

УДК 685.31.051

## ТЕОРЕТИЧНИЙ ПІДХІД І ПРАКТИЧНИЙ ДОСВІД ПРОЕКТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ВНУТРІШНЬОЇ ФОРМИ ВЗУТТЯ

В.П. ЛИБА

Хмельницький національний університет

*Стаття присвячена обґрунтуванню складу і структури інформаційного забезпечення процесу проектування раціональної внутрішньої форми взуття на основі точних даних про формо-розміри стоп споживачів, об'єктивної та суб'єктивної оцінки силової взаємодії стопи із взуттям. Запропонований алгоритм автоматизованого проектування раціональної внутрішньої форми взуття*

Основною складовою частиною конструкторсько-технологічної підготовки взуттєвого виробництва є розробка раціональної внутрішньої форми взуття, яку прийнято пов'язувати із формою взуттєвої колодки. Задачу перетворення дискретно-цифрової інформації про стопи у форморозміри взуттєвих колодок, формуючої і пресової оснастки вважають найбільш складною в проблемі проектування раціонального взуття [1-3]. Вирішення цієї задачі ускладнюється тим, що стопа має складні і своєрідні форму та внутрішню будову. До геометричних параметрів внутрішньої форми взуття і матеріалів верху та низу взуття пред'являються жорсткі і специфічні вимоги. Лише в останні 2-3 десятиліття почала формуватися єдина думка щодо понять "внутрішня форма взуття", "взуттєва колодка", "раціональність", "зручність", "комфортність", "сумірність". Однак досі немає єдності у підходах до вирішення цієї надзвичайно багатогранної і складної проблеми.

Узагальнивши накопичений досвід, пропонуємо під терміном "внутрішня форма взуття" розуміти внутрівзуттєвий простір, створений у процесі виробництва взуття, але не ідентичний формі колодки – внаслідок усадки заготовки верху взуття по закінченні її формування, здатний при силевій взаємодії зі стопою змінювати свої розміри і форму в обумовлених заздалегідь межах. Тоді під терміном "раціональна" будемо мати на увазі таку внутрішню форму взуття, яка з об'єктивної точки зору забезпечує оптимальні умови силової взаємодії її зі стопою по всій поверхні їхнього контакту (тобто такі умови, що не порушують плинності фізіологічних процесів у стопі, але дозволяють надійно закріпити взуття на стопі), а із суб'єктивної точки зору не викликає неприємні чи болючі відчуття (інш. словами, "відсутня" у сприйнятті споживача) і не приводить до швидкого стомлення людини при пересуванні [4].

### **Об'єкти та методи дослідження**

Незважаючи на значне число здійснених на сьогодні досліджень, проблема гарантованої побудови раціональної внутрішньої форми взуття залишається актуальною по багатьох аспектах. Основними перешкодами на шляху подальшого розвитку існуючих і створення нових вискоєфективних методів проектування колодок та самих виробів, на нашу думку, є те, що ще недостатньо вивчені умови і наслідки силової взаємодії стопи і взуття, відображення цих умов у свідомості споживача, вплив на них конструктивних особливостей взуття. Існуючі методи орієнтовані переважно на споживачів укрупнених статевих-вікових груп і не враховують специфіку оцінки зручності взуття представниками різних категорій населення. На етапі розробки структури і складу інформаційної бази проектування раціональної внутрішньої форми взуття доцільно застосувати логічний підхід, а в процесі створення теоретичних

основ для розрахунку лінійних і геометричних параметрів взуття конкретних статеві-вікових груп – уже відомі математичні моделі.

