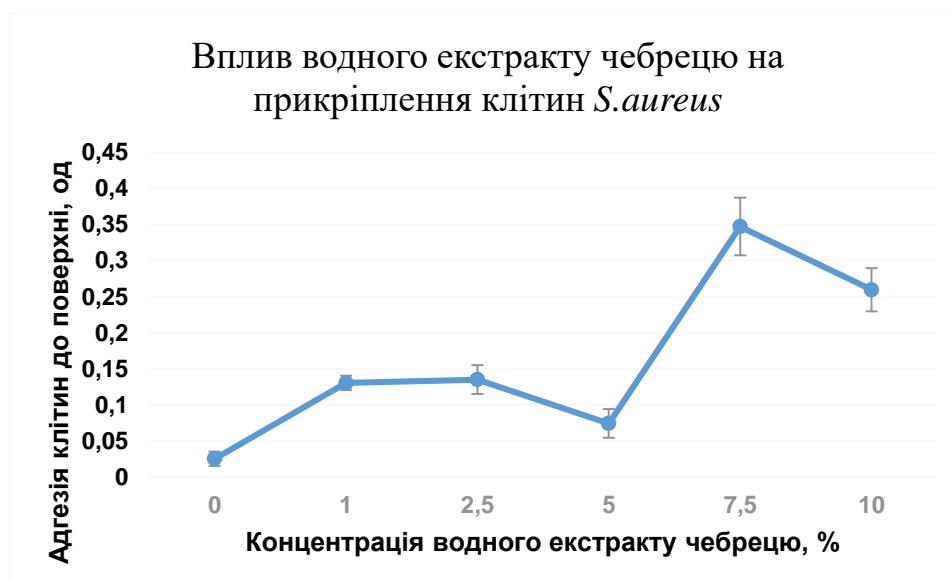


Рис. 5.12. Вплив водного екстракту чебрецю на адгезію клітин клінічного ізоляту *S.aureus* 1536 до поверхні (фарбування кристалічним фіолетовим за довжини хвилі 570 нм)

Отже, застосування водного екстракту чебрецю концентрацією 2,5% водного екстракту знижувала показник приросту біомаси біомаси грам-негативних бактерій на 22%. В одночас, спостерігали збільшення адгезії клітин бактеріального штаму до поверхні з підвищенням концентрації водного екстракту чебрецю. Це, ймовірно, може бути пов'язано з фізико-хімічними особливостями екстракта та його мікрочастинок, що могли виконувати функцію додаткової поверхні для бактеріальних клітин або певним чином впливати на агрегацію клітин.

Таким чином, проведені експерименти показали, що рослинні екстракти чебрецю лікарського та шавлії можуть мати значну антимікробну активність.

Отримані результати дають змогу стверджувати, що екстракти рослинної сировини можуть мати нові властивості, і саме тому ця робота має перспективу продовження.

Завдяки таблетованим вставкам вкладні гігієнічні устілки підвищують антибактеріальну властивість та дезодоруючі характеристики у внутрішньому просторі взуття, що підвищує споживчу цінність індивідуальним виробам.

5.2. Розробка засобів (гігієнічних устілок) для зберігання взуття

Присутність у вкладній устілці твердотільних вставок з сировини рослинного походження проводить абсорбацію поту і запаху, та збагачує устілку гігієнічними властивостями.

В розробці складу таблеток (методом прямого пресування) з подрібненої лікарської сировини (чебрецю та шавлії), як допоміжні речовини використано нове покоління ефективних багатофункціональних допоміжних речовин на основі низькозаміщеної гідроксипропілцелюлози L-НРС марок LH-11 та NBD-022 (Skin-Etsu Chemical Co., Ltd (офіційний партнер HARKE Pharma GmbH, Німеччина), застосування яких дозволяє одержувати таблетки методом прямого пресування. Додавання аеросилу забезпечує надання адсорбуючих властивостей засобу, що також розширює функціональні можливості засобу.

Виконання сировини рослинного походження у таблетованому вигляді не створює пилу і бруду та не забиває пори шарів матеріалу, крізь які відбувається дезодорація та усунення неприємних запахів та гігієнічну дію, це підвищує якість і користь дії на внутрішній простір та внутрішню поверхню взуття, таким чином зберігаються функціональні властивості вкладної устілки та збільшується термін експлуатації гігієнічних засобів. Виконання отворів на шарах матеріалу устілки підвищує циркуляцію повітря, що підвищує дію дезодорації та дію антимікробних властивостей внутрішній поверхні та простору взуття, укріплення отворів фурнітурою, захищає їх краї від пошкодження.

Було розроблено конструкції гігієнічних антибактеріальних устілок (рис. 5.13) [137-141].

При проектуванні вкладних гігієнічних устілок додержувалися класичних методик проектування устілки для взуття. Вкладну гігієнічну устілку проектували по сліду обраної за фасоном колодки (знімали зліпок з ходової частини колодки за допомогою липкої стрічки). На отриманій розгортці сліду робимо необхідні позначення (фасон колодки, повнота, розмір, довжина сліду). Отриманий шаблон наклеюємо на щільний папір та робимо незначні корективи.

Коригуємо гігієнічну устілку в п'ятковій частині так, щоб вона була ширша за основну на 2,0 мм, в зовнішньої частини устілку збільшують від основної на 2,5 -3,0 мм, у геленковій зоні збільшують на 3,0 мм, у зоні пучків устілки повинні співпадати по розмірам, у носковій зоні необхідно скоротити по довжині на 3,0 мм. Для зістрочування шарів матеріалу по контуру устілки добавляємо по 4,0 мм, і 4,0 мм за рахунок об'ємної форми таблетованих вставок.

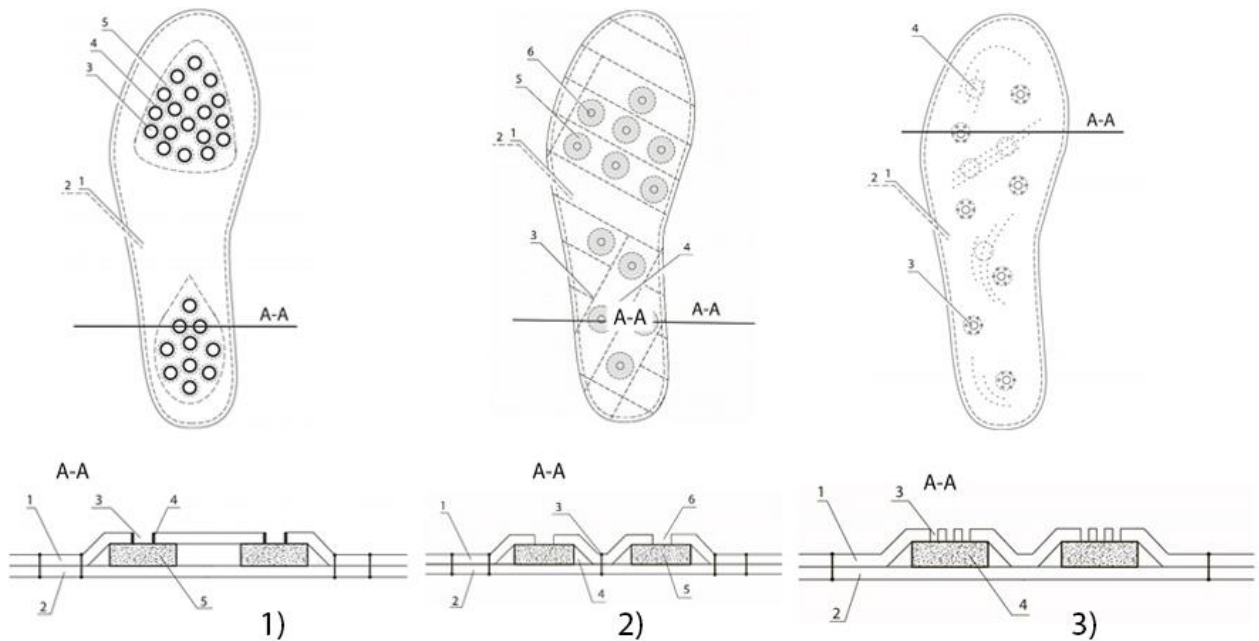


Рис. 5.13. Загальний вид вкладних гігієнічних устілок

Позначення до вкладної устілки 1 (рис. 5.13, 1):

- 1 – 2 – шари матеріалу;
- 3 – отвори для кращої дезодорації
- 4 – укріплена фурнітура;
- 5 – рослинна сировина у таблетованому вигляді.

Позначення до вкладної устілки 2 (рис. 5.13, 2):

- 1 – 2 – шари матеріалу;
- 3 – прострочені перемички;
- 4 – утворені комірки порожнини;
- 5 - рослинна сировина у таблетованому вигляді;
- 6 – отвори у шарах.

Позначення до вкладної устілки 3 (рис. 5.13, 3):

- 1 – 2 – з'єднані шари матеріалу;
- 3 – отвори;
- 4 - рослинна сировина у таблетованому вигляді.

Вкладні гігієнічні засоби можуть бути виготовлені з натуральної сировини (шкіри), текстильних матеріалів, еко шкіри, та ін.

Табл. 5.4

Технологічний процес складання вкладних гігієнічних устілок

№ п/п	Процес, операція	Характер роботи: Р/М	Використане устаткування	Допоміжні матеріали	Технологічні режими
1.	Розкрій шаблонів устілки	Р	Робочий стіл	ніж-різак	Розкрій устілок проводимо чітко по шаблону
2.	Нанесення міток для таблетованих вставок та отворів з бахтармяної сторони	Р	Робочий стіл	Ручка, розміточний шаблон устілки	Мітки наносимо чітко з розробленого шаблону устілки за допомогою ручки
3.	Пробивання отворів для фурнітури	Р	Робочий стіл	Пробійник, плита пробивальна	Отвори виконуються по зазначених мітках
4.	Установка фурнітури по мітках на 1 з шарів матеріалу	Р	Робочий стіл	Прес для установки фурнітури	Підібрані люверси встановлюють по зазначених мітках, по центру.

5.	Викладання твердотільних вставок по рядах	Р	Робочий стіл	Лінійка	Гігієнічні встаки викладають чітко у відмічених місцях
6.	Прострочення рядів вставок на устілці	М	Pfaff 338кл	Нитки 65ЛХ; голки № 90- 100	Кожен ряд прокладених твердотільних вставок прострочують по черзі, кіл-ть стібків 3-4 на 10 мм шва.
7.	Зістрочування країв (з'єднання шарів матеріалу) гігієнічної устілки по краю таблетованих вставок	М	Pfaff 338кл	Нитки 65ЛХ; голки № 90- 100	Відстань від таблетованих вставок 3,0-4,0 мм. Кіл-ть стібків 3-4 на 10 мм шва.
8.	Обрізання, вирівнювання краю по контуру устілки	Р	Робочий стіл	Шаблон, ножиці, ніж- різак	Залишати відстань до від контуру краю до строчки 2,0 – 3,0 мм

9.	Чищення гігієнічної устілки	Р	Робочий сті	Щітка	Необхідно очистити виріб від пилу та бруду
----	-----------------------------	---	-------------	-------	--

Вкладні гігієнічні устілки працюють таким чином:

Після використання у взуття вкладають гігієнічну устілку, при цьому крізь отвори, що розташовані щонайменше на одному з шарів матеріалу, за рахунок розміщення в порожнинах, утворених перемичками, сировини рослинного походження у таблетованому вигляді відбувається надання антибактеріальних (гігієнічних) властивостей та ефект дезодорації (усунення неприємних запахів) натуральними речовинами внутрішньому простору та поверхні взуття.