### *Постановка завдання*

Максимальна відповідність взуття стопам споживачів формується в процесі створення проекту нового виробу шляхом задоволення антропометричних, анатомічних і фізіологічних вимог, що кінець кінцем відбивається у формі і розмірах зтяжної колодки, конструкції виробу, властивостях складових його матеріалів і технології виготовлення. При цьому проектувальник оперує з середньостатистичними, узагальненими відомостями про стопи споживачів, які іноді лише приблизно відображають конкретні ситуації. В той же час не можна ігнорувати ті психологічні, соціально-естетичні і економічні вимоги, якими керується сам споживач в процесі підбору, примірки і придбання взуття, оскільки приниження їх ролі здатне перекреслити зусилля величезної армії розробників і виробників, привести не лише до матеріальних збитків, але і до захворювань і навіть травм стоп, погіршенню загального самопочуття людини. Звідси витікає, що успішне вирішення проблеми стійкого насичення ринку взуттям, яке має необхідні естетичні і ергономічні властивості, пов'язане з накопиченням достовірної інформації про умови функціонування стопи у взутті, створенням ефективних методів проектування і оцінки рівнів зручності виробів, вдосконаленням технології виробництва взуття.

### *Результати та їх обговорення*

Інформаційне забезпечення проектування комфортного взуття являє собою багаторівневу розгалужену систему різноманітних за характером даних. Одні з них використовуються як базові відомості для здійснення процесу проектування, інші – для наступної оцінки рівня якості результату проектування. Всю сукупність необхідних для проектування і контролю відомостей в залежності від їхнього призначення, приналежності, правил одержання і подальшого застосування умовно розділимо на три підсистеми (рис.1).

1. У підсистемі "СТОПА" зосередимо дані про формо-розміри стоп деякої вибірки споживачів статево-вікової чи етнічної групи, які з визначеною (наперед заданою) імовірністю відображають ті ж розмірні характеристики стоп всієї генеральної сукупності споживачів. У кінцевому рахунку ці дані формулюють у вигляді натурно-аналогових, цифрових, аналітичних чи геометричних моделей поверхні умовно середньої стопи (УСС), зручних для використання при ручному та автоматизованому проектуванні внутрішньої форми взуття. Істотною вимогою щодо успішного здійснення проектування внутрішньої форми комфортного взуття є необхідність отримання можливо більшого об'єму інформації про розміри стоп, що характеризують форму її поверхні й анатомічну будову. Однак виконання цієї вимоги пов'язане із значним підвищенням трудомісткості процесу обміру стоп. Компромiсним виходом з цього положення можна вважати проведення дворівневих обмірювань [2,3].

На першому етапі здійснюють великі експерименти, що охоплюють велику кількість (до декількох десятків тисяч) обмірювань стоп споживачів однієї чи одночасно декількох статево-вікових груп. Стопи вимірюють по т. наз. "вузкій програмі". Як правило, вона передбачає визначення декількох, найбільш істотних, розмірних ознак: довжину стопи, периметри і ширину поперечних перерізів у пучках, підйомі, ширину п'ятки, пальців і ін. По цих розмірах і показниках вибірки визначають чисельний розподіл стоп усередині кожної статево-вікової групи, класифікують їх по типах і підтипах.

Зміст другого етапу залежить від конкретних задач дослідження. Тут кількість вимірів набагато більша, а контингент обмірюваних звужується і складає не більш декількох десятків людей. Якщо потрібно

установити регресійні залежності між різними розмірними ознаками стоп, їхній зв'язок з параметрами зовнішніх факторів (стать, вік, рід занять і ін.), то "широка програма" включає крім перерахованих вище ще і ті розмірні ознаки, що характеризують стопи з позицій зазначених зовнішніх факторів.

У тих випадках, коли дослідженню підлягає форма стопи, у програму обмірювання включають координати поверхні стопи в декартовій, полярній чи безвідносній системах вимірів. Вибір системи координат і кількості обумовлених розмірних ознак залежить від використовуваних вимірювальних апаратних засобів і способу представлення отриманої цифрової інформації в системі проектування взуттєвої колодки. Наприклад, використання сучасних відеоелектронних засобів дозволяє фіксувати координати понад 25000 точок, тобто колосальну за обсягом інформацію, обмежену лише растровою здатністю сканерів і дисплеїв електронно-обчислювальних систем. В усіх випадках обсяг репрезентативної вибірки прийнято обчислювати й оцінювати за величиною погрішності вимірів і імовірністю потрапляння розмірних ознак з великою погрішністю в множину вимірів (вибірку). У такий спосіб забезпечується рівень наперед заданої точності вимірів при мінімальній їхній кількості.

Всю отриману в процесі обмірювання і наступної обробки інформацію прийнято представляти у вигляді моделей – цифрових, аналітичних, геометричних, натурно-аналогових (зліпків). Алгоритми формалізації моделі поверхні УСС залежить від виду моделі і складу отриманої при обмірюванні інформації. Сукупність моделей, яка всебічно характеризує стопи споживачів усіх статево-вікових груп того чи іншого етнічного або географічного регіону, складає банк антропометричних даних.

Підсистема "СТОПА–ВЗУТТЯ–ОПОРА" поєднує відомості про результати взаємодії стопи з взуттям у процесі її експлуатації. У залежності від джерела одержання вони розподілені в двох взаємозалежних рівнях – об'єктивному і суб'єктивному. Інформація об'єктивного рівня має винятково інструментальне походження – для її одержання використовуються всілякі пристрої по перетворенню фізичних величин (зусилля, тиску, деформації) у положення відмітника на лінійній шкалі в чи електричні сигнали, які потім реєструються і порівнюються по шкалах електричних приладів. Виміри здійснюються безпосередньо в ході дослідження нових зразків взуття чи експлуатації промислових виробів в умовах, близьких до реальних. Первинними на даному рівні будемо вважати відомості про величини і розподіл тиску деталей верху і низу на різні частини стопи при ходьбі у взутті чи пристосуваннях, що його імітують. Точність і вірогідність цієї інформації залежить від досконалості датчиків тиску і реєструючої апаратури. Вихідні дані суб'єктивного рівня мають ряд специфічних особливостей. По-перше, можливі кількісні показники є середньостатистичним відображенням створюваних у свідомості піддослідних споживачів образів. Вони можуть бути визначені тільки експертними методами. Ступінь участі експериментатора при цьому обмежується умовами складеної ним же інструкції по шкалуванню споживачем своїх відчуттів [5].

По-друге, використання інструментальних засобів дослідження в експертному методі носить допоміжний характер і на загальний результат експерименту не впливає. Вірогідність досліджуваних показників забезпечується лише об'ємом вибірки. По-третє, усі відомості даного рівня сильно взаємозалежні між собою і кожен попередній показник визначається на основі наступного. Вихідні дані перших двох підсистем безпосередньо використовуються в процесі перетворення формо-розмірів стоп у геометричний образ колодки. В даній роботі пропонується принципово нова концепцію такого перетворення,