Взуття при носінні, після використання вказаної вкладної устілки, забезпечує комфортні та гігієнічні умови стопи.

На рис. 5.14 зображені вкладні гігієнічні устілки у взуття різних конструкцій.



Рис. 5.14. Фото виготовлених вкладних устілок

Згідно до результатів дослідження, була проведене дослідне носіння в умовах повсякденного носіння устілок у взуття співробітниками головного офісу компанії ТОВ «ТТВК» протягом 2 тижнів, використання гігієнічних засобів покращило гігієнічний стан внутрішнього простору та поверхні індивідуального взуття (Додаток Ж).

5.3 Дослідження вкладних гігієнічних засобів для взуття

Наразі спостерігається підвищення інтересу до рослинної сировини як до основи біологічно активних речовин, які можна використовувати для покращення гігієнічних властивостей взуття. Властивості екстрактів лікарських трав та вплив їх гігієнічних властивостей практично не визначено, тому були проведені дослідження антимікробних властивостей сировини: лікарського чебреця звичайного та шавлії. Відомо, що протимікробні властивості рослинна сировина має за рахунок вмісту в ній ефірних олій.

Лікарська шавлія містять ефірну олію 1,5-2,5% – біциклічні монотерпеноїди (борнеол, туйон, борнілацетат, цинеол, камфен та β -пінен), ди- і тритерпеноїди (розмаринова кислота (2-3%), рослина має високу біологічну активність [142-146].

Лікарський чебрець звичайний містить монотерпенові феноли (карвакрол і п-цимол, тимол, ліналоол, α -пінен, α -борнеол, γ -терпінен, каріофілен), які проявляють протимікробні та дезодоруючі властивості [147-149].

Характеристика досліджуваних лікарських рослин наведена у табл. 5.5.

Таблиця 5.5

Характеристика обраних лікарських рослин

Назва рослини	Родина	Лікарська форма	Діюча речовина	Фармакологічний ефект
1	2	3	4	5
Чебрець звичайний (Timus sepyllum)	Губоцвітих (Lamiaceae)	Настій, відвар, екстракт трави	Ефірна олія (основний компонент тимол), флавоноїди, дубильні та	Бактерицидна, знеболювальна дія

			гіркі речовини	
Шавлія лікарська (Salvia officinalis)	Губоцвітих (Lamiaceae)	Примочки, обмивання, місцеві і загальні ванни	Ефірна олія, дубильні речовини (4%), терпени, гіркоти, флавоноїди, кумарин	Протизапальна, дезинфікуюча, дія;

Враховуючи вище наведене з табл. 5.5, для вкладних гігієнічних устілок використовували представленні лікарські трави у подрібленому та спресованому таблетованому вигляді. Технологічні характеристики таблетованих вставок з подріблених трав (рис. 5.15) наведено у табл. 5.6.



Рис. 5.15. Таблетовані вставки з рослинної сировини та гігієнічна устілка

Таблиця 5.6
Технологічні характеристики таблетованих вставок з подріблених лікарських трав

Показники	Чебрець звичайний лікарський	Шавлія лікарська
Розміри, мм: Ød	10,0	8,0
висота	3,0	3,0
Маса, г	2,6	2,4
Вміст масла, %	1,0-2,1	1,5-2,5
Вміст білка%	20,0-30,0	13,0-20,0

Досліджено паропроникність та вміст вологи вкладних гігієнічних засобів для взуття, а саме підкладкова шкіра з яких виготовлені устілки, рослинна сировина та шкіра з рослинними твердотільними вставками.

Відносну паропроникність(C) виражають у відсотках (%) та обчислюють за формулою

$$C = \frac{\Delta m}{m_1} 100 \quad (5.1)$$

де Δm - втрата маси пари води досліджуваних зразків вкладної устілки після 6 год досліджу;

m_1 - середнє арифметичне втрати маси пари

Результати паропроникності занесені в табл. 5.7.

Таблиця 5.7

Результати визначення паропроникності

Номер зразка	Робоча площа зразка, см ²	Маса стаканчика зі зразком, г			Маса стаканчика без зразка, г			Паропроникність	
		Після витримки, год		Втрата маси за 6 годин досліджу	Після витримки, год		Втрата маси за 6 годин досліджу	Відносна, %	Абсолютна мг/см ² год
		18	24		18	24			
Холостий 1 без зразка	4.9				88,995	88,918	0,077		
Холостий 2 без зразка					88,411	88,333	0,078		
Середнє		0,0775							
Шкіра + Шавлія 1		89,743	89,693	0,050					
Шкіра + Шавлія 2		93,729	93,681	0,048					
Середнє		0,049						63,2	0,0017
Шкіра + Чебрець 1		90,518	90,480	0,038					
Шкіра + Чебрець 2		87,863	87,823	0,040					
Середнє		0,039						50,3	0,0013

Шкіра Без таблеток									
	85,82 5	85,78 0	0,045					58,1	0,0015

З отриманих результатів (табл. 5.7), можна зазначити, що відносна паропроникність вкладних гігієнічних устілок у взуття включає: матеріал устілки підкладкова шкіра в два шари за ГОСТ 940–81 – 58,1%, два шари шкіри з таблетованою вставкою посередині з рослинної сировини лікарської шавлії – 63,2%, з таблетованою вставкою посередині з рослинної сировини лікарського чебрецю – 50,3%. Всі показники відповідають нормативним вимогам ГОСТ 940-81 Шкіра для підкладки (свиняча) не менше 37% [150].

Вміст досліджуваної вологи зразків визначають за формулою:

$$x = \frac{a-b}{a} 100\% \quad (5.2)$$

де a - маса наважки досліджуваних зразків гігієнічних вставок до сушіння, г;

b - маса наважки досліджуваних зразків гігієнічних вставок після сушіння, г.

Результати досліджень наведені в табл. 5.8

Таблиця 5.8

Визначення вмісту вологи

Назва зразка	Номер бюкса	Маса порожнього бюкса, г	Наважка, г	Маса бюкса після сушки разом з наважкою, г	Наважка після сушки, г	Волога, %
Трави						
Чебрець1	208	20,479	2,470	22,694	2,215	10,3
Чебрець2	346	21,431	2,463	23,640	2,209	10,3
Шавлія 1	262	21,869	2,471	24,085	2,216	10,3
Шавлія 2	168	20,691	2,545	22,973	2,282	10,3
Устілки з наповненням						
Шавлія 1	160	20,216	2,625	22,498	2,282	13,1
Шавлія 2	132	21,595	2,550	23,815	2,220	13,0
Чебрець 1	331	19,722	2,706	22,066	2,344	13,2
Чебрець 2	336	21,289	2,529	23,482	2,192	13,3
Устілка без трав						

Устілка без трав 1	237	20,397	2,532	22,576	2,179	14,0
Устілка без трав 2	147	22,422	2,519	24,587	2,165	14,0

Проаналізувавши результати експерименту на вологовміст вкладних гігієнічних засобів у взуття (табл. 5.8), зазначимо, що всі використані матеріали відповідають нормативним вимогам (10 - 16%) та є нешкідливими для людини за ДСТУ 2726-94 Шкіра для верху взуття. Технічні умови [97]. Вологовміст використаної шкіри для устілки становить – 14,0 %, вологовміст рослинної сировини – 10,3 %, вологовміст шкіри з таблетованими рослинними вставками – 13,0 - 13,3 %.

Висновки до розділу 5

1. Результати експериментальних досліджень щодо пригнічення росту грам-негативних культур: *Staphylococcus aureus*, *P.aeruginosa* та *K.pneumoniae* водними розчинами чебрецю і шавлії свідчать про можливість використання лікарських рослин для виготовлення вкладних гігієнічних устілок. Застосування водного екстракту чебрецю та шавлії значно знижувала показник приросту біомаси грам-негативних бактерій.

2. Для покращення гігієнічних характеристик внутрішнього простору взуття, в роботі представлені вкладні гігієнічні засоби з твердотільними вставками у вигляді таблеток з рослинної сировини лікарського чебрецю та шавлії. Наведено технологічну характеристику таблетованих вставок з рослинної сировини. Отримано результати паропроникності та вмісту вологи у досліджуваних зразках, які відповідають нормативним значенням по ГОСТ 940–81, та є безпечними для стопи людини, і саме тому ця робота має перспективу продовження.

3. Розроблені вкладні гігієнічні засоби для взуття покращують гігієнічні властивості взуття, чим подовжують термін експлуатації індивідуальних виробів та покращують комфорт стопи. Ефективність устілок підтверджена дослідним

носінням співробітниками головного офісу компанії ТОВ «ТТВК» (кількість виготовлених засобів – 55 пар), користувачі зазначили покращення гігієнічного та дезодоруючого ефекту внутрішнього простору взуття.

4. Завдяки таблетованим вставкам вкладні гігієнічні устілки підвищують антибактеріальну властивість та дезодоруючі характеристики у внутрішньому просторі взуття, що підвищує споживчу цінність індивідуальним виробам.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В результаті виконаних комплексних теоретичних і експериментальних досліджень вирішено важливу науково-технічну проблему вдосконалення конструкторсько-технологічної підготовки взуття за індивідуальним замовленням в системі формування споживчої цінності виробів, що дозволило підвищити їх комфортність і гігієнічність.

2. На основі проведеного аналітичного огляду методів і засобів конструкторсько-технологічної підготовки у виробництві взуття за індивідуальним замовленням встановлено, що не всі індивідуальні особливості та параметри стопи замовника і побажання щодо використаних матеріалів враховуються при проектуванні та виготовленні взуття. Сформульовані завдання досліджень, спрямовані на підвищення споживчої цінності взуття.

3. Розроблена математична модель силової взаємодії верху макета-трансформера взуття і стопи споживача, яка враховує геометричні параметри і фізико-механічні властивості елементів системи «взуття – стопа». Коректність запропонованої моделі підтверджена результатами експериментальних досліджень, проведених з використанням розробленої вимірювальної системи, яка включає макет-трансформер верху взуття і комп'ютерну систему з датчиками тиску.

4. Визначені взаємозалежності між тиском на стопу, співвідношенням геометричних параметрів верху взуття та стопи і відчуттям рівня комфорту споживача. Встановлені величини комфортного тиску верху взуття на стопу, який у стані стояння сягає $10491,2 \pm 45$ Па. При цьому в процесі ходьби тиск підвищується до $11039,0 \pm 45$ Па. Різниця даних значень дорівнює $547,8 \pm 45$ Па. Для того, щоб замовник відчував комфорт не тільки стоячи, а й при ходьбі, в умовах стояння запропоновано зменшити тиск на стопу на величину встановлено різниці $547,8 \pm 45$ Па.

5. В результаті проведення двофактного експерименту другого порядку встановлені значення рівня комфорту в залежності від тиску в антропометричних

точках тиску підйому та висоти п'ятки стопи. Оптимальні значення тиску у точці підйому 13,165 кПа та точці висоти п'ятки 8,251 кПа. При цих значеннях технологічних параметрів досягається максимальне значення рівня комфорту взуття 99,611.

6. Запропонований метод коригування форми колодок накладками, виготовленими методом 3D друку, з використанням твердотілого моделювання в середовищах САПР Delcam Crispin, LastMaker і Power Shape, що дозволяє розширити можливості конструкторсько-технологічної підготовки виробництва взуття на замовлення. Запропонована методика коригування колодок дозволяє виготовити комфортне взуття за індивідуальними антропометричними даними, враховуючи відчуття комфорту замовника-споживача.