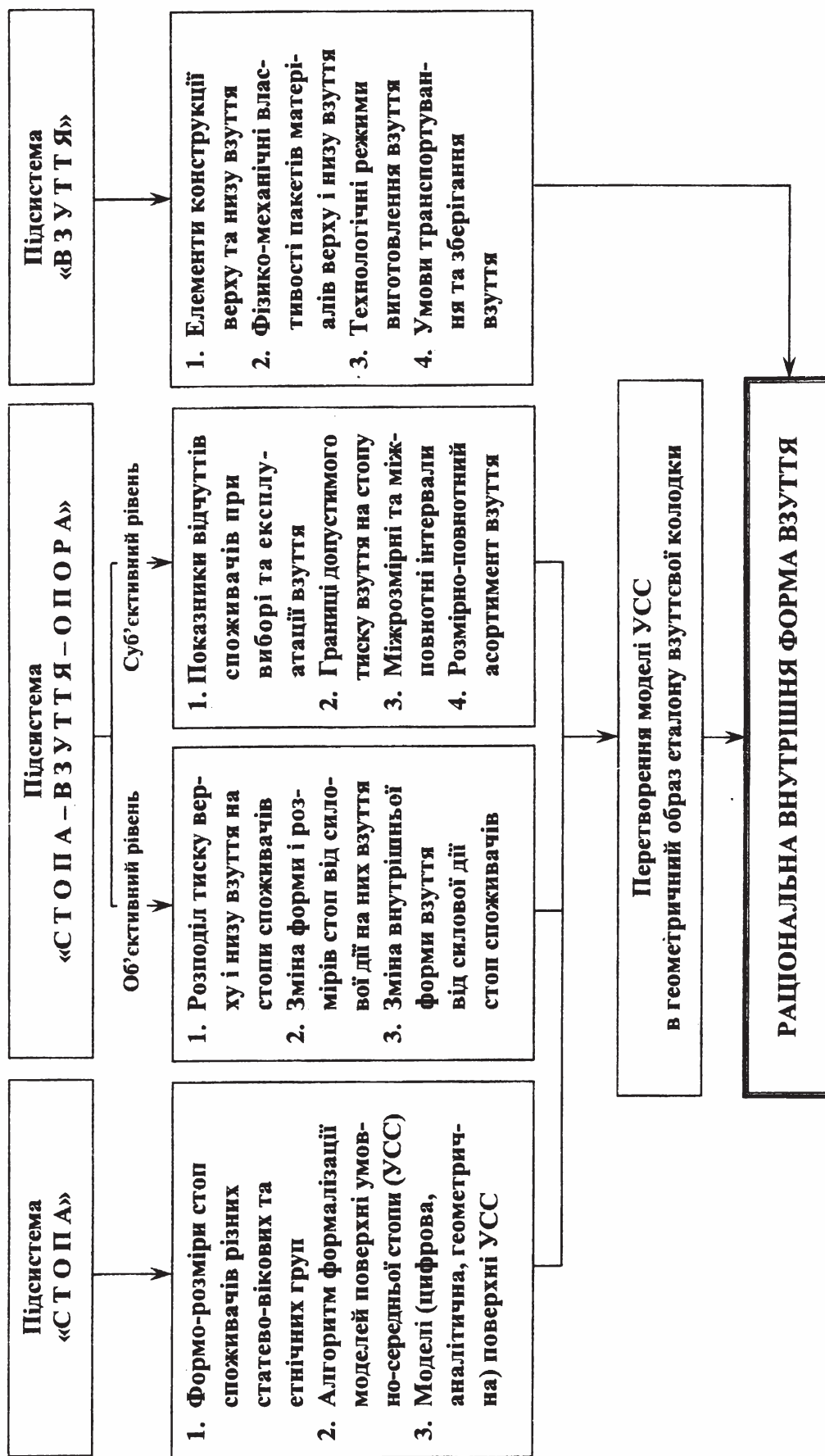


Рисунок 1 – Структура інформаційного забезпечення проектування раціональної внутрішньої форми взуття

відповідно до якої форма колодки використовується в загальному процесі проектування раціонального взуття як проміжний геометричний елемент побудови сумірної стопи внутрішньої форми взуття.

Підсистема "ВЗУТТЯ" включає дані про деякі специфічні споживчі властивості взуття, які прийнято відносити до антропометричних [2-4], але визначаються не співвідношеннями розмірів стопи і взуття, а елементами конструкції верху і низу взуття (кількістю і товщиною деталей верху, типом і кількістю швів, що з'єднують їх у заготовку, формою і висотою каблука й ін.), фізико-механічними властивостями пакетів матеріалів верху і низу взуття, режимами технологічних процесів виготовлення взуття (особливо на ділянці формування заготовки), умовами транспортування і збереження готових виробів.

Ці відомості, з одного боку, формуються шляхом узагальнення і використання в способі розрахунку і проектування геометричного образу колодки вихідних даних перших двох підсистем. З іншого боку, будучи потім реалізованими в готовому взутті, вони вже самі по собі визначають ступінь його раціональності і цим формують нові значення показників об'єктивного і суб'єктивного рівнів підсистеми "СТОПА–ВЗУТТЯ–ОПОРА".

Показники, які об'єктивно і всебічно характеризують елементи конструкції, а також методи їхнього визначення поки що не розроблені. Що ж стосується показників фізико-механічних властивостей взуттєвих матеріалів, то використовувати їх безпосередньо при формуванні аналітичної чи геометричної моделі внутрішньої форми взуття не представляється можливим. Тому надалі ми пропонуємо оцінювати і ті й інші показники по одному з науково обґрунтованих критеріїв об'єктивного рівня – тиску взуття на стопу [4].