7. За результати експериментальних досліджень технологічного процесу 3D друку визначені фізико-механічні властивості друкованих зразків з різних пластикових матеріалів. Для виготовлення коригуючих накладок обрано пластиковий матеріал Elasthan D70. Визначені раціональні технологічні параметри процесу 3D друку коригуючих накладок: температура друку 250 °С; температура платформи 90 °С; швидкість друку 50 мм/с; усадка при друку 0,7%; щільність кришки підтримки, 24%.

8. Експериментальним шляхом відповідно до методик ДСТУ ISO 5404:2007, досліджено деформацію деталі союзки з шкіри виросток, хромового методу дублення, формовану на існуючу колодку 275 розміру та кориговану накладкою колодку того ж розміру, по індивідуальних параметрах стопи замовника. Визначено різницю в поперечних напрямках, а саме в зоні прямого підйому стопи – 12,1 мм, що складає 5% від ширини існуючої заготовки, спроектованої на існуючу колодку.

9. Визначені фізико-механічні властивості натуральних шкір різних видів (флотар, виросток, крокодил, пітон, страус, ігуана). В результаті слід відмітити, що всі досліджувані зразки натуральної шкіри задовольняють критерії нормативних документів. Зразок шкіри крокодила показав найкращий показник

межі міцності при розтягненні, що становить на $1,81 \times 9,8$ МПа, що на 21% перевищує зазначений показник в нормах стандарту і характеризує шкіру як міцний та еластичний матеріал для виготовлення взуття високої якості.

10. Результати експериментальних досліджень щодо пригнічення росту грам-негативних культур: *Staphylococcus aureus*, *P.aeruginosa* та *K.pneumoniae* водними розчинами чебрецю і шавлії свідчать про можливість використання лікарських рослин для виготовлення вкладних гігієнічних устілок. Застосування водного екстракту чебрецю та шавлії значно знижувала показник приросту біомаси грам-негативних бактерій. Отримані результати дослідження вкладних гігієнічних вставок на пригнічення росту бактерій дозволяють стверджувати, що екстракти рослинної сировини (чебрецю і шавлії) досить діючі та підвищують споживчу цінність індивідуальним виробам.

11. Для покращення гігієнічних характеристик внутрішнього простору розроблені вкладні гігієнічні засоби з твердотільними вставками у вигляді таблеток з рослинної сировини лікарського чебрецю та шавлії. Наведено технологічну характеристику таблетованих вставок з рослинної сировини. Отримано результати паропроникності та вмісту вологи у досліджуваних зразках, які відповідають нормативним значенням по ГОСТ 940–81, та є безпечними для стопи людини., і саме тому ця робота має перспективу продовження.

12. Результати дисертаційної роботи впроваджені у виробництво і навчальний процес кафедри конструювання і технології виробів із шкіри Київського національного університету технологій та дизайну. Випробування виготовлених індивідуальних пар взуття, виготовлених з шкіри пітона, з використанням коригованих колодок (у кількості 17 пар), проведене ТОВ «ТТВК» засвідчили підвищену комфортність взуття. Ефективність вкладних гігієнічних устілок підтверджена дослідним носінням співробітниками головного офісу компанії ТОВ «ТТВК» (кількість виготовлених засобів – 55 пар), користувачі зазначили покращення гігієнічного та дезодоруючого ефекту внутрішнього простору взуття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мухін В. М. Фізична реабілітація: Підручник для вузів / В. М. Мухін. - 2-ге вид. переробл. та доп. - К. : Олімпійська література, 2005. – Розділ 6.–С.367-369.
2. Янсон Х.А. Биомеханика нижней конечности, -Рига: Зинатне,1975. – Гл.3.–С.159-207.
3. Скворцов Д.В. Клинический анализ движений. -М.: НМФ «МБН»,1996. – Гл.1.–С.10-30.
4. Учебное пособие, Проект «Перераспределение давления», Курс 3, – 31с.
5. Яременко Д.А. Методика исследования, диагностика и ортопедическое снабжение при статических деформациях стоп. – Харьков, 1984. – 45с.
6. Циркунова Н.А. Плантография как метод диагностики плоскостопия. Материалы докладов 3-го пленума межведомственной комиссии по рациональной обуви. М.: ЦИТО. 1968; С.45–46.
7. Novel GmbH, München Germany. Pedographie beim Diabetischen Fuß. // Orthopädie Technik. 2000. № 3. P. 185-186.
8. Травматология и ортопедия: Руководство для врачей / Под ред. Н.В. Корнилова: В 4 томах.– СПб.: Гиппократ, 2004.–Т. 3: Травмы и заболевания нижней конечности / Под ред. Н.В. Корнилова и Э.Г. Грязнухина.– СПб.: Гиппократ, 2006.– Гл.8.– С.566–582.
9. Рентгенологическая диагностика плоскостопия и косолапости: Методические рекомендации для врачей-курсантов рентгенологов /Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей. - Новокузнецк, 1987. – 49с.
10. Duckworth T, Belts RP, Franks CI, Burke J. The measurement of pressures under the foot, Foot Ankle. 1982. №3. P.130-141.

11. Остер В. Р. Стопомер, автоматически определяющий индекс Фриндланда // Протезирование и протезостроение. – М.:ЦНИИПП.1965.-С.39-41.
12. Internet: <http://intursport.by.ru/>
13. Методика использования комплекса ДиаСлед-Скан при диагностике состояния стопы и назначении ортопедических стелек при плоскостопии. С-Пб.: ФГУ „СПбНЦЭР им. Альбрехта”, 2006. – 51с
14. Orlin MN, McPoil TG. Plantar pressure assessment. // Physical Therapy. 2000. № 80. P. 399-409.
15. Новинки медтехники. Подоскоп // ЛФК и массаж. – 20- 03. - № 4(7). – С. 44-53.
16. Alexander IJ, Chao EYS, Johnson KA. The assessment of dynamic foot-to-ground contact forces and plantar pressure distribution: a review of the evolution of current techniques and clinical applications. Foot Ankle. 1990. № 11. P. 152-167.
17. Schaff PS. An overview of foot pressure measurement systems. Clin Podiatr Med Surg. 1993. № 10. P. 403-415.
18. Zong-Ping Luo, Kai-Nan An, Lawrence J. Berglund. Validation of F-Scan pressure sensor system: A technical note // J. Rehabil. Res. Dev. 1998. Vol. 35, № 2. P. 186-191.
19. Tadashi Sumiya, Yoshitaka Suzuki, Tomio Kasahara, и др. Sensing stability and dynamic response of the F-Scan in shoe sensing system: A technical note // J. Rehabil. Res. Dev. – 1998. – Vol. 35. – № 2. – P. 192 – 200.
20. Margaret C. Hodge, Timothy M. Bach, George M. Carter. Orthotic management of plantar pressure and pain in rheumatoid arthritic // Clinical Biomechanics. 1999. Vol. 14, № 8. P. 567-575.
21. Mittlmeier Th., Weiler A., Söhn T. et al. Functional monitoring during rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction // Clinical Biomechanics. 1999. Vol. 14, № 8. P. 576-584.
22. Качер В. С., Гадяцкий А. В., Задерей Ю. Н., Скрипниченко В. Н. Подход к автоматизации определения нагрузки на подошвенную поверхность

стопы. // Вестник НТУ «ХПИ»: Сборник научных трудов. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2007.-№30.-С. 8-13.

23. Internet: www.paromed.de

24. Internet: www.schein.de

25. Internet: www.zebris.de

26. Internet: <http://www.i-ware.co.jp/content/infoot.html>

27. Надопта Т.А. Анатомо-морфо-функціональне обґрунтування раціональної конструкції верху взуття з низьким каблуком // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010, № 1. – С.283-286

28. Анатомія людини: навч. посібник / О. М. Очкуренко, О. В. Федотов- [2-ге вид.]. – К.: Вища шк., 1992. – С. 286 – 289.

29. Фордзюн Ю.І. Психофізичний аспект відчуття дискомфорту у системі «споживач – взуття - зовнішнє середовище» / Ю.І. Фордзюн, О.А. Андреева // Вісник КНУТД. – 2011. – № 1(57). – С. 132–137.

30. Фордзюн Ю. І. Взаємозв'язок між психічним, фізіологічним та фізичним при відчутті дискомфорту у системі «споживач - взуття - зовнішнє середовище» / Ю.І. Фордзюн, О.А. Андреева // Вісник КНУТД. – 2011. – № 4 (60) – С. 97–103

31. Лыба В.П., Фукин В.А. Теоретические предпосылки силового взаимодействия стопы с обувью. – Сб. науч. тр./ Моск. технол. ин-т легкой промсти. М.: ЦНИИТЕИЛегпром, 1983. – с. 3-6.

32. Грязева И.В., Полетаев В.Ф., Зурабян К.М. Величина давления верха обуви на стопу как критерий комфортности // Кожевенно-обувная промышленность. – 1990. N 9. – с.10-12.

33. Лукьянова А.Н. Моделирование взаимодействия стопы человека и обуви // Философские, технические, методические и социальные аспекты преподавательской, научной и производственной деятельности. - 2000.- Самара: СФ ГАСБУ.- Вып. 5.- С. 110-112.

34. Радіонова Ю.В., Смирнова Л.М., Тулупов О.К., Смирнова Т.В. Влияние полноты обуви на опорную комфортность // Step. 1999. № 6. – С. 90–91.

35. Михайловська О. А. Дослідження біодинаміки роботи стоп дітей-танцюристів при виконанні спортивних танців / О. А. Михайловська, А. Б. Домбровський // Вісник Хмельницького національного університету. Т. 2. Технічні науки. – 2007. – №6. – С.113–117.

36. Коновал В. П. Універсальний довідник взуттєвика: навчальний посібник / В. П. Коновал, С. С. Гаркавенко, Л. Т. Свістунова. – Київ: Лібра, 2005. – 720 с.

37. Бояров М. С. Обмер и воспроизведение поверхности колодки бесконтактным методом / М. С. Бояров, А. А. Лаптев, С. В. Родэ // Кожевенно-обувная промышленность. – 2008. – № 1. – С. 42-43.

38. Пономарева И.В., Мруз И.И. Анализ функциональных возможностей САПР обуви и кожгалантерейных изделий / Вісник КНУТД № 3, 2007, с. 132–135.

39. Обзор 3D-принтера Wanhao Duplicator i3 Plus // [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://3dtoday.ru/blogs/sergey/browse-3d-printer-wanhao-duplicatori3-plus/>

40. CreatBot DX Plus 3D принтер // [Електронний ресурс] –режим доступу: <https://3dreams.com.ua/товар/creatbot-dx-plus-3d-принтер/>

41. Буй В.Х., Фукин В.А. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006610414. Методика автоматизированного проектирования обувной колодки на основе 3Д антропометрии стоп «LastDesign» - 2006.

42. 109.Ченцова, К.И. Проектирование и моделирование обувных колодок / К.И. Ченцова, В.И. Муханова, А.Н. Павлов // М.: Легкая индустрия, 1971. -С. 208.

43. 110. Сказкин, А.В. Разработка методики проектирования внутренней формы обуви на основе виртуальной визуализации поверхности стопы: автореферат дис. канд. тех. наук: 05.19. 05 / Сказкин Александр Валерьевич. - Москва: 2010. - С. 22

44. Буй, В. Х. Разработка метода получения антропометрических данных и проектирования внутренней формы обуви с использованием цифровых и информационных технологий (На примере антропометрии вьетнамских школьников) : дис. канд. техн. наук: 05.19.06 / Буй Ван Хуан. - М., 2006. -200 с.

45. Бопеев А.Д., Фукин В.А., Зыбин Ю.П. Метод радиусографической аппроксимации поперечного сечения обувной колодки // Кожевенно-обувная промышленность. 1973. №1. С.42-44.

46. Фукин В.А., Стрижакова Н.И. Разработка серийного проектирования контуров стелек и продольно-осевых сечений обувной колодки радиусографическим способом // Известия ВУЗов. Технология легкой промышленности. 1971. №6. С. 60-65.

47. Добрышман Е.М., Фукин В.А., Костылева В.В., Рогожин А.Ю. Аппроксимация сплайнами контуров сечений обувной колодки // Известия вузов. Технология легкой промышленности. 1981. №2. С. 66-69. Киселев Ю.П., Фукин В.А. Математическое описание поверхности обувной колодки // Кожевенно-обувная промышленность. 1989. №4. С. 3-5.

48. Чертенко Л.П. Розробка комп'ютерної технології проектування внутрішньої форми взуття та деталей низу автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.16.08. Київ, 2003. 27 с.

49. Леденёва И. Н. Индивидуальное изготовление и ремонт обуви: Учебник для нач. проф. образования. - М.: Издательский центр «Академия», 2004

50. Замарашкін К.Н. Проектирование обувных колодок с переменной носочной частью. – Электронный научный журнал «Исследовано в России» 2005

51. Липський Т.М., Гаркавенко С.С., Чертенко Л.П. Розробка методу проектування колодок зі змінною носковою частиною. Повідомлення 1.Вісник КНУТД. Технічні науки 2017, №3 (110). с. 138-145.

52. Доступная 3D-печать. Для науки, образования и устойчивого развития [Электронный ресурс]. – режим доступа:<https://drive.google.com/file/d/0BwYwpIUU6gSuUW5uWldaYWswNkE/edit?pref=2&pli=1>. – Загл. с экрана.

53. Zozulia P. General classification of 3D printing / N. Pyshcheniuk, M. Skyba, O. Polishchuk, M. Malec // Actual problems of modern science [collective monograph], UTP University of Sciences and Technology in Bydgoszcz, Poland, 2017. – p. 413-421.

54. Зозуля П.Ф., О.С. Поліщук, А.О. Поліщук. Перспективи застосування технології 3D-друку в легкій промисловості // Вісник Хмельницького національного університету. – 2017. – №4 – С. 102 – 104

55. Зозуля П.Ф., О.С. Поліщук, А.О. Поліщук. Узагальнена класифікація філаментів для 3D-друку // Вісник Хмельницького національного університету. – 2017. – №6 – С. 51 – 59.

56. 3D Printing: Understanding Additive Manufacturing, Andreas Gebhardt, Julia Kessler, Laura Thurn, Carl Hanser Verlag GmbH & Company KG, 2018. – 204 p.

57. 3D Printing: Technology, Applications, and Selection, Rafiq Noorani, CRC Press, 2017. – 271 p.

58. Advances in 3D Printing & Additive Manufacturing Technologies, David Ian Wimpenny, Pulak M. Pandey, L. Jyothish Kumar, Springer, 2016. – 186 p.

59. Mandrycky c. Et al. 3D bioprinting for engineering complex tissues //biotechnology advances. – 2016. – т. 34. – №. 4. – с. 422-434.

60. ISO / ASTM52900-15, Standard Terminology for Additive Manufacturing – General Principles – Terminology, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015, www.astm.or

61. <https://3dprintingindustry.com/news/voxeldance-and-dreigeist-tackle-3d-printed-footwear-tooling-using-basf-forward-am-material-189448/>

62. <https://www.fitchratings.com/research/corporate-finance/wanhua-chemical-group-co-ltd-09-10-2019>

63. <https://3dreams.com.ua>

64. ГОСТ 939. Кожа для верха обуви. Технические условия

65. Ортопедичні устілки [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://karapyzik.com.ua/dieti/jak-vibrati-ortopedichni-ustilki-dlja-likuvannja-i.html>
66. А. Г. Беленький Кафедра ревматологія РМАПО, Москва - Consilium Medicum №08 2005.
67. Михнович Е. Р. Статичеськіє деформації стоп: Метод. рекомендації / Е. Р. Михнович, А. І. Вологовський. - Мн.: БГМУ, 2003.
68. Стелька ортопедическая мягкая и способ ее изготовления : пат. 2531724 Россия, МПК А43В 17/00 , Вишневу С. Ю. ; No 2013118991/12 ; Заявл. 23.04.2013; Опубл. 27.10.2014, Бюл. No 30. – 14 с.
69. Устілка для взуття : пат. 54679 Україна, МПК А43В 13/38, А43В 17/00, Воронкевич А. М. (ВУ) , No u201003944 ; заявл. 25.11.2010 ; опубл. 25.11.2010, Бюл. No 22. – 3 с.
70. Розробка профілактично-лікувальних устілок з використанням матеріалів природного походження / І. П. Остапчук, Н. В. Первая, Н. Д. Пруднікова, Н. В. Бас // Вісник КНУТД. – 2010. – No4. – С. 65–70.
71. Инновационная методика изготовления индивидуальных ортопедических стелек - супинаторов. // Система здоровья. – 2016. – С. 5–8.
72. https://am.covestro.com/en_US/home.html
73. Макет-трансформер взуття/ Патент на корисну модель №148995 Україна, МПК А61В 5/103 (2006.01), заявник та патентовласник КНУТД № u 2021 02965, заяв. 02.06.2021, опубліковано 05.10.2021, Бюл. № 40. Лецишин М.М., Стаценко Д.В., УА, Злотенко Б.М.
74. Інтернет: <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>
75. Інтернет:https://3v3.com.ua/product_8456.html
76. 3D Printing: Understanding Additive Manufacturing, Andreas Gebhardt, Julia Kessler, Laura Thurn, Carl Hanser Verlag GmbH & Company KG, 2018. – 204 р.
77. Доступная 3D-печать. Для науки, образования и устойчивого развития [Электронный ресурс]. – режим доступа:

<https://drive.google.com/file/d/0BwYwpIUU6gSuUW5uWldaYWswNkE/edit?pref=2&pli=1>. – Загл. с экрана.

78. Мастенко І.В., Матвієнко С.М. Пост-обробка деталей після FDM-друку // Збірник статей «Погляд у майбутнє приладобудування». – К.: НТУУ «КПІ» 2018. – С. 221-224.

79. Using 3D printing for getting composite prototypes/Ihor Mastenko, Roman Mastenko, Nataliia Stelmakh// XX Międzynarodowej Studenckiej Sesji Naukowej «Materiały i Technologie XXI wiek». - 2018 – P.13-14.

80. Інтернет:ultimaker.com/software/ultimaker-cura

81. Advances in 3D Printing & Additive Manufacturing Technologies, David Ian Wimpenny, Pulak M. Pandey, L. Jyothish Kumar, Springer, 2016. – 186 p.

82. Mandrycky c. Et al. 3D bioprinting for engineering complex tissues //biotechnology advances. – 2016. – т. 34. – №. 4. – с. 422-434.

83. 3D Printing: Technology, Applications, and Selection, Rafiq Noorani, CRC Press, 2017. – 271 p.

84. ISO / ASTM52900-15, Standard Terminology for Additive Manufacturing – General Principles – Terminology, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015, www.astm.org

85. Plastics – Determination of tensile properties – Part 1: General principles: ISO 527-1:2012. – [Publication Date 15-February-2012]. – Brussels: ISO, 2012. – 23 p.

86. Plastics – Determination of tensile properties – Part 2: Test conditions for moulding and extrusion plastics: ISO 527-2:2012. – [Publication Date 15-February-2012]. – Brussels: ISO, 2012. – 11 p.

87. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics: ASTM D638-14. – West Conshohocken, PA: ASTM International. – 2014. – 11 p.

88. Чертенко Л.П., Коновал В.П. Математичне задання контурів внутрішньої форми взуття // Вісник КНУТД. 2002. №1. С. 15-19.

89. Чертенко Л.П., Коновал В.П. Возможности интерполирования поверхности обувной колодки // Междунар. научно-практ. конф. “Новое в

дизайне, моделировании, конструировании и технологии изделий из кожи” – Шахты: ЮРГУЭС – 2003. С. 31-34.

90. ДСТУ ISO 5404:2007 Шкіра. Фізико-механічні випробування.

91. Надопта Т.А. Розробка методу проектування деталей верху взуття на основі аналітичної моделі прототипу: дис. канд. техн. наук: 05.18.18 / Надопта Тетяна Анатоліївна. – Хмельницький, 2013. – 214 с.

92. ДСТУ 3115-95 Шкіра для швейних виробів. Загальні технічні умови.

93. Держспоживстандарт України (Чинний від 01-10-2004). «Матеріали та виробы текстильні і шкіряні побутового призначення. Основні гігієнічні вимоги: ДСТУ 4239-2003» — К.

94. Держспоживстандарт України. (Чинний від 2012-01-01) «Засоби індивідуального захисту. Взуття професійного призначення. Методи випробування взуття (EN ISO 20344:2004/AC:2005/A1:2007, IDT) : ДСТУ EN ISO 20344:2009». – К.

95. Держспоживстандарт України. (2012) «Засоби індивідуального захисту. Взуття побутового призначення. Технічні умови (EN ISO 20345:2004/AC:2007/A1:2007, IDT) : ДСТУ EN ISO 20345:2009» – К.

96. ГОСТ 938.11. Кожа. Метод испытания на растяжение.

97. ДСТУ 2726-94 Шкіра для верху взуття. Технічні умови (ГОСТ 939-94)

98. ГОСТ 22900–78. (Дата введения 1979-01-01) Методы определения паропроницаемости и влагопоглощения.

99. ГОСТ 24104-2001 (Дата введения 2002-07-01). Весы лабораторные. Общие технические требования.

100. ГОСТ 25336-82. (Дата введения 1984-01-01). Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры

101. ГОСТ 4204-77 (СТ СЭВ 3856-82) (Дата введения 1978-07-01). Кислота серная. Технические условия

102. ГОСТ 6709-72 (Дата введения 1974-01-01). Вода дистиллированная. Технические условия

103. ГОСТ 938.0-75. (Дата введения 1977-01-01). Кожа. Правила приемки. Методы отбора проб

104. Iglewski BH. 1996. Pseudomonas, ch 27. In Baron S. (ed), Medical microbiology, 4th ed. University of Texas Medical Branch, Galveston, TX.
105. Carsten Struve, Karen Angeliki Krogfelt. Pathogenic potential of environmental *Klebsiella pneumoniae* isolates. Environmental Microbiology 2004. - Volume 6, Issue 6 p. 584-590. doi.org/10.1111/j.1462-2920.2004.00590.x
106. Дубровский В.И., Федорова В.Н. Биомеханика. Учебник для высших и средних заведений. – М., 2003. 672 с.
107. Wright DG, Rennels DC. A study of the elastic properties of plantar fascia. J Bone Joint Surg Am 1964; 46:482-92.
108. Kitaoka HB, Luo ZP, Growney ES, et al. Material properties of the plantar aponeurosis. Foot Ankle Int 1994; 15:557-60. DOI: 10.1177/107110079401501007.
109. Hurschler C, Vanderby R, Martinez DA, et al. Mechanical and biochemical analyses of tibial compartment fascia in chronic compartment syndrome. Ann Biomed Eng. 1994; 22:272-9. DOI: 10.1007/bf02368234.
110. Kura H, Luo ZP, Kitaoka HB, et al. Mechanical behavior of the Lisfranc and dorsal cuneometatarsal ligaments: in vitro biomechanical study. J Orthop Trauma. 2001; 15:107-10. DOI: 10.1097/00005131-200102000-00006.
111. Jahss M.H., Kummer F., Michelson J.D. Investigations into the fat pads of the sole of the foot: heel pressure studies // Foot & Ankle. — 1992. — Vol. 13, № 5. — P. 227-232.
112. Лябах А.П., Міхневич О.Е., Зінченко В.В., Пятковський В.М., Якімов Д.Ю. Механічні властивості жирової тканини підошовної поверхні стопи в нормі та у хворих на цукровий діабет і облітеруючий атеросклероз з трофічними розладами // Міжнародний ендокринологічний журнал. – 2006. – № 3 (5). – С.62 – 65.
113. Hashemi J., Chandrashekar N., Mansouri H. et al. //J. Orthop. Res. — 2008. — Vol 26, №7. — P. 945—950.
114. Перепелкин А. И., Мандриков В. Б., Краюшкин А. И., Атрощенко Е. С. Некоторые особенности механических свойств стопы человека // Вестник ВолгГМУ. – 2016. Выпуск 3 (59). – С. 22-24.