Успішне втілення теоретичних положень та експериментального матеріалу, сконцентрованих у математичних моделях і відповідних їм базах даних, в технологію створення високоякісних проектних рішень неможливо без залучення обчислювальної техніки і засобів машинної графіки. Заключним етапом втілення розрахункових методів у програмні продукти для автоматизованого проектування є алгоритмізація всіх етапів, процедур і операцій, передбачених цими методами. Стосовно до проектування раціонального взуття це буде означати послідовне здійснення всіх розрахункових, геометричних та оціночних дій, передбачених усіма розробленими раніше методами [4, 5].

Слід, однак, відзначити, що в якості вихідних даних тут можуть виступати як емпіричні і розрахункові відомості, отримані вперше автором особисто, так і опубліковані раніше бази антропометричних і біотехнічних даних. З огляду на сказане, на основі запропонованих у [4, 6-7] математичних моделей різних типів, установлених раніше аналітичних і емпіричних залежностей, всієї сукупності отриманих в роботі [4], а також запозичених розрахункових і експериментальних даних розроблено алгоритм автоматизованого проектування раціональної внутрішньої форми взуття (рис. 2). Він побудований за принципом комп'ютерного багаторівневого віконного інтерфейсу, що забезпечує наочність вибору необхідних варіантів рішень.

На першому рівні (блоки 1-3) користувачеві пропонується вибрати статево-вікові групи споживачів, вид, призначення і матеріал взуття. Всі чотири альтернативи тут – обов'язкові.

У результаті вибору формується база даних інформаційного забезпечення 1-го рівня. Створювані як на цьому етапі, так і надалі робочі та базові файли записуються на диск.

На другому рівні (блоки 4-7) користувач з трьох альтернатив вибирає проектування однієї з частин поверхні колодки: тильно-бокової, сліду або халявної (для виготовлення полімерного взуття). У