115. Уткин В. Л. Биомеханика физических упражнений: учеб. пособие для студентов фак. физ. воспитания пед. ин-тов и для ин-тов физ. культуры по спец. № 2114 «Физ. воспитание». — М.: Просвещение, 1989. — 210 с.

116. Горбачик В. Е. Основы анатомии, физиологии, антропометрии и биомеханики: учебное пособие / В. Е. Горбачик. — Витебск: УО «ВГТУ», 2011. — 125 с.

117. Goroshko A. Quality and Reliability of Technical Systems: Theory and Practice / A. Goroshko, V. Royzman, M. Zembytska // System Analysis of Automatic Balancing (Self-Balancing) Machine Rotors with Liquid Working Bodies on the Example of Drum Type Washing Machines. — 2018. — Volume 2, August. — P. 26–60. — ISBN 978-609-96036-0-5.

118. Тихомиров В.Б, Планирование и анализ эксперимента. — М: Легкая индустрия, 1974. — 262с.

119. Гаркавенко С.С., Чертенко Л.П., Лецишин М.М. «Комфортність колодки з урахуванням суб'єктивних відчуттів споживача» II Міжнародна конференція текстильних та фешн технологій «KyivTex&Fashion», м. Київ, 2018, ISBN 978-617-7506-25-5, ст. 161-164.

120. Чертенко Л.П. Розробка способу проектування колодок для комфортного взуття з використанням 3d сапр та прогресивного обладнання / Л.П. Чертенко, В.П. Кернеш, С.С. Гаркавенко // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. — 2017. — № 5 (114). — С. 143–152.

121. Козарь О.П. Оцінка релаксаційно-деформаційних характеристик шкір для верху взуття, наповнених природними мінералами / О.П. Козарь, О.Р. Мокроусова, В.П. Коновал // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. — 2013. - №4. - с.107-115.

122. Kozar O.P. Deformation characteristics of genuine leather, manufactured using natural minerals / O.P. Kozar, O.R. Mokrousova, V.P. Konoval // Proceedings of the 13 th International Conference «Baltic Polymer Symposium», (Trakai, Lithuania, 18-21 September 2013) /R. Makuska. —Vilnius University, 2013. - p.141.

123. Справочник обувщика. Проектирование обуви, материалы /под ред.

А.Н.Калиты - М: Легпромбытиздат, 1988. - 432 стр..

124. Практикум з конструювання і проектування взуття: навч. посібник / за заг. ред. В. І. Бегняк. – Хмельницький: ХНУ, 2013. – С. 173–180.

125. Лиокумович В. Х. Конструирование обуви по индивидуальным заказам / В. Х. Лиокумович. – М.: Легпищепром, 1984. – 112 с

126. Офіційний сайт Державної служби статистики України / Статистична інформація [Електронний ресурс].. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

127. Matzneller P, Manafi M, Zeitlinger M. 2011. Antimicrobial effect of statins: organic solvents might falsify microbiological testing results. *Int. J. Clin. Pharmacol. Ther.* 49:666–671

128. Carsten Struve, Karen Angeliki Krogfelt. Pathogenic potential of environmental *Klebsiella pneumoniae* isolates. *Environmental Microbiology* 2004. - Volume 6, Issue 6 p. 584-590. doi.org/10.1111/j.1462-2920.2004.00590.x

129. Paczosa M. K., Meccas J. *Klebsiella pneumoniae*: Going on the Offense with a Strong Defense // *Microbiology and molecular biology reviews: MMBR*. — 2016. — Vol. 80, no. 3 (September). — P. 629—661. — ISSN 1098-5557. — [doi:10.1128/MMBR.00078-15](https://doi.org/10.1128/MMBR.00078-15). — PMID 27307579. АНГЛ

130. Dworkin M. *The Prokaryotes: A handbook on the Biology of Bacteria*: / Dworkin M., Falkow S., Rosenberg E. — Springer Science & Business Media, 2006. — Vol. 6: Proteobacteria: Gamma Subclass. — 1242 p. — ISBN 9780387254968. АНГЛ

131. Galina V. Pay, Daria V. Rakitina, Marina N. Pankova, Sergey M. Yudin, Angelika V. Zagaynova, Comparison of the pathogenic potential of *Klebsiella pneumoniae* isolates from human intestinal microbiota, surface waters, and sewage, *Hygiene and sanitation*, 10.47470/0016-9900-2020-99-12-1360-1364, 99, 12, (1360-1364), (2021)

132. Rebekah M. Martin, Michael A. Bachman, Colonization, Infection, and the Accessory Genome of *Klebsiella pneumoniae*, *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 10.3389/fcimb.2018.00004, 8, (2018).

133. C. Guilhen, A. Iltis, C. Forestier, D. Balestrino, Genome Sequence of a Clinical *Klebsiella pneumoniae* Sequence Type 6 Strain, *Genome Announcements*, 10.1128/genomeA.01311-15, 3, 6, (2015).

134. Krasilnikov O.V.; Sabirov, RZ. Ion transport through channels formed in lipid bilayers by *Staphylococcus aureus* alpha-toxin. // *General Physiology and Biophysics*. Slovenia, — 1989. — V. 8, — N.3, — P. 213—222.

135. Kluytmans J., van Belkum A., Verbrugh H. Nasal carriage of *Staphylococcus aureus*: epidemiology, underlying mechanisms, and associated risks // *Microbiology and Molecular Biology Reviews: journal*. — American Society for Microbiology., 1997. — July (vol. 10, no. 3). — P. 505—520.

136. Kluytmans J., van Belkum A., Verbrugh H. Nasal carriage of *Staphylococcus aureus*: epidemiology, underlying mechanisms, and associated risks // *Microbiology and Molecular Biology Reviews: journal*. — American Society for Microbiology., 1997. — July (vol. 10, no. 3). — P. 505—520.

137. Вкладна гігієнічна устілка/ Патент на корисну модель №130160 Україна, МПК А43В7/00., заявник та патентовласник КНУТД № u201806032, заяв.31.05.18р. опубліковано 26.11.18р., бюл. №22. Гаркавенко С.С., Борщевська Н.М., Лецишин М.М.

138. Вкладна гігієнічна устілка/ Патент на корисну модель №130445 Україна, МПК А43В7/00., заявник та патентовласник КНУТД № u201806034, заяв.31.05.18р. опубліковано 10.12.18р., бюл. №23. Гаркавенко С.С., Борщевська Н.М., Лецишин М.М.

139. Вкладна гігієнічна устілка/Патент на корисну модель №129819 Україна, МПК А43В7/00., заявник та патентовласник КНУТД № u201806036, заяв.31.05.18р. опубліковано 12.11.18р., бюл. №21. Гаркавенко С.С., Борщевська Н.М., Лецишин М.М.

140. Дезодоруючий засіб/Патент на корисну модель №130446 Україна, МПК А61L9/01, А01N25/00, заявник та патентовласник КНУТД № u201806035, заяв.31.05.18р. опубліковано 10.12.18р., бюл. №23. Гаркавенко С.С., Борщевська Н.М., Лецишин М.М.

141. Вкладна гігієнічна устілка / Патент на винахід №122001 Україна, МПК А43В 17/08., заявник та патентовласник КНУТД № а 2018 06030, заяв. 31.05.18р. опубліковано 25.08.20 р., бюл. №16. Гаркавенко С.С., Борщевська Н.М., Лецишин М.М.

142. М.Е. Попова. М.М. Лецишин Г.В. Тарасенко Розробка складу та технології виробництва таблеток з ефіровмісної лікарської рослинної сировини методом прямого пресування. Сучасні матеріали і технології виробництва виробів широкого вжитку та спеціального призначення: XVII Всеукраїнська наукова конференція молодих учених та студентів, секція 1, 2018, ст. 595-596

143. Макрушин М. М., Макрушина Є. М., Петерсен Н. В., Мельников М. М. Фізіологія рослин. - Вінниця: Нова книга, 2006. – 413 с.

144. Абокумов, В. И., Морозова С. С. Технология производства CO₂ - экстрактов и их использование в косметике и бальнеологии / Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: Сб. науч. тр. - Пятигорск, 2008. - Вып. 63. - С. 102-104.

145. Ахметова С. Б. Антифунгальная активность эфирных масел растений флоры Казахстана / Там же. — Пятигорск, 2008. - Вып. 63. - С. 378.

146. Харчилава И. А. и др. Разработка геля с комплексом эфирных масел для лечения воспалительных заболеваний пародонта / Там же. - Пятигорск, 2005. - Вып. 60. - С. 160-161.

147. Мазулин А.В, Калошина Н.А., Денисенко О.Н. Актуальні питання фармац. та мед. Науки та практики. Вип.4. – Запоріжжя, 1999ю – С. 36-38

148. Шуляковская Т.А., Ветчиникова Л.В., Репин А.В. Раст. Ресурсы. – 2007. – Вып. 4. – С.87-94.

149. Машковский М.Д. Лекарственные средства. В 2-х томах. – 14-е изд., перераб. И доп. – М.: Новая волна, 2002. – Т. 2. – 592 с.

150. ГОСТ 940-81 (Дата введения 1982-07-01). Кожа для подкладки обуви. Технические условия.

ДОДАТОК А

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

Опубліковані статті, які входять до міжнародної науко-метричної бази даних Scopus:

1. M.M. Leshchyshyn, S.S. Garkavenko, A.I. Babich Studying the similarities of deformation properties of leather materials in the process of creating a model of shoes. ICAMS 2020 – 8 The international conference on advanced materials and systems, Bucharest, Romania 1-3 October, 2020, P. 83-88.
2. Leshchyshyn M. Determination of comfort pressure of shoes on human feet. Journal Vlakna a Textil (Fibres and Textiles) 28(3), 2021, ст.53-61.

Опубліковані статті у фахових виданнях України:

3. Лещишин М.М., Стаценко Д.В., Злотенко Б.М. Дослідження комфортного тиску внутрішньої поверхні взуття на стопу споживача Вісник ХНУ 2021, №1, ст. 198-208.
4. Лещишин М.М. Дослідження та підвищення комфортності взуття за індивідуальним замовленням Вісник КНУТД 2020, №6, ст.56-66.
5. Лещишин М.М., Математична модель процесу припасування шаблону до стопи Вісник ХНТУ 2021, №2, ст.105-113.
6. Лещишин М.М., Твердотільне моделювання елементів колодки для виготовлення взуття підвищеної комфортності. Вісник ХНУ 2021, №5, ст. 201-208.
7. Лещишин М.М. Оцінювання ступеня комфортного тиску верху взуття на стопу споживача. Вісник ХНТУ 2021, №4, ст.114-122.
8. Лещишин. М.М., Юнгін О.С. Визначення гігієнічних властивостей вкладних індивідуальних засобів з вставками рослинної сировини у взуття. Технології та інжиніринг 2021, №6, ст. 19-26.

Документи, які підтверджують новизну дослідження:

9. Вкладна гігієнічна устілка/ Патент на корисну модель №130160 Україна, МПК А43В7/00., заявник та патентовласник КНУТД № u201806032,

заяв.31.05.18р. опубліковано 26.11.18р., бюл. №22. Гаркавенко С.С., Борщевська Н.М., Лещишин М.М.

10. Вкладна гігієнічна устілка/ Патент на корисну модель №130445 Україна, МПК А43В7/00., заявник та патентовласник КНУТД № u201806034, заяв.31.05.18р. опубліковано 10.12.18р., бюл. №23. Гаркавенко С.С., Борщевська Н.М., Лещишин М.М.

11. Вкладна гігієнічна устілка/Патент на корисну модель №129819 Україна, МПК А43В7/00., заявник та патентовласник КНУТД № u201806036, заяв.31.05.18р. опубліковано 12.11.18р., бюл. №21. Гаркавенко С.С., Борщевська Н.М., Лещишин М.М.

12. Дезодоруючий засіб/Патент на корисну модель №130446 Україна, МПК А61L9/01, А01N25/00, заявник та патентовласник КНУТД № u201806035, заяв.31.05.18р. опубліковано 10.12.18р., бюл. №23. Гаркавенко С.С., Борщевська Н.М., Лещишин М.М.

13. Вкладна гігієнічна устілка / Патент на винахід №122001 Україна, МПК А43В 17/08., заявник та патентовласник КНУТД № а 2018 06030, заяв. 31.05.18р. опубліковано 25.08.20 р., бюл. №16. Гаркавенко С.С., Борщевська Н.М., Лещишин М.М.

14. Макет-трансформер взуття/ Патент на корисну модель №148995 Україна, МПК А61В 5/103 (2006.01), заявник та патентовласник КНУТД № u 2021 02965, заяв. 02.06.2021, опубліковано 05.10.2021, Бюл. № 40. Лещишин М.М., Стаценко Д.В., УА, Злотенко Б.М.

Наукові праці апробованих результатів дисертації:

15. С.С. Гаркавенко, Л.П. Чертенко, М.М. Лещишин Комфортність колодки з урахуванням суб'єктивних відчуттів споживача. Збірник матеріалів II Міжнародної наукової конференції текстильних та фешн технологій KyivTex&Fashion (1-2 листопада 2018 р., м. Київ). - Київ: КНУТД, 2018. - С. 161-164.

16. М.Е. Попова., М.М. Лещишин, Г.В. Тарасенко Розробка складу та технології виробництва таблеток з ефіровмісної лікарської рослинної сировини

методом прямого пресування. Сучасні матеріали і технології виробництва виробів широкого вжитку та спеціального призначення: XVII Всеукраїнська наукова конференція молодих учених та студентів, секція 1, 2018, ст. 595-596.

17. М. М. Лецишин, С. С. Гаркавенко Підходи оцінювання кількісних показників комфортності. Наукові розробки молоді на сучасному етапі: тези доповідей XVIII Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених та студентів 18-19 квітня 2019 р., Київ). - Київ: КНУТД, 2019. - Т. 1: Сучасні матеріали і технології виробництва виробів широкого вжитку та спеціального призначення. - С. 184-185.

18. Лецишин М.М., Гаркавенко С.С., Кернеш В.П. Особливості коригування параметрів колодки з урахуванням індивідуальних даних стоп. III Міжнародна конференція текстильних та фешн технологій «KyivTex&Fashion» м. Київ, 2019, ст 185-189.

19. Лецишин М.М., Гаркавенко С.С., Кернеш В.П. Сравнительный анализ результатов антропометрических исследований стоп и субъективных ощущений комфортности обуви. Міжнародна науково-технічна конференція «Иновационные технологии в текстильной и легкой промышленности» Витебский государственный технологический университет, 2019, ст. 164-166.

20. Лецишин М.М., Стаценко Д.В., Злотенко Б.М. Комп'ютерно-інтегрований прилад для визначення тиску внутрішньої поверхні взуття на стопу. Збірник наукових праць «Технічна творчість», Хмельницький 2021, №4, ст. 27-29.

21. Лецишин М.М. Дослідження комфортного тиску стопи споживача у статистиці. Міжнародна наукова конференція «Динаміка, Рух Та Розвиток Сучасної Науки», 2021 м. Луцьк, Том 2, ст.54-57.

22. Лецишин М.М. Дослідження суб'єктивного комфорту взуття за допомогою універсального макета-трансформера. Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Молодь - науці і виробництву - 2021: інноваційні технології легкої промисловості» Херсон, 2021, ст. 45.

23. Лещишин М.М. Порівняльний аналіз параметрів антропометричних ділянок стопи при виготовленні взуття. VI Міжнародній науково-практичній конференції "Концептуальні шляхи розвитку науки" 2021. м. Київ ст. 32-34.

24. Лещишин М.М. Дослідження показників вагомості у виготовленні індивідуального взуття. III Міжнародній науково-практичній конференції "Актуальні проблеми сучасної науки та освіти", 2021, м. Львів ст.41-43.

25. Лещишин М.М. Розробка вкладних гігієнічних засобів для зберігання взуття. Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених та студентів «Ресурсозберігаючі технології легкої, текстильної і харчової промисловості» 17-18 листопада 2021 р. ХНУ, ст. 52-53.

26. Maryna Leshchyshyn Research of the process of individual shoe last corrections with the help of overlays. Збірник тез доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції текстильних та фешн технологій KyivTex&Fashion, м. Київ, 21 жовтня 2021 року. – Київ : КНУТД, 2021. – С. 74-75.

27. Лещишин М.М. Дослідження випробування експериментальних зразків матеріалу для взуття. VIII Всеукраїнська науково-практична заочна конференція молодих учених і студентів «Науково-практичні розробки молодих учених в хімічній, харчовій та парфумерно-косметичній галузях промисловості» 2 грудня 2021, ХНТУ, ст. 34-35.

ДОДАТОК Б

Табл.Б.1.

Результати даних калібрування датчика тиску в діапазоні ваги 100-500г

100г	200г	300г	400г	500г
1,000	0,189	0,475	0,479	0,470
0,470	353,440	0,470	879,380	0,470
0,470	398,180	0,940	765,680	49,300
0,470	486,330	0,940	842,790	971,720
102,830	482,540	658,850	857,190	967,440
107,730	497,870	694,230	879,380	1 020,460
130,420	499,820	685,880	832,200	784,920
86,650	493,990	685,880	853,560	930,070
114,140	509,700	680,370	871,900	902,320
120,690	511,700	694,230	890,750	853,560
125,140	505,720	697,050	801,410	875,630
130,420	499,820	691,430	801,410	934,130
126,640	515,720	702,710	821,770	890,750
135,020	492,070	708,440	821,770	967,440
159,910	495,930	688,650	772,020	1 002,360
173,550	503,750	702,710	750,090	1 025,050
169,230	515,720	708,440	759,390	1 025,050
155,760	527,980	714,210	728,900	1 077,500
146,010	527,980	694,230	768,840	1 112,810
152,470	530,050	711,320	818,330	997,900
166,660	523,860	714,210	728,900	1 034,320
154,930	513,700	717,120	708,440	1 006,840
162,420	517,740	722,980	708,440	1 006,840
164,960	542,670	728,900	708,440	1 025,050
160,740	557,800	725,940	711,320	1 039,000
159,070	553,430	722,980	691,430	1 062,830
159,910	549,100	728,900	702,710	1 117,990
165,810	557,800	756,280	708,440	1 102,560
168,370	566,640	734,880	734,880	1 092,440
169,230	549,100	725,940	728,900	1 123,200
161,580	562,200	734,880	722,980	1 139,040
174,430	573,380	740,920	705,570	1 139,040
195,150	575,640	750,090	694,230	1 128,450
177,940	571,120	747,010	683,120	1 139,040
191,450	577,920	753,170	717,120	1 128,450
200,780	587,110	753,170	708,440	1 128,450
213,290	584,800	734,880	784,920	1 144,390

212,310	589,430	731,880	853,560	1 155,190
229,330	596,460	753,170	762,530	1 123,200
230,360	594,110	756,280	743,960	1 128,450
239,740	596,460	759,390	839,240	1 067,690
240,800	587,110	759,390	846,360	1 082,440
215,250	591,770	759,390	714,210	1 087,430
248,290	587,110	759,390	711,320	1 102,560
260,380	594,110	753,170	702,710	1 087,430
255,940	598,830	740,920	638,120	1 092,440
255,940	598,830	731,880	625,530	1 112,810
255,940	564,420	740,920	685,880	1 112,810
258,150	594,110	728,900	661,500	1 107,670
249,370	589,430	728,900	683,120	1 087,430
257,040	598,830	756,280	743,960	1 082,440
240,800	584,800	759,390	832,200	1 072,580
251,550	551,260	753,170	828,700	1 102,560
231,390	566,640	772,020	857,190	1 112,810
267,150	568,880	768,840	902,320	1 117,990
239,740	573,380	775,220	839,240	1 128,450
228,310	580,200	772,020	711,320	1 092,440
212,310	542,670	772,020	680,370	1 097,480
225,250	571,120	765,680	699,870	1 112,810
207,460	575,640	765,680	694,230	1 102,560
231,390	580,200	768,840	650,990	1 102,560
249,370	582,490	765,680	697,050	1 128,450
241,860	575,640	759,390	725,940	1 107,670
254,840	589,430	762,530	720,050	1 112,810
233,460	584,800	753,170	711,320	1 097,480
255,940	577,920	753,170	711,320	1 102,560
259,270	584,800	765,680	714,210	1 123,200
266,010	589,430	759,390	762,530	1 123,200
243,990	598,830	765,680	765,680	1 133,720
263,750	591,770	759,390	711,320	1 149,770
254,840	594,110	762,530	725,940	1 133,720
270,580	596,460	765,680	734,880	1 144,390
278,700	598,830	772,020	720,050	1 149,770
282,240	596,460	778,440	737,890	1 149,770
285,810	591,770	772,020	740,920	1 155,190
281,060	594,110	765,680	714,210	1 155,190
284,610	587,110	775,220	685,880	1 139,040
284,610	591,770	768,840	688,650	1 102,560
293,050	601,200	768,840	697,050	1 112,810