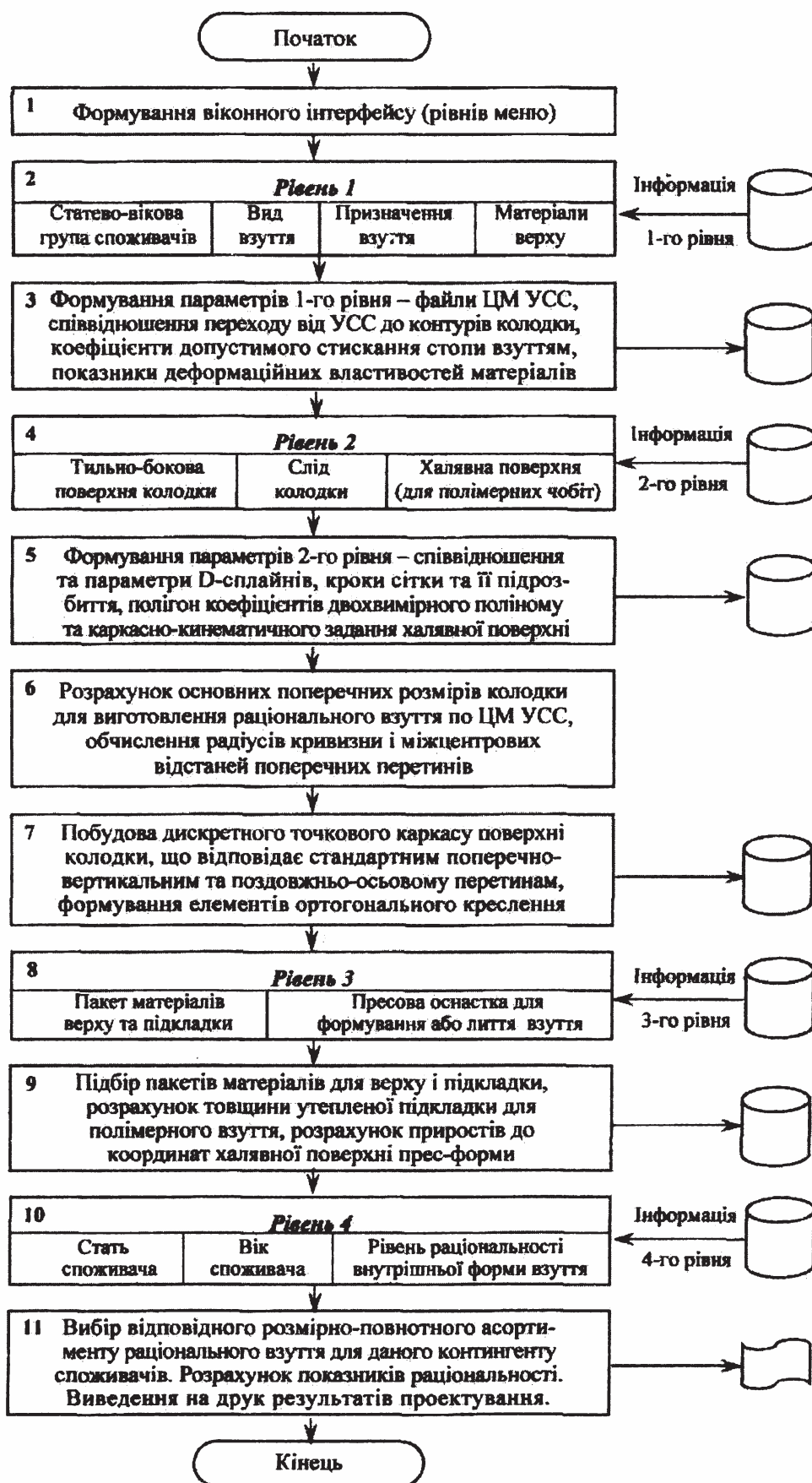


Рисунок 2 – Алгоритм автоматизованого проектування раціональної внутрішньої форми взуття

будь-якому випадку створюється база даних, яка містить межі існування параметрів D-сплайнів, початкові кроки сітки і межі її підрозбиття.

На основі створених баз даних здійснюється формування спочатку дискретного точкового та лінійно-дугового каркасу поверхні УСС, а по ньому – аналогічного каркасу поверхні колодки. Цей каркас відповідає розташуванню стандартних перерізів (в частках від  $D_{СТ}$ ): 0,07; 0,18; ... ; 0,90; 1,0.

Далі користувачеві надається можливість вибрати оптимальні пакети матеріалів зовнішніх деталей верху і підкладки (якщо на першому рівні обраний варіант взуття з шкіряним верхом) шляхом введення показників властивостей цих пакетів, або параметри проектування прес-форм для виготовлення полімерної взуття. Сформовані в результаті вибору і розрахунків файли записуються на диск.

За координатами плантарної поверхні УСС і середньостатистичним показником тиску для даної статево-вікової групи виконується коректування стріл прогинів і розрахунок координат поверхні сліду колодки. Апроксимація цієї поверхні здійснюється двовимірним поліномом. Точковий та лінійний каркаси поверхні сліду задаються за початковим кроком підрозбиття, прийнятим для тильно-бокової поверхні колодки. Для вибору пакетів матеріалів верху і підкладки та проектування поверхні слідової частини прес-форми (пуансона) виконується перехід на третій рівень алгоритму (8-9 блоки).

На четвертому рівні вводяться стать і вік контингенту споживачів, рівень раціональності взуття. За отриманими даними формується і записується на диск файл, що містить новий розмірно-повнотний асортимент взуття для вибраної статево-вікової групи споживачів.

На всіх етапах проектування раціональної внутрішньої форми взуття алгоритм підтримує діалоговий режим спілкування користувача з обчислювальною системою, дозволяє йому активно брати участь у творчому процесі. У той же час математичний апарат, що лежить в основі алгоритму, який орієнтований на однозначні рішення задач проектування, та фіксоване інформаційне забезпечення гарантують позитивний кінцевий результат, не допускають завідомо несумісні варіанти вибору.