282,240	589,430	768,840	705,570	1 053,210
257,040	598,830	772,020	725,940	1 020,460
276,360	596,460	775,220	731,880	1 062,830
296,720	601,200	772,020	711,320	1 039,000
293,050	608,390	778,440	737,890	1 053,210
285,810	594,110	788,180	688,650	1 082,440
293,050	603,590	775,220	725,940	1 048,440
288,210	596,460	775,220	725,940	1 087,430
276,360	603,590	778,440	728,900	1 123,200
302,910	605,980	778,440	842,790	1 123,200
271,730	608,390	781,670	946,440	1 112,810
288,210	582,490	791,460	967,440	1 149,770
274,040	605,980	788,180	963,190	1 144,390
289,410	608,390	775,220	846,360	1 144,390
283,420	598,830	775,220	685,880	1 139,040
285,810	610,800	775,220	898,440	1 082,440
270,580	596,460	801,410	958,970	1 097,480
291,830	603,590	794,760	762,530	1 097,480
290,620	608,390	778,440	918,040	1 067,690
302,910	613,230	788,180	946,440	1 087,430
313,040	613,230	772,020	989,070	1 087,430
296,720	608,390	794,760	1 011,350	1 077,500
288,210	605,980	768,840	1 011,350	1 092,440
309,210	610,800	775,220	922,030	1 107,670
305,420	610,800	784,920	997,900	1 097,480
311,760	601,200	768,840	906,210	1 107,670
297,950	601,200	791,460	1 015,890	1 102,560
281,060	605,980	788,180	997,900	1 117,990
297,950	603,590	788,180	1 029,670	1 097,480
287,000	605,980	798,070	984,690	1 072,580
269,430	608,390	801,410	1 034,320	1 077,500
285,810	610,800	794,760	1 039,000	1 034,320
289,410	615,670	801,410	839,240	1 058,010
277,530	615,670	801,410	853,560	1 067,690
241,860	610,800	794,760	688,650	1 072,580
270,580	615,670	801,410	731,880	1 072,580
293,050	575,640	801,410	784,920	950,590
295,490	587,110	804,760	685,880	1 053,210
299,180	557,800	801,410	835,710	1 087,430
282,240	560,000	814,910	728,900	1 067,690
240,800	507,710	814,910	934,130	1 067,690
245,060	571,120	811,510	971,720	1 048,440

293,050	584,800	798,070	781,670	1 102,560
288,210	575,640	801,410	725,940	1 072,580
284,610	553,430	814,910	765,680	1 107,670
285,810	589,430	814,910	784,920	1 112,810
271,730	584,800	772,020	804,760	1 107,670
231,20	567,03	735,84	786,41	1 054,27

ДОДАТОК В

Табл. В.1

Приклад обміру плантограм стопи споживача

Параметр	Номер плантограми L/R									
	01 L	01 R	02L	02R	03 L	03 R	04 L	04 R	05 L	05 R
Дст (довжина стопи)	280,6	295,5	269	271	286	286	270	271,2	279,4	280,5
Sp(в-нь від контуру до відбитку п'ятки)	11,7	13,2	8,12	9,5	17,6	8	9,12	9,6	13,2	17,9
D 0,18 (в- нь до центру п'ятки)	45,1	47,6	48,4	48,7	39,03	44,5	49,4	50,1	40,6	43,8
D 0,62(зовн. пучок)	161,7	164	166,2	164,5	180	179,8	162,2	163	163,8	163
D 0,73 (внутр. пучок)	207,8	203	199,01	200,8	209	211,3	200,01	201,2	193,09	195
D 0,68 (середина пучків)	183,5	182,8	163,2	182,7	194	195	153,2	154,2	177,2	180
D 0,8 (кінець мізинця)	222,4	220,2	220,9	218,8	236	236	220,1	221,3	218,5	225
D 0,9 (середина 1-го пальця)	260,8	262	254,8	252,8	264	265	250,8	251	252,4	258
Ш. п'ятки (по контуру)	70,07	72	60,2	58,6	63,05	66	60,2	60,2	57,09	59,3

Ш. пятки (по відбитку)	61,3	60,6	46,4	49	52	55,8	51,4	51,3	44,1	46
Ш 0,62(по контуру)	101,6	104,03	93,8	91,5	94,8	96,7	92,8	92,3	87,4	92,6
Ш 0,62(по відбитку)	94,7	95,8	88,5	85,8	84,4	89,2	88,5	89,6	80,2	86
Ш 0,73(по контуру)	100,2	101,7	91,02	90,7	98,4	98,4	91,02	91,9	91,4	97
Ш 0,73(по відбитку)	94	93,4	84,5	76,8	91,8	84,2	84,5	85,1	82,5	83,4
Ш 0,68(по контуру)	115,9	117,3	102,09	103,9	106	109,1	102,09	102,9	98,03	106
Ш 0,628(по відбитку)	105,9	105,7	96,8	92,9	97,3	98,9	96,8	96,8	93,3	93,6
<L	9,9	4,8	6,9	8,01	16,6	16,6	6,9	7,1	10,3	12,14
<m	8,28	22,6	6,75	1,95	2,5	11,2	6,75	7,1	9,7	15,2
<n	174,3	155,5	165,9	178,7	178	166,8	165,9	165,8	168,3	161,02

ДОДАТОК Г

Таблиця Г.1

Матриця рототабельного планування експерименту

Номер дослідку	Матриця планування		Робоча матриця	
	X ₁	X ₂	P ₁ , 10 ³ ×Па	P ₄ , 10 ³ ×Па
1	+	+	14,8369	10,1277
2	–	+	9,1631	10,1277
3	+	–	14,8369	5,8723
4	–	–	9,1631	5,8723
5	– 1,414	0	8,0000	8,0000
6	+ 1,414	0	16,0000	8,0000
7	0	– 1,414	12,0000	5,0000
8	0	+ 1,414	12,0000	11,0000
9	0	0	12,0000	8,0000
10	0	0	12,0000	8,0000
11	0	0	12,0000	8,0000
12	0	0	12,0000	8,0000
13	0	0	12,0000	8,0000

Таблиця Г.2

Результати спостережень та проміжні дані для розрахунку дисперсій

№ п/п	Результати спостережень				\bar{y}	$s_{\text{пом}}^2$	$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$	$(\bar{y}_i - \hat{y})^2$
	y_1	y_2	y_3	y_4				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	95	90	94	92	92,75	4,9167	14,75	0,1492
2	83	84	81	82	82,5	1,6667	5,0	0,0044
3	90	90	92	88	90,0	2,6667	8,0	1,2555
4	81	86	85	82	83,5	5,6667	17,0	2,0739
5	85	81	82	78	81,5	8,3333	25,0	0,0022
6	96	94	95	92	94,25	2,9167	8,75	4×10^{-6}
7	82	80	83	84	82,25	2,9167	8,75	1,6734
8	87	89	86	89	87,75	2,25	6,75	0,7031
9	100	98	97	100	98,75	2,25	6,75	0,0167
10	99	100	99	98	99,0	0,6667	2,0	0,1437
11	97	96	100	99	98,0	3,3333	10	0,3855
12	98	100	98	98	98,5	1,0	3,0	0,0146
13	100	97	99	99	98,75	1,5833	4,75	0,0167
Σ						40,1668	120,5	6,4389

ДОДАТОК Д
Розрахункова таблиця отриманих результатів антибактеріальних
властивостей лікарських трав

Таблиця Д.1

Розрахункові дані впливу водного екстракту шавлії та чебрецю на приріст
біомаси грам-негативних бактерій в планктонній культурі.

%	шавлія		чебрець		620 нм				
	РА	КР	РА	КР					
0	0,889	1,123	0,834	1,12					
	0,837	1,12	0,83	1,123					
	0,838	1,125	0,832	1,119					
0,5	0,721	0,618	0,724	0,789					
	0,73	0,621	0,721	0,783					
	0,728	0,621	0,724	0,782					
1	0,438	0,38	0,361	0,283					
	0,437	0,373	0,365	0,281					
	0,434	0,372	0,367	0,279					
2,5	0,555	0,474	0,569	0,419					
	0,556	0,47	0,572	0,421					
	0,557	0,473	0,571	0,42					
5	0,245	0,416	0,348	0,436					
	0,247	0,413	0,352	0,429					
	0,248	0,408	0,356	0,434					
	шавлія	РА	КР			чебрець	РА	КР	
0	0,85466	0,029738	1,122667	0,0025		0,832	0,002	1,1206	0,0020
0,5	0,72633	0,004726	0,62	0,0017		0,723	0,0017	0,78466	0,0037
1	0,43633	0,002082	0,375	0,0043		0,36433	0,0030	0,281	0,002
2,5	0,556	0,001	0,472333	0,0020		0,57066	0,0015	0,42	0,001
5	0,24666	0,001528	0,412333	0,0040		0,352	0,004	0,433	0,0036
	шавлія					чебрець			
	РА	StDev	КР	StDev		РА	StDev	КР	StDev
0	0,8546	0,029	1,122667	0,02		0,832	0,06	1,1206	0,02
0,5	0,7263	0,04	0,62	0,02		0,723	0,07	0,7846	0,04
1	0,4363	0,02	0,375	0,04		0,36433	0,065	0,281	0,02
2,5	0,556	0,01	0,472333	0,02		0,57066	0,05	0,42	0,01
5	0,24666	0,01	0,412333	0,04		0,352	0,04	0,433	0,036
		шавлія				чебрець			
		<i>P.aeruginosa</i>	<i>K.pneumoniae</i>			РА	КР		
	0	0,854	1,122			0,832	1,12		
	0,5	0,726	0,62			0,723	0,784		
	1	0,436	0,375			0,464	0,381		

Таблиця Д.2

Розрахункові дані впливу водного екстракту шавлії та чебрецю на приріст біомаси грам-негативних бактерій в стаціонарній культурі (біоплівка).

РА	чебрець			шавлія			контроль		
0	0,7411	0,826	0,6844	0,6862	0,596	0,608	0,041	0,039	0,044
0,5	0,9653	1,0009	1,0399	0,9324	0,960	1,001	1,217	1,161	1,298
1	1,0866	1,1836	1,1379	1,1267	1,063	1,087	1,225	1,288	1,334
2,5	1,6199	1,5954	1,5724	1,5794	1,558	1,569	1,115	1,125	1,270
5	1,7155	1,6569	1,6329	1,605	1,571	1,562	1,213	1,162	1,219
	0,0439	0,0455	0,043	0,048	0,043	0,048	0,045	0,049	0,048
	0,0529	0,0487	0,0518	0,047	0,050	0,058	0,049	0,051	0,051
	0,0646	0,044	0,0474	0,0454	0,0508	0,0595	0,0536	0,0538	0,062
	шавлія								
	OD	К	P.aeruginosa	K.pneumoniae					
0	0,630333333	0,041533	0,5888	0,381633					
0,5	0,964766667	1,225567	0,2608	0,444933					
1	1,092533333	1,282667	0,190133	0,426033					
2,5	1,5694	1,170467	0,398933	0,322367					
5	1,579533333	1,1986	0,380933	0,010667					
	P.aeruginosa	K.pneumoniae			шавлія				
	0,708966667	0,483967			Р.А	К.Р.			
	0,523533333	0,474933			0	100,0%	100,0%		
	0,446633333	0,469467			0,5	55,7%	-16,6%		
	0,425433333	0,360467			1	67,7%	-11,6%		
	0,469833333	0,306			2,5	32,2%	15,5%		
					5	35,3%	97,2%		
	чебрець						чебрець		
	OD	К	P.aeruginosa	K.pneumoniae			Р.А	К.Р.	
0	0,7505	0,041533	0,708967	0,483967			0	100,0%	100,0%
0,5	1,002033	1,225567	0,223533	0,474933			0,5	68,5%	1,9%
1	1,136033	1,282667	0,146633	0,469467			1	79,3%	3,0%
2,5	1,5959	1,170467	0,425433	0,360467			2,5	40,0%	25,5%
5	1,66843	1,1986	0,469833	0,306			5	33,7%	36,8%