### **Висновки**

Узагальнення накопиченого досвіду у проектуванні раціональної внутрішньої форми взуття дозволило розробити склад і структуру інформаційного забезпечення для автоматизації цього процесу. Уся сукупність вихідних даних об'єднана у трьох підсистемах: підсистема "СТОПА" містить формо-розміри стоп споживачів різних статево-вікових груп, алгоритм формалізації моделей поверхні УСС; підсистема "СТОПА–ВЗУТТЯ–ОПОРА" включає дані про об'єктивну і суб'єктивну оцінку силової взаємодії стопи із взуттям і опорою; підсистема "ВЗУТТЯ" поєднує відомості про елементи конструкції взуття та технологічні режими виготовлення, що забезпечують його раціональність в процесі носки.

На основі теоретичного підходу, узагальненого інформаційного забезпечення запропонований алгоритм автоматизованого проектування раціональної внутрішньої форми взуття, який забезпечує однозначний позитивний результат та активну творчу участь проектанта.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Зыбин Ю.П. Основы разработки формы и размеров обуви массового производства. – М.: Гизлегпром, 1949. – 131 с.
2. Фукин В.А. Теоретические и методологические основы проектирования рациональной внутренней формы обуви. – Дис. ... докт. техн. наук. – М., 1980. – 305 с.

3. Коновал В.П. Теоретические и практические основы создания и фиксации формы обуви. – Дис. ... докт. техн. наук. – К., 1994. – 316 с.
4. Лыба В.П. Теория и практика проектирования комфортной обуви. – Дис. ... докт. техн. наук. – М., 1996. – 314с.
5. Забродин Ю.М. Особенности решения сенсорных задач человеком. – М.: Наука, 1981. – 189 с.
6. Лыба В.П. Математичні основи автоматизованого проектування комфортного взуття Вісник. – ТУ Поділля, 1999, № 3, с. 124-129.
7. Лыба В.П., Хіміч В.І. Математичне моделювання впливу фізико-механічних властивостей матеріалів на комфортність взуття. – Вісник ДАЛПУ, 2000, № 1.

Надійшла 30.08.2010

УДК 687.034.02

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РУХІВ ЛЮДИНИ НА ЗМІЩЕННЯ ДІЛЯНОК ДЕТАЛЕЙ ШТАНІВ

А.В. ЛИБА, М.О. КУЩЕВСЬКИЙ

Хмельницький національний університет

*Статтю присвячено експериментальним дослідженням топографії розподілу деформацій по найбільш напружених ділянках штанів. Встановлені напрями і зміна інтенсивності градієнтів деформацій у напружених зонах на передній і задній половинках штані*

В процесі експлуатації швейні вироби піддаються складному комплексу механічних дій, що приводять до руйнування їх форми та зносу. До таких дій відносяться: багатократне розтягування і вигин – від різноманітних рухів людини, стирання, дія світлопогоди, миючих засобів, хімічного чищення і ін. Дія кожного з них не ізольована, тому процес зносу носить комбінований характер [1]. Аналіз значень динамічних приростів до розмірних ознак у чоловіків і жінок показує, що вони досягають величин, що значно перевищують деформації розтягування багатьох швейних матеріалів. При здійсненні руху "глибоке присідання" спостерігаються найбільші значення динамічних приростів в області коліна (обхват – 18,6%, довжина стегна – 14,1%, відстань від талії до центру колінної чашечки – 8,0%) та сідниць (відстань від талії до підсідничної складки – 30,5%, обхват стегон на рівні сідниць – 11,7%) [2].

У роботі [3] вперше вивчалися величини і розподіл зусиль розтягування тканин в чоловічому одязі з використанням тензометричного методу вимірювання. За отриманими даними, на спинці чоловічого піджака та кітеля в області середньої і нижньої частини шва пройми на тканину діють найбільші навантаження, які досягають на окремих ділянках 1,6 Н на смужку тканини шириною 10 мм. Також встановлено, що в штанах найбільше зношуються згини низу, пояс під пряжкою ремня, бічні кишені, зони сидіння, кроковий клин, ділянка колін.