Таблиця Д.3

Розрахункові дані впливу водного екстракту шавлії та чебреця на рівень прикріплення клітин грам-негативних бактерій в стаціонарній культурі (біоплівка).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
РА	Чебрець			Шавлія			Контроль		
0	0,3135	0,2245	0,1568	0,1676	0,2093	0,1786	0,1196	0,1538	0,1616
0,5	0,2849	0,2691	0,3045	0,2567	0,2772	0,2724	0,2037	0,2256	0,1961
1	0,2645	0,2961	0,2323	0,3095	0,2883	0,3061	0,2744	0,1868	0,2212
2,5	0,2681	0,2206	0,2553	0,2913	0,2861	0,3107	0,2628	0,2798	0,2581
5	0,234	0,201	0,2032	0,2361	0,1942	0,3127	0,1731	0,2271	0,253
	0,139	0,0583	0,0464	0,0674	0,0454	0,0633	0,0493	0,0526	0,0527
	0,0503	0,0483	0,0545	0,0531	0,0516	0,0828	0,0542	0,0516	0,056
	0,0535	0,0513	0,051	0,0508	0,0586	0,048	0,0895	0,0608	0,0662
	Шавлія								
РА			P.aerugi nosa	K.pneumo niae					
0	0,18516	0,145	0,04016	0,057033		0,0969	0,095033		
0,5	0,26876	0,20846	0,0603	0,109967		0,112467	0,111467		
1	0,3013	0,22747	0,07383	0,057733		0,110833	0,163533		
2,5	0,29603	0,2669	0,02913	0,0193		0,1255	0,184167		
5	0,24766	0,21773	0,02993	0,012467		0,1252	0,2046		
	Чебрець								
РА			P.aerugi nosa	K.pneumo niae					
0	0,2316	0,145	0,0866	0,104667					
0,5	0,28616	0,20846	0,0777	0,1135					
1	0,2643	0,22746	0,03683	0,0594					
2,5	0,248	0,2669	0,0189	0,047					
5	0,21273	0,21773	0,005	0,04					
	Шавлія			Чебрець					
	P.aerugi nosa	K.pneum oniae		P.aerugino sa	K.pneumo niae				
	0,0866	0,104667		0,2316	0,0474				
	0,0777	0,1135		0,286167	0,107933				
	0,03683	0,0594		0,2643	0,191867				
	0,027	0,047		0,248	0,193133				
	0,04	0,04		0,212733	0,242833				
0	100,0%	100,0%		0	100,0%	100,0%			
0,5	10,3%	-8,4%		0,5	-23,6%	-127,7%			
1	57,5%	43,2%		1	-14,1%	-304,8%			
2,5	68,8%	55,1%		2,5	-7,1%	-307,5%			
5	53,8%	61,8%		5	8,1%	-412,3%			

ДОДАТОК Е



АКТ

про впровадження у виробництво результатів дисертаційної роботи
 «Вдосконалення конструкторсько-технологічної підготовки взуття за
 індивідуальним замовленням в системі формування споживчої цінності
 виробів» Лещишин Марини Миколаївни

Ми, ті, хто нижче підписалися, представник взуттєвого виробництва ТМ «Litini»: головний технолог Бесараб А.М., і представники Київського національного університету технологій та дизайну: завідувач кафедри конструювання та технології виробів із шкіри д.т.н., доц. Гараніна О.О., завідувач кафедри комп'ютерної інженерії та електромеханіки д.т.н., проф. Злотенко Б.М., аспірант кафедри конструювання та технології виробів із шкіри Лещишин М.М., склали цей акт про те, що за результатами дисертаційного дослідження Лещишин М.М. впроваджено у виробництво метод коригування форми і розмірів колодок за рахунок використання накладок виготовлених за допомогою 3D-друку, які враховують відхилення розмірів і форми колодки і стопи індивідуального замовника.

Удосконалення технологічного процесу виготовлення накладок на колодки за запропонованою новою технологією дозволили скоротити термін виготовлення індивідуального взуття та зменшити витрати на виготовлення колодки.

Очікуваний економічний ефект від впровадження технологічного виготовлення накладок на колодки становить 195 000грн. на рік.

Вказана сума очікуваного економічного ефекту не є підставою для пред'явлення будь-яких фінансових вимог до ФОП Липського Т.М.

Представник від підприємства ТМ «Litini»:

Головний технолог «Litini»

А.М. Бесараб

Представник від КНУТД:

Завідувач кафедри конструювання та технології виробів із шкіри



д.т.н., доц. О.О. Гараніна

Завідувач кафедри комп'ютерної інженерії та електромеханіки

д.т.н., проф. Б.М. Злотенко

Аспірант кафедри конструювання та технології виробів із шкіри

М.М. Лещишин

ДОДАТОК Є

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Генеральний директор
 ТОВ «ТТБК»
 Чали Нурхан
 21 вересня 2021р.



АКТ

про впровадження результатів дисертаційної роботи «Вдосконалення конструкторсько-технологічної підготовки взуття за індивідуальним замовленням в системі формування споживчої цінності виробів»
 Лецишин Марини Миколаївни

Ми, ті, хто нижче підписалися, представник ТОВ «ТТБК»: директор з дистрибуції та маркетингу Воронцова М.Н., і представники Київського національного університету технологій та дизайну: завідувач кафедри конструювання та технології виробів із шкіри д.т.н., доц. Гараніна О.О., завідувач кафедри комп'ютерної інженерії та електромеханіки д.т.н., проф. Злотенко Б.М., аспірант кафедри конструювання та технології виробів із шкіри Лецишин М.М., склали цей акт про те, що в рамках проведення маркетингової промокампанії було виготовлено 17 пар індивідуального взуття в фірмовому стилі бренду TUI UKRAINE, за результатами дисертаційної роботи, для співробітників ТОВ «ТТБК».

Випробування виготовлених індивідуальних пар взуття, згідно до результатів дисертаційної роботи Лецишин Марини Миколаївни, в умовах масових маркетингових заходах компанії ТОВ «ТТБК» пройшло успішно. Співробітники відзначили підвищений суб'єктивний комфорт взуття.

Представник від підприємства ТОВ «ТТБК»:

Директор з дистрибуції та маркетингу
 ТОВ «ТТБК»



М.Н. Воронцова

Представник від КНУТД:

Завідувач кафедри конструювання та технології виробів із шкіри д.т.н., доц. О.О. Гараніна



Завідувач кафедри

комп'ютерної інженерії та електромеханіки

д.т.н., проф. Б.М. Злотенко

Аспірант кафедри конструювання та технології виробів із шкіри



М.М. Лецишин

ДОДАТОК Ж

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Генеральний директор
 ТОВ «ТТВК»
 Чали Нурхан
 21 вересня 2021р.



АКТ

про впровадження результатів дисертаційної роботи «Вдосконалення конструкторсько-технологічної підготовки взуття за індивідуальним замовленням в системі формування споживчої цінності виробів»
 Лецишин Марини Миколаївни

Ми, ті, хто нижче підписалися, представник ТОВ «ТТВК»: директор з дистрибуції та маркетингу Воронцова М.Н., і представники Київського національного університету технологій та дизайну: завідувач кафедри конструювання та технології виробів із шкіри д.т.н., доц. Гараніна О.О., завідувач кафедри комп'ютерної інженерії та електромеханіки д.т.н., проф. Злотенко Б.М., аспірант кафедри конструювання та технології виробів із шкіри Лецишин М.М., склали цей акт про те, що в рамках впровадження стратегії покращення умов праці на підприємстві, ТОВ «ТТВК» було надано 55 пар вкладних гігієнічних устілок (Патент на винахід №122001) для дослідного носіння.

Випробування виготовлених вкладних гігієнічних устілок, згідно до результатів дисертаційної роботи Лецишин Марини Миколаївни, в умовах повсякденного носіння співробітниками головного офісу компанії ТОВ «ТТВК» протягом 2 тижнів показало покращення гігієнічного стану внутрішнього простору та внутрішній поверхні особистого взуття.

Представник від підприємства ТОВ «ТТВК»:

Директор з дистрибуції та маркетингу
 ТОВ «ТТВК»

М.Н. Воронцова




Представник від КНУТД:

Завідувач кафедри конструювання
 та технології виробів із шкіри

д.т.н., доц. О.О. Гараніна

Завідувач кафедри
 комп'ютерної інженерії та електромеханіки

д.т.н., проф. Б.М. Злотенко



Аспірант кафедри конструювання
 та технології виробів із шкіри

М.М. Лецишин

ДОДАТОК 3



ДОДАТОК И

с. 3781

Поступило 4.12.2018 р.
с. 3781

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 130160

ВКЛАДНА ГІГІЄНІЧНА УСТІЛКА

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 26.11.2018.

Заступник міністра економічного розвитку і торгівлі України

М.І. Тітарчук



ДОДАТОК І



ДОДАТОК Й

Послужило З.В.199.
3783

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 130445

ВКЛАДНА ГІГІЄНИЧНА УСТІЛКА

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.12.2018.

Заступник міністра економічного розвитку і торгівлі України



Ю.П. Бровченко



ДОДАТОК К



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **129819** (13) **U**
(51) МПК (2018.01)
A43B 7/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2018 06036</p> <p>(22) Дата подання заявки: 31.05.2018</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 12.11.2018</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.11.2018, Бюл.№ 21</p>	<p>(72) Винахідник(и): Гаркавенко Світлана Степанівна (UA), Борщевська Наталія Миколаївна (UA), Лецишин Марина Миколаївна (UA)</p> <p>(73) Власник(и): КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ, вул. Немировича-Данченка, 2, м. Київ-11, 01011 (UA)</p>
--	--

(54) ВКЛАДНА ГІГІЄНИЧНА УСТІЛКА**(57) Реферат:**

Вкладна гігієнічна устілка містить з'єднані між собою два шари матеріалу, між якими розташована сировина рослинного походження. Сировина рослинного походження виконана у таблетованому вигляді.

UA 129819 U

ДОДАТОК Л

3780

11.09.20

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА ВИНАХІД

№ 122001

ВКЛАДНА ГІГІЄНИЧНА УСТІЛКА

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на винаходи 25.08.2020.

Заступник Міністра розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України

Д.О. Романович



ДОДАТОК М

ВИТЯГ

з протоколу № 4
засідання кафедри КТВШ від 05.10.2021 р.

ПРИСУТНІ:

О.О. Гараніна, В.І. Ліщук, Б.М.Злотенко, Н.В. Первая, В.П. Кернеш, А.І. Бабич, С.Є. Каменець, Л.П. Чертенко, Н.М. Борщевська, В.М. Шумейко, Л.М. Євдокименко, Л.М. Ржавічева, М.М. Лецишин, Т.М. Липський, Грикун Д.В., Василенко О.Л.

СЛУХАЛИ:

Про затвердження результатів дисертаційного дослідження аспіранта Лецишин М.М. і впровадження результатів роботи у навчальний процес.

УХВАЛИЛИ:

1. Затвердити результати дисертаційного дослідження аспіранта Лецишин М.М
2. Впровадити результати дисертаційного дослідження Лецишин М.М. в навчальний процес кафедри КТВШ (акт впровадження робіт) підготовки бакалаврів та магістрів за спеціальністю 182 – Технології легкої промисловості., ОП – Індустрія моди; Проектування взуття та галантерейних виробів в дисциплінах «Художня та комп. графіка», «2D та 3D технології у fashion індустрії», «Формування конкурентоспроможності товарів у процесі проектування та виготовлення виробів», у проведенні навчальної практики тощо.

Зав. кафедри КТВШ  Ольга ГАРАНІНА

Секретар кафедри КТВШ  Антоніна БАБИЧ